RAKENTAMISLUPAHAKEMUS

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten

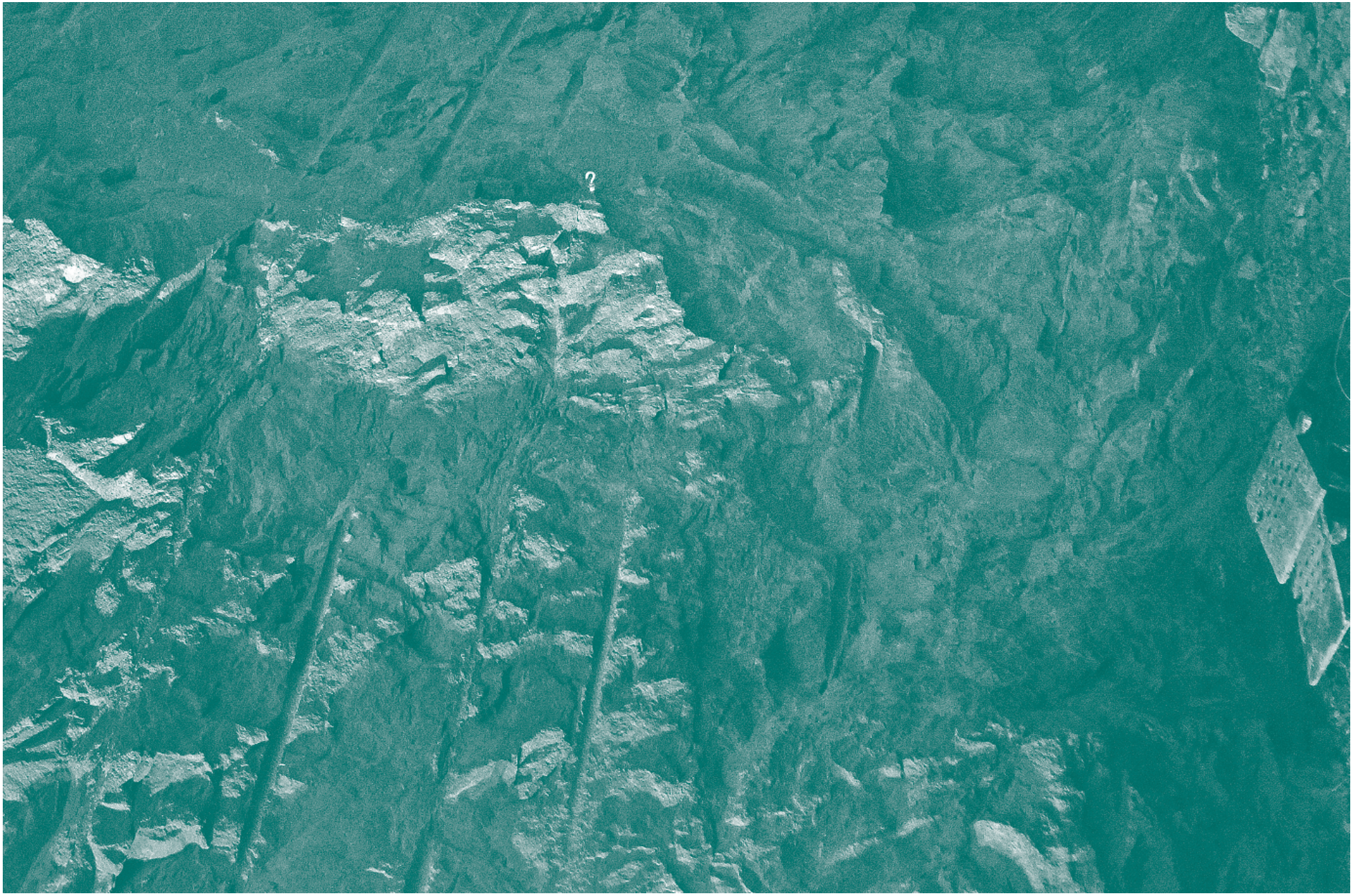
POSIVA OY
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 8372 31
Fax (02) 8372 3809
www.posiva.fi

Hakemus

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten

Hakemuksen liitteet

Liite 1	Kaupparekisteriote
Liite 2	Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä
Liite 3	Sijaintipaikka
Liite 4	Asutus ja kaavoitus
Liite 5	Ydinlaitoksen tyyppi ja toimittajat
Liite 6	Ydinaineiden ja ydinjätteiden laatu ja määrät
Liite 7	Tekniset toimintaperiaatteet ja ratkaisut
Liite 8	Turvallisuusperiaatteet
Liite 9	Ympäristövaikutukset
Liite 10	Käyttöorganisaatio
Liite 11	Ydinjätehuolto
Liite 12	Taloudelliset edellytykset
Liite 13	Kustannukset ja rahoitus
Liite 14	Tilinpäätösasiakirjat
Liite 15	Organisaatio ja asiantuntemus rakentamisen aikana
Liite 16	Selvitys ympäristövaikutuksista
Liite 17	Selvitys palautettavuudesta
Liite 18	Selvitys kuljetusriskeistä



Valtioneuvostolle

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus

HAKIJA

Posiva Oy, Eurajoki (myöhemmin “Posiva”)

HAKEMUS

Hakija pyytää ydinenergialain (990/1987) 18 §:ssä tarkoitettua rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostaman laitoskokonaisuuden rakentamiseksi Eurajoen kunnan Olkiluotoon suunnitellulle sijaintipaikalle.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa käsiteltävän ja loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä on valtioneuvoston periaatepäätösten mukaisesti enintään 9 000 tonnia uraania vastaava määrä, joka koostuu neljän Teollisuuden Voima Oyj:n (myöhemmin ”TVO”) ja kahden Fortum Power and Heat Oy:n (myöhemmin ”Fortum”) ydinvoimalaitosyksikön käytössä syntyvästä käytetystä ydinpolttoaineesta. Loppusijoituslaitoksen yhteyteen rakennetaan tilat myös loppusijoitustoiminnan yhteydessä syntyvien radioaktiivisten käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoittamiseksi.

HAKEMUKSEN KOHDE

Rakentamislupahakemuksen kohteena on kahden toisiinsa kytketyn ydinlaitoksen, käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen, muodostama laitoskokonaisuus, johon sisältyy myös tiloja kapselointilaitoksen käytön ja käytöstäpoiston yhteydessä syntyneiden ydinjätteiden loppusijoittamiseksi. Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle rakennetaan tiloja myös käytettyä polttoainetta sisältävien suljettujen loppusijoituskapseleiden tilapäistä varastointia varten.

Hakemusaineistoon sisällytetään vuonna 2000 tehdyn periaatepäätöksen nojalla rakennettavia ja kapselointi- ja loppusijoituslaitoskokonaisuuteen liitettäviä maanalaisia tutkimustiloja ja niiden maanpäällisiä apurakennuksia (myöhemmin ”ONKALO”) koskevat selvitykset. ONKALOn rakentamista koskee Säteilyturvakeskuksen 26.10.2001 tekemä päätös (Y810/22) ydinenergialain soveltamisesta näiden tutkimustilojen rakentamiseen. Päätöksen mukaan maanalaisten tilojen tuleva käyttö loppusijoituslaitoksen osana edellyttää, että rakentaminen tapahtuu ja sitä valvotaan ydinenergialaissa säädetyin menettelyin.

Rakentamislupahakemuksessa esitetään ja perustellaan eräitä vaihtoehtoisia teknisiä ratkaisuja, joiden osalta valinta tapahtuu tarkempien selvitysten valmistuttua rakentamislupavaiheen jälkeen. Suunnitelmat tehtävistä selvityksistä on esitetty 29.9.2012 työ- ja elinkeinoministeriölle jätetyssä ydinenergia-asetuksen (161/1988) 74 §:n mukaisessa selvityksessä ydinjätehuoltotoimenpiteistä.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettaminen Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilta kapselointilaitokselle on ydinenergialain 2 §:n mukaisesti ydinenergian käyttöä ja mahdollista vain ydinenergia-asetuksen 8. luvun mukaisesti Säteilyturvakeskukselta (myöhemmin ”STUK”) erikseen hankittavan luvan perusteella. Rakentamislupahakemuksen liitteessä 18 esitetään valtioneuvoston periaatepäätöksessä 6.5.2010 edellytetyt tarkennetut selvitykset ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön sekä turvallisesta toteuttamisesta.

HAKEMUKSEN PERUSTELUT JA EDELLYTYKSET LUVAN MYÖNTÄMISELLE

Periaatepäätökset [YEL 18 §:n 1) -kohta ja YEA 31 §:n 6) -kohta]

Hakija pyysi 26.5.1999, 23.11.2000 ja 25.4.2008 päivätyissä kolmessa hakemuksessaan ydinenergialain 11 §:ssä tarkoitettua valtioneuvoston päätöstä siitä, että Posivan suunnitteleman käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen (*) rakentaminen Eurajoen Olkiluotoon niin, että siellä voidaan käsitellä ja sinne voidaan loppusijoittaa Fortumin kahden laitosyksikön ja TVO:n neljän laitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta enintään yhteensä 9 000 tonnia uraania vastaava määrä, on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Valtioneuvosto teki hakemusten perusteella kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta periaatepäätökset 21.12.2000, 17.1.2002 ja 6.5.2010, jotka eduskunta on päättänyt jättää voimaan 18.5.2001, 24.5.2002 ja 1.7.2010. Vuonna 2000 tehty periaatepäätös koskee Suomen neljän käytössä olevan ydinvoimalaitosyksikön (Fortumin Loviisa 1 ja 2 sekä TVO:n Olkiluoto 1 ja 2) toiminnassa syntyvää käytettyä ydinpolttoainetta, jonka uraanimäärä kokonaisuudessaan on enintään noin 4 000 tonnia. Vuonna 2002 tehty periaatepäätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna koskee TVO:n Olkiluoto 3 -yksikön käytettyä ydinpolttoainetta määrältään enintään 2 500 tonnia uraania. Vuonna 2010 tehty periaatepäätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna koskee TVO:n Olkiluoto 4-laitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta enintään 2 500 tonnia uraania vastaavalla määrällä.

Periaatepäätökset ovat voimassa 19.5.2016 asti.

(*) Ensimmäisessä periaatepäätösvaiheessa (26.5.1999) voimassa olleen ydinenergialain määrittelemä loppusijoituslaitos piti sisällään sekä kapselointilaitoksen että loppusijoituslaitoksen.

Hakija, [YEA 31 §:n 1) -kohta]

Hakijan toiminimi on Posiva Oy ja kotipaikka Eurajoki. Hakijan omistavat TVO (60 %) ja Fortum (40 %). Osake- ja osakasluettelo on hakemuksen liitteenä 2. Posivan päätehtävänä on suunnitella ja toteuttaa omistajiensa TVO:n ja Fortumin Suomessa käynnissä ja rakenteilla olevien sekä Suomeen suunnittelemien uusien ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus eli sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomen kallioperään.

Tarkemmat tiedot hakijasta on esitetty hakemuksen liitteissä 1, 2, 10, 14 ja 15.

Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset [YEL 19 §:n 1), 2) ja 5) -kohdat]
Voimassa olevissa periaatepäätöksissä edellytetään, että Posiva toimittaa rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten mm. ydinenergialain ja -asetuksen mukaiset, laitoksen turvallisuuden osoittavat selvitykset, ajantasaiset selvitykset laitoksen ympäristövaikutuksista ottaen huomioon myös mahdolliset vaikutukset eläin- ja kasvilajeihin sekä ajantasaiset selvitykset niistä suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi.

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä edellytetään myös tarkennettuja selvityksiä ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön sekä turvallisesta toteuttamisesta siten, että vaarallisten aineiden kuljetuksista annetun lain (719/1994) sekä sen nojalla annettujen säännösten vaatimukset tulevat täytetyiksi, kuten myös selvityksiä, joilla osoitetaan hankkeeseen sovellettavien turvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä selvitystä siitä, että loppusijoitusalueen kallioperässä tai sen kautta ei tapahdu radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ympäristöön niin, että niistä voisi lyhyellä tai pitkällä aikavälillä aiheutua haittaa ihmiselle, omaisuudelle tai ympäristölle mukaan lukien meriympäristö. Kuljetusvaihtoehtojen turvallisuutta käsitellään hakemuksen liitteessä 18. Hankkeen turvallisuusperiaatteet esitetään hakemuksen liitteessä 8 ja pitkäaikaisturvallisuutta käsitellään liitteissä 8, 9 ja 16, tarkemmin turvallisuusasioita käsitellään STUK:lle toimitettavassa asetuksen 35 §:n mukaisessa alustavassa turvallisuusselosteessa.

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä edellytetään edelleen, että rakentamislupahakemus sisältää selvitykset, joissa on otettu huomioon kaikki kemialliset ja fysikaaliset prosessit ja vuorovaikutukset, joilla voi olla merkitystä loppusijoituksen turvallisuudelle. Rakentamislupahakemus sisältää myös yksityiskohtaiset tekniset suunnitelmat, turvallisuusselvitykset ja selvitykset ympäristövaikutuksista kaikkien jätteiden osalta, jotka loppusijoituslaitokseen aiotaan sijoittaa, sekä tarkennetut, riittävän yksityiskohtaiset selvitykset ja suunnitelmat loppusijoitustilojen avattavuudesta, siihen vaikuttavista tekijöistä, avaustekniikasta, avaamisen turvallisuudesta ja arvio avaamisen kustannuksista. Kemiallisten ja fysikaalisten prosessien ja vuorovaikutusten merkitystä turvallisuudelle arvioidaan turvallisuusperusteluaineistossa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa käsiteltävien jätteiden ominaisuuksia ja määriä käsitellään hakemuksen liitteessä 6, yksityiskohtaiset tekniset suunnitelmat esitetään STUK:lle toimitettavassa alustavassa turvallisuusselosteessa ja ympäristövaikutukset hakemuksen liitteessä 9 ja tarkemmin hakemuksen liitteessä 16. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapseleiden palautettavuutta selvitetään rakentamislupahakemuksen liitteessä 17.

Turvajärjestelyt [YEL 19 §:n 3) -kohta]
Ydinenergialain 3 §:n 6)- kohdan mukaisesti turvajärjestelyillä tarkoitetaan ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta tarvittavia toimenpiteitä ydinlaitoksessa, sen alueella, muussa paikassa tai kulkuvälineessä, jossa ydinenergian käyttöä harjoitetaan. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvajärjestelyjä käsitellään hakemuksen liitteessä 7. Yksityiskohtaiset suunnitelmat ja niiden perustelut esitetään STUK:lle toimitettavassa alustavassa turvallisuusselosteessa.

Organisaatio ja asiantuntemus [YEL 19 § 8) -kohta]
Posivan palveluksessa olevan henkilöstön määrä ja rakenne ovat kehittyneet yhtiön toiminnan laajenemisen ja muuttuneiden haasteiden myötä. Rakentamis- ja käyttövaiheessa tarvittavaa osaamista on hankittu rekrytoimalla aikaisempaa ydinenergia-alan kokemusta omaavia henkilöitä. Loppusijoituksen suunnittelussa ja toteutuksessa Posivan käytettävissä on oman henkilökuntansa lisäksi omistajiensa palveluksessa olevan henkilöstön asiantuntemus samoin kuin lukuisten yhteistyökumppanien ja kansainvälisten verkostojen kautta saavutettava asiantuntemus. Ydinjätehuollon turvallisuus hyvää turvallisuuskulttuuria ylläpitämällä ja kehittämällä on Posivan toimintapolitiikan keskeinen lähtökohta. Tarkemmat tiedot loppusijoituslaitoksen suunnitellusta käyttöorganisaatiosta ja hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta on esitetty hakemuksen liitteissä 10 ja 15.

Taloudelliset edellytykset hankkeen toteuttamiseen ja toiminnan harjoittamiseen [YEL 19 §:n 9) -kohta]
Selvitys hankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä esitetään liitteessä 12. Hankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma esitetään liitteessä 13. Taloudelliset toimintaedellytykset ja hankkeen rahoitus perustuvat siihen, että TVO ja Fortum maksavat Posivan päätoimialan eli käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kustannukset. Yhtiöt varautuvat ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin maksamalla ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Sijaintipaikka ja kaavoitusjärjestelyt [YEL 19 §:n 4) -kohta ja YEA 31 §:n 2) -kohta]
Hakemuksen kohteena oleva kapselointi- ja loppusijoituslaitos rakennetaan Eurajoen kunnassa sijaitsevaan Olkiluotoon alueelle, joka on TVO:n omistuksessa ja pitkäaikaisella vuokrasopimuksella siirretty Posivan hallintaan.

Selvitys hakijan oikeudesta käyttää suunniteltua sijaintipaikkaa esitetään hakemuksen liitteessä 3. Selvitys kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä esitetään liitteessä 4. Hakemusaineistossa esitetty loppusijoitustilojen asemointi vastaa voimassa olevia kaavajärjestelyjä. Lopullinen asemointi tapahtuu turvallisuuden kannalta edullisimmalla tavalla kallioperän ominaisuuksia koskevan tutkimustiedon tarkentuessa. Posiva määrittää loppusijoitustilat kaavoitetuille alueille tutkimustyön edetessä. Mahdolliset kaavamuutokset toteutetaan uusittavissa asemakaavoissa asemakaavojen ajantasaisuustarkastelun yhteydessä.

Käyttötarkoitus ja toimintaperiaate [YEA 31 §:n 3) -kohta]
Kapselointi- ja loppusijoituslaitos koostuu kahdesta toisiinsa kytketystä ydinlaitoksesta eli maanpäällisestä kapselointilaitoksesta ja syvällä kalliossa olevasta loppusijoituslaitoksesta. Loppusijoituslaitoksen yhteyteen rakennettavaan erilliseen loppusijoitustilaan sijoitetaan käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä syntyneitä matala- ja keskiaktiivisia käyttö- ja käytöstäpoistojätteitä. Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta käytetään TVO:n ja Fortumin ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen ja sen käsittelyssä syntyneen muun ydinjätteen käsittelemiseksi, varastoimiseksi ja loppusijoittamiseksi Olkiluodon kallioperään.

Fortumin Loviisassa ja TVO:n Olkiluodossa sijaitsevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine otetaan vastaan Posivan maanpäällisellä kapselointilaitoksella, jossa

ne pakataan loppusijoituskapseleihin. Kapseloidut korkea-aktiiviset ydinjätteet loppusijoitetaan kapselointilaitoksen yhteyteen syvälle kallioon rakennettavaan loppusijoituslaitokseen, jossa sijaitsevat ydinpolttoaineen loppusijoitustilat sekä niistä erillään sijaitseva matala- ja keskiaktiivisen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitushalli. Loppusijoitustiloihin kuuluvat keskustunnelit, joista haarautuvat loppusijoitustunnelit, joiden lattiaan porattaviin loppusijoitusreikiin kapselit voidaan sijoittaa (ns. KBS-3V -konsepti). Selvitettävänä on myös vaihtoehto, jossa kapselit sijoitetaan vaaka-asennossa keskustunnelista porattaviin pitkiin loppusijoitustunneleihin, joihin voidaan kuhunkin sijoittaa peräkkäin useita kapseleita (ns. KBS-3H -konsepti). Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle rakennetaan pääasiassa logistisista syistä johtuen tilat suljettujen, käytettyä polttoainetta sisältävien kapseleiden välivarastointia varten. Tarkemmat selvitykset kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta, keskeisten osien suunnitelluista toimittajista sekä teknisistä toimintaperiaatteista esitetään hakemuksen liitteissä 5 ja 7.

Toiminnan laatu ja laajuus [YEA 31 §:n 4) -kohta]

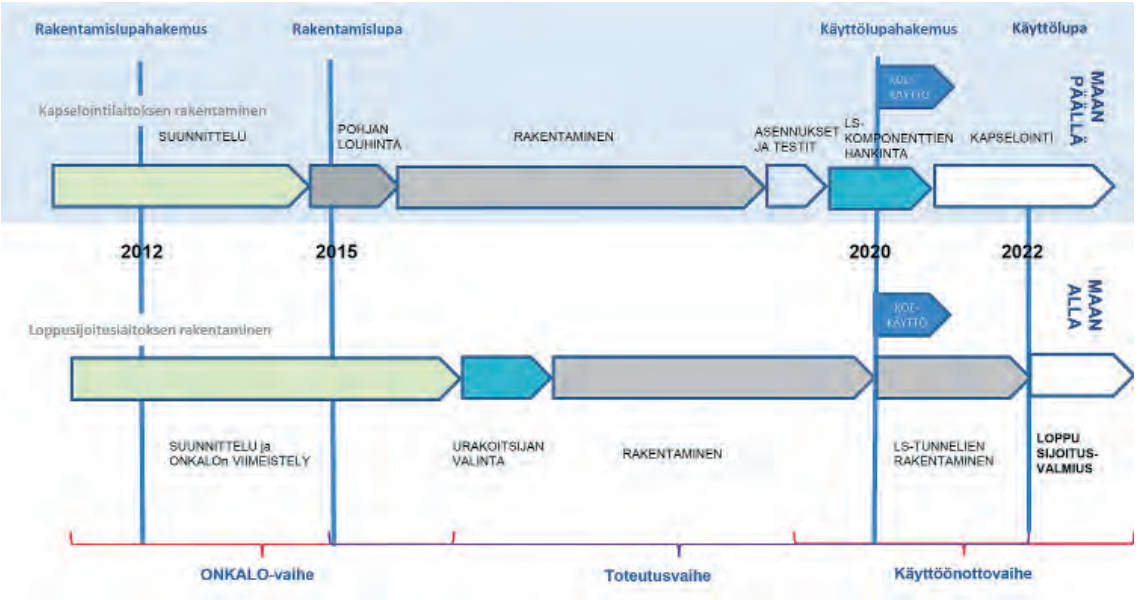
Kapselointilaitoksessa käsiteltävän ja loppusijoituslaitokseen sijoitettavan ydinpolttoaineen määrä on voimassa olevien periaatepäätösten mukaisesti enintään 9 000 tU vastaava määrä. Kapseleiksi muutettuna tämä tarkoittaa noin 750 Fortumin kahden laitosyksikön, noin 1 400 TVO:n kahden käytössä olevan laitosyksikön ja noin 2 350 TVO:n rakenteilla ja suunnitteilla olevien kahden laitosyksikön polttoainetta sisältävää kapselia. Kapselointilaitoksessa syntyvän radioaktiivisen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen määrän arvioidaan olevan noin 1 500 m^3 ja aktiivisuuden noin 4 600 GBq. Tarkemmat selvitykset kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien tai varastoitavien ydinaineiden tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä esitetään hakemuksen liitteessä 6.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen on suunniteltu aloittavan toimintansa noin vuonna 2020 ja olevan käytössä Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden toiminta-ajasta riippuen noin 100 vuotta. Käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan ydinvoimalaitosten välivarastoista kapselointilaitokselle kuljetussäiliöissä maantie-, meri- tai rautatiekuljetuksina. Selvitys vaihtoehtoisista kuljetusmuodoista ja reiteistä riskitarkasteluineen esitetään tämän hakemuksen liitteessä 18. Kuljetusluvat haetaan ydinenergia-asetuksen 8. luvun mukaisesti myöhemmässä vaiheessa erikseen STUK:lta.

Selvitykset kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tyypistä, keskeisten osien suunnitelluista toimittajista sekä teknisistä toimintaperiaatteista esitetään hakemuksen liitteissä 5 ja 7.

Rakentamisen aikataulu [YEA 31 §:n 5) -kohta]

Kauppa- ja teollisuusministeriö edellytti kirjeessään 9/815/2003, 23.10.2003 ydinhuoltovelvolliset, että TVO ja Fortum, joko erikseen, yhdessä tai Posivan välityksellä varautuvat esittämään vuoden 2012 loppuun mennessä YEA 32 §:n mukaiset käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosta koskevaa rakentamislupaa varten tarvittavat selvitykset ja suunnitelmat, joiden perusteella loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että loppusijoitus on mahdollista aloittaa noin vuonna 2020. Rakentamisen ajan periaatteellinen aikataulu esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. *Loppusijoitushankkeen periaatteellinen aikataulukaavio.*

Loppusijoitusvalmiuden saavuttaminen noin vuonna 2020 on mahdollista, jos kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen pääsee alkamaan viimeistään vuoden 2015 alkupuolella. Tämä edellyttää paitsi rakentamisluvan saamista vuoden 2014 aikana myös toteutussuunnittelun keskeisten aineistojen valmistumista vuoteen 2015 mennessä. Rakentamisen aikatauluun vaikuttavat oleellisesti myös sekä loppusijoituskonseptin ja kapselointilaitoksen teknisten ratkaisujen kelpoistaminen että kalliotilojen rakentamiseen mahdollisesti liittyvät tiivistys- ja asemointikysymykset. Edellä mainittuja aikatauluriskejä hallitaan hyödyntämällä ONKALOsta saatuja kokemuksia ja käyttämällä prototyyppejä järjestelmä- ja laitesuunnittelun tukena. Myös yhteistyö ruotsalaisen ydinjäteyhtiö SKB:n (Svensk Kärnbränslehantering AB) kanssa samoin kuin muu teknis-tieteellinen kansainvälinen yhteistyö on merkityksellistä hankkeen toteuttamisen näkökulmasta. Luvitusriskejä pyritään hallitsemaan myös tiiviiden viranomaisyhteyksien avulla, erityisesti turvallisuusvaatimusten osalta.

Ydinpolttoainehuollon järjestäminen [YEL 19 §:n 9) -kohta]

Posivan perustamissopimuksen mukaisesti Posiva huolehtii välivarastoinnin jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä ja loppusijoittamisesta. Posivan vastuulla olevat toimenpiteet ja perustelut käytetyn ydinpolttoaineen osalta esitetään hakemuksen liitteissä 6, 7 ja 8.

Ydinjätehuollon järjestäminen [YEL 19 §:n 6) -kohta]

Käytön yhteydessä kapselointilaitoksella kertyneiden, ydinpolttoaineesta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden ja käytöstäpoistojätteiden huolto on suunniteltu järjestettäväksi niin, ettei säteilyturvallisuutta lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä vaaranneta. Selvitys suunnitelluista toimenpiteistä ydinjätehuollon järjestämiseksi esitetään hakemuksen liitteessä 11.

STUK:n valvonnan järjestäminen [YEL 19 §:n 7) -kohta]
Luvanhakijan on järjestettävä STUK:lle ydinenergialain 63 §:n mukaiset valvontaoikeudet. Vaatimuksen täyttämisen osoittamiseksi Posiva esittää STUK:lle rakentamislupahakemuksen jättämisen yhteydessä erillisen selvityksen edellä mainittujen valvontaoikeuksien järjestämisestä.

Muut edellytykset (YEL 19 §:n 10) -kohta]
Hakijan muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti käyvät ilmi liitteistä 7, 8, 9, 16 ja 18. Lisäksi hakija katsoo edellä esitetyn ja hakemuksen liitteissä esitetyn tarkemman selvityksen perusteella, että ydinenergialain 5–7 §:n vaatimukset koskien yhteiskunnan kokonaisetua ja loppusijoituslaitoskokonaisuuden turvallisuutta täyttyvät.

PÄÄTÖKSEN TÄYTÄNTÖÖNPANO

Hakija pyytää, että valtioneuvosto hallintolainkäyttölain (586/1996) 31 §:n 2 momentin nojalla päättää lupaa myöntäessään, että päätös pannaan täytäntöön mahdollisesta valituksesta huolimatta, koska päätöksen täytäntöönpanoa ei yleisen edun vuoksi tule lykätä.

Ydinjätehuoltovelvollisille TVO:lle ja Fortumille on asetettu aikatauluvelvoite, jonka mukaan loppusijoituslaitos on voitava rakentaa siten, että ydinpolttoaineen loppusijoitus on mahdollista aloittaa noin vuonna 2020. Tämä on todettu kauppa- ja teollisuusministeriön kirjeessä 9/815/2003, 23.10.2003. Loppusijoitusvalmiuden saavuttaminen noin vuonna 2020 on mahdollista, jos kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen pääsee alkamaan viimeistään vuoden 2015 alkupuolella. Tämä edellyttää paitsi rakentamisluvan saamista vuoden 2014 aikana myös sitä, että päätös voidaan panna täytäntöön mahdollisesta valituksesta huolimatta.

Hakija pyytää myös, että Säteilyturvakeskus saisi luvan hyväksyä muutokset esitetyille suunnitteluratkaisuille, esimerkiksi muutokset materiaalin valinnassa ja komponenttien mitoissa sekä loppusijoituskapseleiden asentamisessa kallioperään.

Eurajoella 31. päivänä joulukuuta 2012

POSIVA OY

Reijo Sundell
toimitusjohtaja

Timo Äikäs
varatoimitusjohtaja

HAKEMUKSEN LIITTEET

Hakemukseen on liitetty alla esitettävät ydinenergia-asetuksen 24 §:n ja 32 §:n mukaiset selvitykset.

Kaupparekisteriote [YEA 24 §, 1. momentti, kohta 1]	**Liite 1**
Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä [YEA 24 §, 1. momentti, kohta 2]	**Liite 2**
Selvitys hakijan oikeudesta käyttää ydinlaitoksen suunniteltua sijaintipaikkaa [YEA 32 §, kohta 1]	**Liite 3**
Selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä [YEA 32 §, kohta 2]	**Liite 4**
Selvitys rakennettavan ydinlaitoksen tyypistä sekä keskeisten osien suunnitellut toimittajat [YEA 32 §, kohta 3]	**Liite 5**
Selvitys ydinlaitoksessa valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä [YEA 32 §, kohta 4]	**Liite 6**
Pääpiirteinen selvitys teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisuista sekä muista järjestelyistä, joilla ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan [YEA 32 §, kohta 5]	**Liite 7**
Selvitys turvallisuusperiaatteista, joita hakija aikoo noudattaa, sekä arvio periaatteiden toteutumisesta [YEA 32 §, kohta 6]	**Liite 8**
Selvitys ydinlaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi [YEA 32 §, kohta 7]	**Liite 9**
Pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellusta käyttöorganisaatiosta [YEA 32 §, kohta 8]	**Liite 10**
Selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi mukaan luettuina ydinlaitoksen purkaminen ja ydinjätteiden loppusijoitus sekä selvitys ydinjätehuollon aikatauluista ja arvioiduista kustannuksista [YEA 32 §, kohdat 10]	**Liite 11**
Selvitys ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä [YEA 32 §, kohta 11]	**Liite 12**
Ydinlaitoshankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma [YEA 32 §, kohta 12]	**Liite 13**
Hakijan tilinpäätösasiakirjat viimeisten viiden vuoden ajalta [YEA 32 §, kohta 13]	**Liite 14**

Selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutusorganisaatiosta [YEA 32 §, kohta 14] **Liite 15**

Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Ympäristövaikutuksia koskeva ajantasalle saatettu selvitys [Kauppa- ja teollisuusministeriön lausunto Posiva Oy:n YVA-selostuksesta 1999) **Liite 16**

Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Selvitys loppusijoitustilojen avattavuudesta, siihen vaikuttavista tekijöistä, avaustekniikasta, avaamisen turvallisuudesta ja arvio avaamisen kustannuksista [Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva periaatepäätös 2010] **Liite 17**

Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Selvitys ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön sekä turvallisesta toteuttamisesta niin, että vaarallisten aineiden kuljetuksista annetun lain (719/1994) sekä sen nojalla annettujen säännösten vaatimukset tulevat täytetyiksi [Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva periaatepäätös 2010] **Liite 18**

Liite 1 Kaupparekisteriote [YEA 24 §, 1. momentti, kohta 1]

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
Kaupparekisteri
Arkadiankatu 6 A
00100 HELSINKI
puh. (09) 6939 500

Sivu 1
Y-tunnus: 1029258-8
Annettu: 29.05.2012

O T E K A U P P A R E K I S T E R I S T Ä

Toiminimi:
Posiva Oy

Yritys- ja yhteisötunnus:	1029258-8
Kaupparekisterinumero:	644.303
Yritys rekisteröity:	08.11.1995
Yritysmuoto:	osakeyhtiö
Kotipaikka:	Eurajoki
Otteen sisältö:	29.05.2012 rekisterissä olleet tiedot.

Rekisteröityä ilmoitusta koskevat tiedot:

Diaarinumero	Järj.nro	Merkitty rekisteriin ja kuulutettu
2012/682909	36	29.05.2012

Yrityksen yhteystiedot:

Postiosoite:	Olkiluoto, 27160 EURAJOKI
Käyntiosoite:	27160 EURAJOKI
Puhelin:	02837231
Faksi:	0283723709

Rekisterimerkinnät:

TOIMINIMI (Rekisteröity 08.11.1995)
Posiva Oy.

TOIMIALA (Rekisteröity 09.07.2004)
Yhtiön toimialana on Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodossa olevien Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ja Fortum Power and Heat Oy:n Loviisassa olevien Loviisa 1 ja Loviisa 2 ydinvoimalaitosyksiköiden sekä yhtiön osakkaiden Suomeen rakennettavien uusien ydinvoimalaitosyksiköiden samoin kuin muiden Suomessa toimivien ydinlaitosten käytetyn ydinpolttoaineen ja muun runsasaktiivisen ydinjätteen huolto - loppusijoitus mukaan lukien - ydinenergialaissa tarkoitetun jätehuoltovelvollisten huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi turvallisella ja taloudellisella tavalla sekä sen edellyttämä tutkimus- ja kehitystyö. Yhtiö voi harjoittaa myös muuta ydinjätehuoltoon liittyvää liiketoimintaa.

KOTIPAIKKA (Rekisteröity 02.07.2004)
Eurajoki.

P10455 ITELLA 120529 (2) 120529 1410 C9SDZO 112FGUMS 1632 C1 /1 2 /4

Sivu 2
Y-tunnus: 1029258-8

TILIKAUSI (Rekisteröity 13.10.1997)
Yhtiön tilikausi on vuosittain alkaen 01.01. ja päättyen 31.12.

PERUSTAMINEN (Rekisteröity 08.11.1995)
Yhtiöjärjestys on perustamiskokouksessa hyväksytty 19.10.1995.

YHTIÖJÄRJESTYKSEN MUUTOS (Rekisteröity 26.06.2007)
Yhtiöjärjestystä on muutettu 16.04.2007.

OSAKEPÄÄOMA (Rekisteröity 01.09.2006)
Osakepääoma 1.682.000,00 euroa, täysin maksettu.
Osakkeet 10.000 kpl.

HALLITUS (Rekisteröity 29.05.2012)
Puheenjohtaja:
[redacted]
Varsinaiset jäsenet:
[redacted]

MUU JOHTO (Rekisteröity 21.09.2009)
Toimitusjohtaja:
[redacted]
Toimitusjohtajan sijainen:
[redacted]

TILINTARKASTAJAT (Rekisteröity 26.06.2007)
Tilintarkastaja:
Deloitte & Touche Oy, Y-tunnus 0989771-5, Kaupparekisteri
Päävastuullinen tilintarkastaja:
[redacted]
PricewaterhouseCoopers Oy, Y-tunnus 0486406-8, Kaupparekisteri
Päävastuullinen tilintarkastaja:
[redacted]

LAKIMÄÄRÄINEN EDUSTAMINEN (Rekisteröity 08.11.1995)
Toiminimen kirjoittaa osakeyhtiölain nojalla hallitus.

TOIMINIMEN KIRJOITTAMINEN (Rekisteröity 08.11.1995)
Yhtiöjärjestyksen mukaan toiminimen kirjoittavat hallituksen jäsen ja toimitusjohtaja yhdessä sekä hallituksen jäsenet kaksi yhdessä.

EDUSTAMISOIKEUDET (Rekisteröity 29.05.2012)
[redacted]
Oikeutetut edustavat yhtiötä kaksi yhdessä.

PROKURAT (Rekisteröity 28.06.2011)
[redacted]

P10455 ITELLA 120529 (2) 120529 1410 C9SDZO 112FGUMS 1633 C1 / 1

Sivu 3
Y-tunnus: 1029258-8

[redacted]
Prokuristit edustavat yhtiötä kaksi yhdessä tai kukin erikseen yhdessä hallituksen jäsenen tai toimitusjohtajan kanssa.

TILINPÄÄTÖSASIAKIRJAT (Rekisteröity 14.07.2011)
Tilinpäätös ajalta 01.01.2010 - 31.12.2010.

VOIMASSAOLEVAT HENKILÖTIEDOT

[redacted]

TOIMINIMIHISTORIA:
08.11.1995 - Posiva Oy

Tiedot on tulostettu koneellisesti kaupparekisterijärjestelmästä. Patentti- ja rekisterihallituksen paperille tulostettuna asiakirja on alkuperäinen ilman allekirjoitusta.

P10455 ITELLA 120523 (2) 120529 14:10 C9SDZO 112FGUMS 1634 C1 /1

Liite 2 Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä [YEA 24 §, 1. momentti, kohta 2]

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
Kaupparekisterijärjestelmä

Sivu 1
09.02.2009
Y-tunnus: 1029258-8

YHTIÖJÄRJESTYS

Yritys- ja yhteisötunnus: 1029258-8
Kaupparekisterinumero: 644.303

Yhtiö: Posiva Oy

Käsittelevä toimisto: Kaupparekisteri
Arkadiankatu 6 A
00100 Helsinki, puh. 09 - 6939 500

Jäljennöksen sisältö:
Voimassaoleva yhtiöjärjestys 09.02.2009
Voimassaoloaika 26.06.2007 -

Laki ulkomaalaisten sekä eräiden yhteisöjen oikeudesta omistaa ja hallita kiinteätä omaisuutta ja osakkeita on kumottu 1.1.1993. Siihen perustuvat yhtiöjärjestys- ja sääntömääräykset sekä sen nojalla tehdyt merkinnät ovat mitättömiä.

Tiedot on tulostettu koneellisesti kaupparekisterijärjestelmästä. Patentti- ja rekisterihallituksen paperille tulostettuna asiakirja on alkuperäinen ilman allekirjoitusta.

Y-tunnus: 1029258-8
Sivu 1

POSIVA OY:N YHTIÖJÄRJESTYS

1 §
Yhtiön toiminimi ja kotipaikka
Yhtiön toiminimi on Posiva Oy ja kotipaikka Eurajoki.

2 §
Yhtiön toimiala
Yhtiön toimialana on Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodossa olevien Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ja Fortum Power and Heat Oy:n Loviisassa olevien Loviisa 1 ja Loviisa 2 ydinvoimalaitosyksiköiden sekä yhtiön osakkaiden Suomeen rakennettavien uusien ydinvoimalaitosyksiköiden samoin kuin muiden Suomessa toimivien ydinlaitosten käytetyn ydinpolttoaineen ja muun runsasaktiivisen ydinjätteen huolto - loppusijoitus mukaan lukien - ydinenergialaissa tarkoitetun jätehuoltovelvollisten huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi turvallisella ja taloudellisella tavalla sekä sen edellyttämä tutkimus- ja kehitystyö. Yhtiö voi harjoittaa myös muuta ydinjätehuoltoon liittyvää liiketoimintaa.

3 §
Osakepääoma
Yhtiön vähimmäispääoma on miljoonakuusisataakahdeksankymmentäkaksituhatta (1.682.000) euroa ja enimmäispääoma kuusimiljoonaaseitsemänsataakaksikymmentäkahdeksantuhatta (6.728.000) euroa, jaettuna vähintään kymmeneentuhanteen (10.000) ja enintään neljäänkymmeneentuhanteen (40.000) kappaleeseen osakkeita.

4 §
Osakkeet
Osakkeilla ei ole nimellisarvoa.

5 §
Yhtiön hallitus
Yhtiön hallinnosta ja toiminnan asianmukaisesta järjestämisestä huolehtii hallitus, johon kuuluu neljä (4) jäsentä.

Hallituksen jäsenten toimikausi päättyy vaalia seuraavan varsinaisen yhtiökokouksen päättyessä.

6 §
Toimitusjohtaja
Yhtiöllä on hallituksen valitsema toimitusjohtaja.

7 §
Yhtiön edustaminen
Yhtiötä edustavat, sen lisäksi mitä osakeyhtiölaissa on säädetty, hallituksen puheenjohtaja, hallituksen varsinaiset jäsenet ja toimitusjohtaja sekä henkilöt, joille hallitus on antanut edustusoikeuden, kaksi yhdessä.

8 §

Prokurat
Yhtiön prokuroista päättää hallitus. Prokura voidaan antaa ainoastaan siten, että prokuristit voivat edustaa yhtiötä kaksi yhdessä tai kukin erikseen yhdessä hallituksen jonkun jäsenen tai toimitusjohtajan taikka henkilön kanssa, jolle hallitus on antanut edustusoikeuden.

9 §
Tilintarkastajat
Yhtiössä on kaksi (2) varsinaista tilintarkastajaa, joiden tulee olla Keskuskauppakamarin hyväksymiä tilintarkastajia tai tilintarkastusyhteisöjä.

Tilintarkastajien toimikausi päättyy vaalia seuraavan varsinaisen yhtiökokouksen päättyessä.

10 § Yhtiökokouksen paikka ja kokouskutsu
Yhtiökokous voidaan pitää Eurajoella, Raumalla, Helsingissä tai Espoossa.

Kutsu yhtiökokoukseen on toimitettava osakkeenomistajille aikaisintaan neljää viikkoa ja viimeistään yhtä viikkoa ennen kokousta ilmoituksella, joka lähetetään osakkaille kirjattuna kirjeenä heidän osakeluetteloon ilmoittamillaan osoitteilla tai muuten todistettavasti kirjallisesti.

11 §
Varsinainen yhtiökokous
Varsinainen yhtiökokous on pidettävä vuosittain hallituksen määräämänä päivänä kuuden kuukauden kuluessa tilikauden päättymisestä.

Kokouksessa on

päätettävä:
1. tilinpäätöksen vahvistamisesta;
2. taseen osoittaman voiton käyttämisestä;
3. vastuuvapaudesta hallituksen jäsenille ja toimitusjohtajalle;
4. hallituksen jäsenten palkkioista;
5. hallituksen jäsenten valinnasta ja
6. tilintarkastajien valinnasta.

12 §
Tilikausi
Yhtiön tilikausi on kalenterivuosi.

13 §
Lunastuslauseke
Jos osake siirtyy uudelle omistajalle, on siirronsaajan viipymättä kirjallisesti ilmoitettava siirrosta hallitukselle ja on ensisijaisesti osakkeenomistajilla ja toissijaisesti yhtiöllä oikeus lunastaa osake seuraavilla ehdoilla:

Lunastusoikeus koskee kaikkia saantoja.

Hallituksen tulee antaa tieto osakkeenomistajille tässä tarkoitetusta osakkeen siirtymisestä viipymättä ja viimeistään 7 päivän kuluessa siirtoilmoituksen saamisesta. Tiedoksiantamisen tulee tapahtua samoin kuin kokouskutsun antamisen. Tiedon tulee sisältää ilmoitus lunastettavien osakkeiden lukumäärästä, lunastushinta ja päivämäärä, jolloin lunastusvaatimus viimeistään on tehtävä.

Lunastushinta on osakkeen viimeksi vahvistetun taseen mukainen tasesubstanssiarvo, jonka yhtiön tilintarkastajat kunkin tilikauden päätyttyä vahvistavat.

Osakkeenomistajien tulee esittää lunastusvaatimuksensa kirjallisesti yhtiölle kahdenkymmenenyhden (21) päivän kuluessa siitä, kun osakkeen siirtymisestä on hallitukselle ilmoitettu.

Jos useammat osakkaat haluavat käyttää lunastusoikeuttaan, on osakkeet jaettava hallituksen toimesta lunastukseen halukkaiden kesken heidän omistamiensa osakkeiden mukaisessa suhteessa.

Mikäli osakkeiden jako ei näin mene tasan, jaetaan ylijääneet osakkeet lunastusta vaatineiden kesken arvalla.

Jos kukaan osakkeenomistajista ei käytä lunastusoikeuttaan, on yhtiöllä oikeus osakepääomaa alentamatta voitonjakokelpoisilla varoilla lunastaa osake kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa siirtoilmoituksesta lukien.

Lunastushinta on suoritettava siirronsaajalle käteisenä rahana tai pankin varmentamalla shekillä kahden (2) viikon kuluessa lunastusvaatimuksen tekemisestä lukien tai mainitussa ajassa talletettava luovutuksensaajan kotipaikan ulosotonhaltijalle.

Lunastusoikeutta sekä lunastushinnan määrää koskevat erimielisyydet on siirrettävä välimiesten ratkaistaviksi välimiesmenettelystä annetun lain mukaisessa järjestyksessä.

Tämä pykälä tai viittaus siihen on merkittävä osakekirjoihin, osakeluetteloon, mahdollisesti annettavaan väliaikaistodistukseen ja osakeantilippuun.

14 §
Suostumuslauseke
Yhtiön osakkeen hankkimiseen luovutustoimin vaaditaan yhtiön suostumus.

Suostumuksen antamisesta päättää yhtiökokous. Suostumuksen antamispäätös on tehtävä yksimielisesti.

Tämä pykälä tai viittaus siihen on merkittävä osakekirjoihin, osakeluetteloon, mahdollisesti annettavaan väliaikaistodistukseen ja osakeantilippuun.

OSAKE- JA OSAKASLUETTELO

1 (1)

Osakepääoma on 1 682 000,00 euroa

Osakas	**Osakekirjan nro**	**Osakkeita**	**Antamispäivä**
Teollisuuden Voima Oyj Töölönkatu 4 00100 HELSINKI	1	6 000	29.12.1995
Fortum Power and Heat Oy PL1 00048 FORTUM	2	4 000	29.12.1995
Yhteensä		10 000	

Eurajoella 10.12.2012

POSIVA OY

Reijo Sundell
toimitusjohtaja

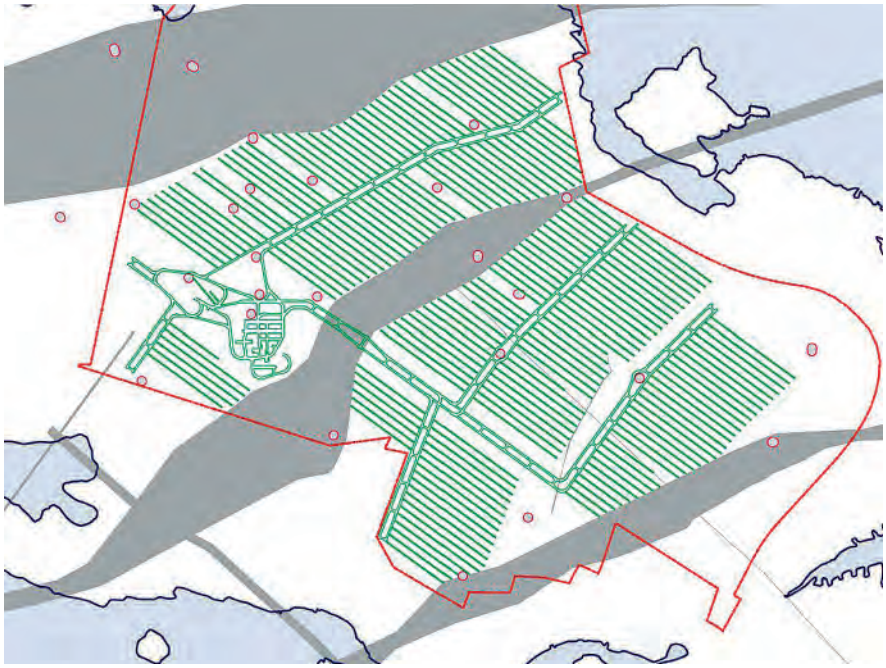
Posiva Oy Olkiluoto 27160 Eurajoki Puhelin (02) 8372 31 Faksi (02) 8372 3709 etunimi.sukunimi@posiva.fi www.posiva.fi Y-tunnus: 1029258-8 Kotipaikka: Eurajoki

Liite 3 Selvitys hakijan oikeudesta käyttää ydinlaitoksen suunniteltua sijaintipaikkaa [YEA 32 §, kohta 1]

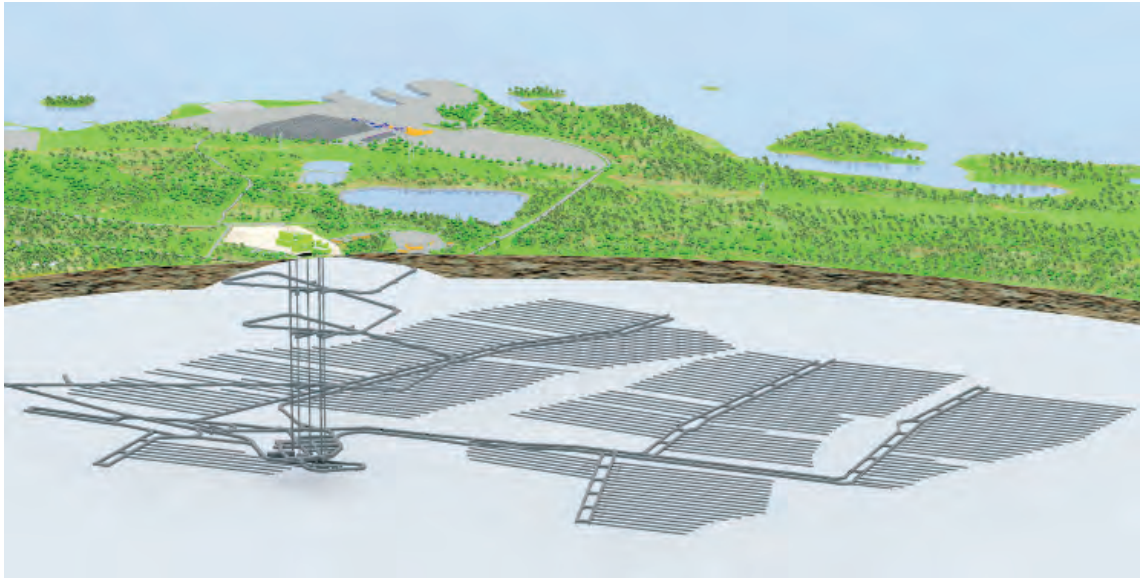
SELVITYS HAKIJAN OIKEUDESTA KÄYTTÄÄ YDINLAITOKSEN SUUNNITELTUA SIJAINTIPAIKKAA

Valtioneuvoston vuonna 2000 tekemän periaatepäätöksen mukaan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijaintipaikka on Olkiluoto (kuva 1). Olkiluodon osayleiskaavassa maanalaisten loppusijoitustilojen alue on rajattu käsittämään koko Olkiluodon saaren ja osia sen lähivesialueista, lukuun ottamatta idässä olevaa loma-asutusaluetta. Osayleiskaavassa määritelty loppusijoitusalue rajataan tarkemmin alueen asemakaavassa. Tulevan maanalaisen loppusijoituslaitoksen rakentaminen asemakaava-alueella keskittyy ensivaiheessa jo rakennetun maanalaisen tutkimustilan ONKALOn läheisyyteen ja laajenee myöhemmissä vaiheissa kallioperäolosuhteiden mukaisesti. Kuvassa 2 on esitetty suunnitteluesimerkki loppusijoitustilojen laajuudesta 9 000 tonnia uraania (tU) suuruiselle käytetyn polttoaineen määrälle. Kuvassa 3 on esitetty havainnekuva kapselointi- ja loppusijoituslaitosten sijoittumisesta Olkiluotoon. Kallioperäolosuhteiden ohella maanalaisten tilojen lopulliseen sijoitteluun vaikuttaa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Posivan sopima suunnitteluperiaate, missä Posiva pidättäytyy suunnittelemasta maanalaisia loppusijoitustiloja ydinvoimalaitosyksiköiden rakentamiseen varatun alueen kallioperään.

Kuva 1. *Idästä länteen päin otettu ilmakuva Olkiluodosta. Kuvan etualalla, saaren keskiosassa on Posivan maanpäällinen alue, jolle jo olemassa olevien rakenteiden ja rakennusten lisäksi on suunniteltu sijoitettavaksi kapselointilaitos. Olkiluodon ydinvoimalaitos on kauempana saaren länsiosassa.*



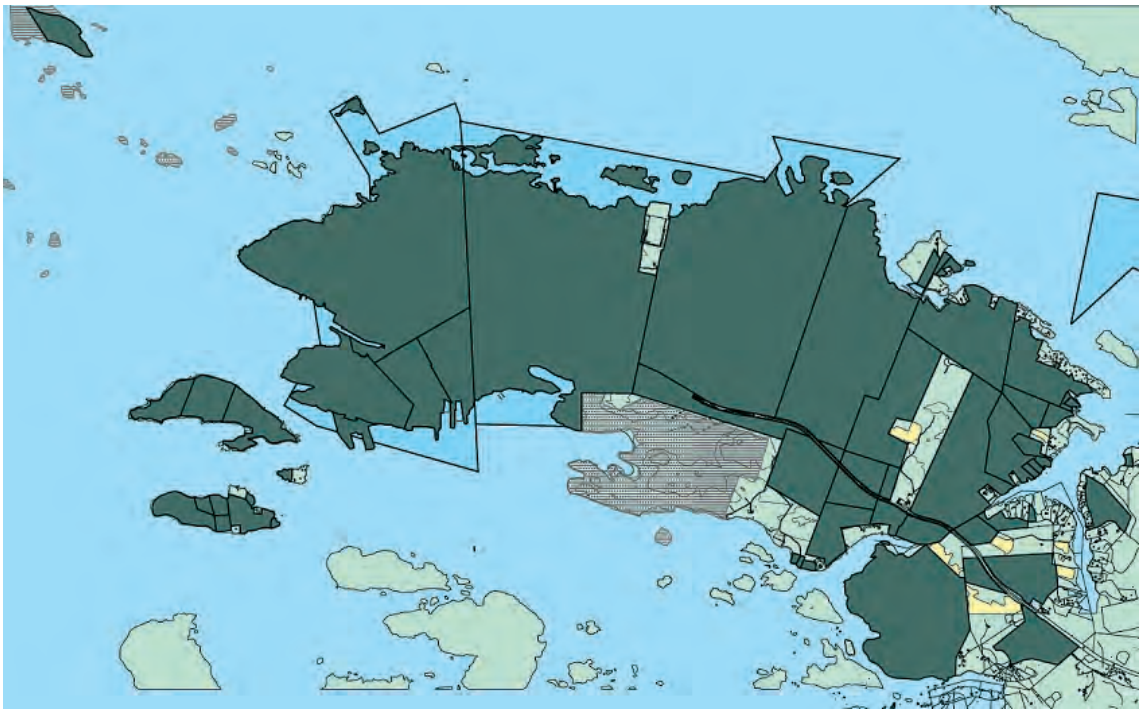
Kuva 2. *9 000 tU suuruiselle käytetyn polttoaineen määrälle tarkoitetut loppusijoitustilat asemoituna asemakaava-alueen kallioperään kallioperäolosuhteiden sekä mitoittavien suunnitteluperusteiden mukaisesti (POSIVA WR 2012-50). Asemakaava-alueen raja on merkitty punaisella.*



Kuva 3. *Havainnekuva Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitellusta laajuudesta (9 000 tU) kuvan 2 suunnitelman mukaisesti.*

TVO omistaa hakijan maanpäälliseen ja maanalaiseen toimintaan liittyvät alueet (kuva 4). Posiva on solminut pitkäaikaisen vuokrasopimuksen TVO:n kanssa, ja sen mukaisesti TVO:n omistamat alueet Eurajoen Olkiluodossa ovat käytettävissä toteutettaessa suunniteltua kapselointi- ja loppusijoituslaitosta.

Olkiluodon saaren eteläosassa sijaitsevan Liiklankarin suojelualueen omistaa ja sitä hallinnoi Metsähallitus. Alue rajoittuu pohjoisosastaan asemakaava-alueeseen.



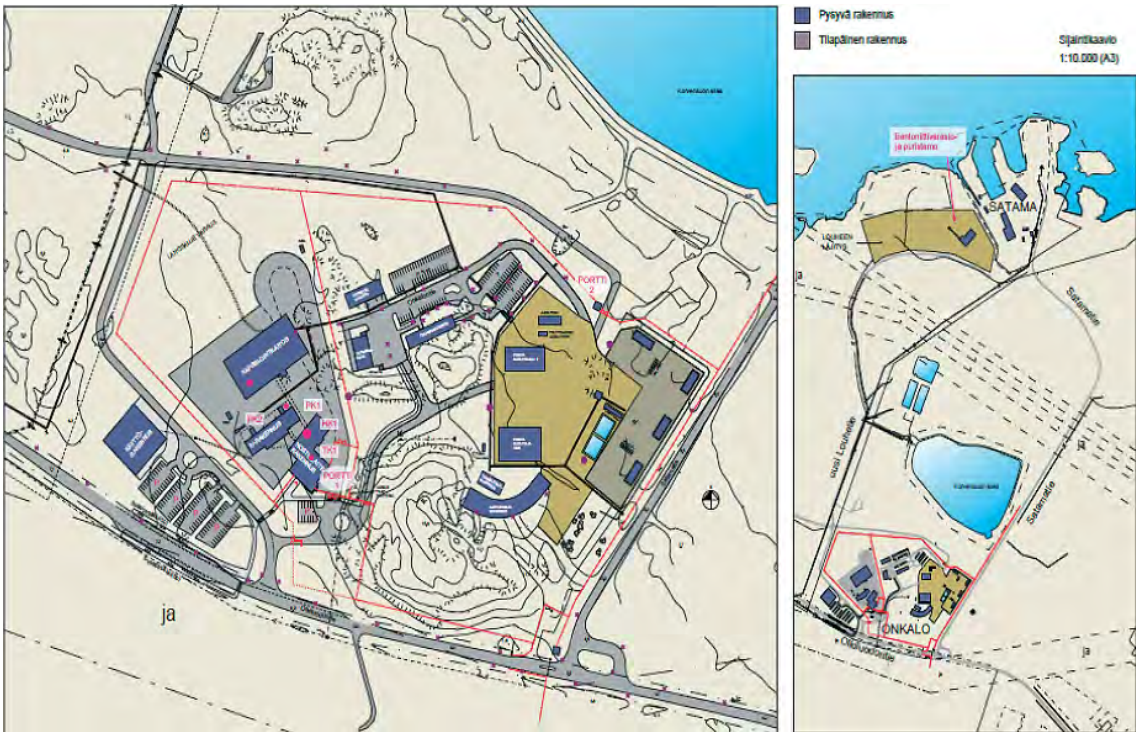
Kuva 4. *Olkiluodon maanomistussuhteet. TVO:n omistamat maa-alueet on merkitty tumman vihreällä ja vesialueet tumman sinisellä. Liiklankarin suojelualue on merkitty rasteroinnilla. Kuvassa vaaleanvihreä alue tarkoittaa asemakaavan mukaista rakennuspaikan osaa, jonka TVO on lunastanut, mutta jonka kiinteistötoimitus ei ole vielä lainvoimainen.*

Liite 4 Selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä [YEA 32 §, kohta 2]

SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINTIPAIKAN JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖN ASUTUKSESTA JA MUISTA TOIMINNOISTA SEKÄ KAAVOITUSJÄRJESTELYISTÄ

1 Yleistä

Posiva Oy:n (Posiva) kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijaintipaikka täyttää lainsäädännössä ja viranomaisvaatimuksissa (erityisesti YVL 1.10) esitetyt vaatimukset alue- ja maankäyttöön liittyen. Alueella oleva asutus on pääosiltaan loma-asutusta ja suuremmat pysyvän asutuksen taajamat ovat Eurajoki noin 16 kilometrin etäisyydellä sekä Rauma noin 13 kilometrin etäisyydellä Olkiluodosta. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen alue- ja maankäyttöä ohjaavat tällä hetkellä maakuntakaava, Olkiluodon osayleiskaava ja vuonna 2011 lainvoiman saanut asemakaava. Maanalaisen loppusijoituslaitoksen rakentamisen myötä Posivan maanpäälliselle alueelle Olkiluotoon tullaan toteuttamaan loppusijoitustoimintaan liittyviä oheistoimintoja kuvan 1 esittämässä laajuudessa.



Kuva 1. *Noin vuoden 2020 tilannetta kuvaava Posivan aluesuunnitelma.*

2 Asutus ja muut toiminnot Olkiluodossa

Posivan suunnitelmissa on rakentaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos TVO:n omistamalle ja Posivan hallinnoimalle alueelle Eurajoen kunnan Olkiluodon saaren keskiosaan. Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen liittyvän tutkimustilan (ONKALO) rakentaminen alkoi vuonna 2004. ONKALOssa tehdään tutkimuksia ja testauksia erillisen ohjelman perusteella.

Loppusijoitusalueella sijaitsevat tutkimustila ONKALOn rakentamisvaiheessa toteutetut projektitoimisto, tutkijahalli sekä Posivan kaluston huolto- ja varastohalli. Alueelle ovat

valmistuneet vuonna 2011 vastaanotettujen ilmanvaihto- ja nostinlaiterakennusten ensimmäiset vaiheet. ONKALOn rakentaminen ja varustaminen samoin kuin muu tavanomainen rakentaminen jatkuvat lähivuosien aikana. Alueelle tullaan toteuttamaan myös toimistorakennus, joka tulee toimimaan Posivan toimisto- ja hallintotilana.

Loppusijoitusalueelle tai sen läheisyyteen tullaan rakentamaan ennen loppusijoitustoiminnan alkua käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitos sekä loppusijoituslaitoksen käyttötoiminnassa tarvittavien savikomponenttien tuotantolaitos. Muuten alue on pääasiassa metsäistä aluetta, jonne sijoittuu mm. Korvensuon raakavesiallas. Posivan aluetta lähinnä olevat toiminnot ovat Olkiluodon länsipäässä sijaitsevat vuosina 1973–1980 rakennetut ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2, joiden nimellinen nettosähköteho on 880 MWe. Olkiluodon länsipäähän on rakenteilla myös Olkiluoto 3 -laitosyksikkö, jonka nimellinen nettosähköteho on noin 1 600 MWe. Olkiluodon voimalaitosalueelle suunnitteilla oleva neljäs voimalaitosyksikkö Olkiluoto 4 tulee myös olemaan lähellä Posivan aluetta Olkiluoto 2 -laitosyksikön pohjoispuolella.

Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsee lisäksi muun muassa hallintorakennuksia, koulutus- ja vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaitos, raakaveden puhdistamo, suolanpoistolaitos, saniteettivesien puhdistuslaitos, majoituskylä, kaatopaikka samoin kuin käytetyn polttoaineen välivarasto, sekä matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot ja loppusijoitustila.

Olkiluodon itäosassa sijaitsevalla loma-asutusalueella sijaitsee Raunolan tila, jonka rakennuskannan ja ympäristön TVO on entisöinyt edustamaan aikaa ennen ydinvoimalaitoksen tuloa Olkiluodon saarelle. Olkiluodossa on tällä hetkellä mahdollisuus järjestää tilapäistä majoitusta ydinvoimalaitoksen tarpeisiin noin 1700 henkilölle ja majoituskapasiteettia voidaan tarvittaessa lisätä noin 500 henkilölle kaavan salliman rakennusoikeuden rajoissa.

Posivan loppusijoitusalueen läheisyydessä harjoitetaan maataloutta ja kalastusta vain pienimuotoisesti. Ulkopään niemessä on TVO:n ylläpitämä ravunkasvatus- ja tutkimuslaitos sekä eksoottisten kasvien koeviljelmä, jotka hyödyntävät ydinvoimalaitoksen jäähdytyksessä lämminnyttä jäähdytysvettä.

TVO:n omistamalla Olkiluodon saaren pohjoisrannalla sijaitsevat ulkopuolisten yritysten hallinnoimat telakka ja satama. Posivan alue sijaitsee sataman eteläpuolella. Yleisessä käytössä toimivaan satamaan johtaa kuusi metriä syvä liikenneviraston ylläpitämä laivaväylä. Sataman ja telakan eri toiminnoissa työskentelee 20–50 henkilöä.

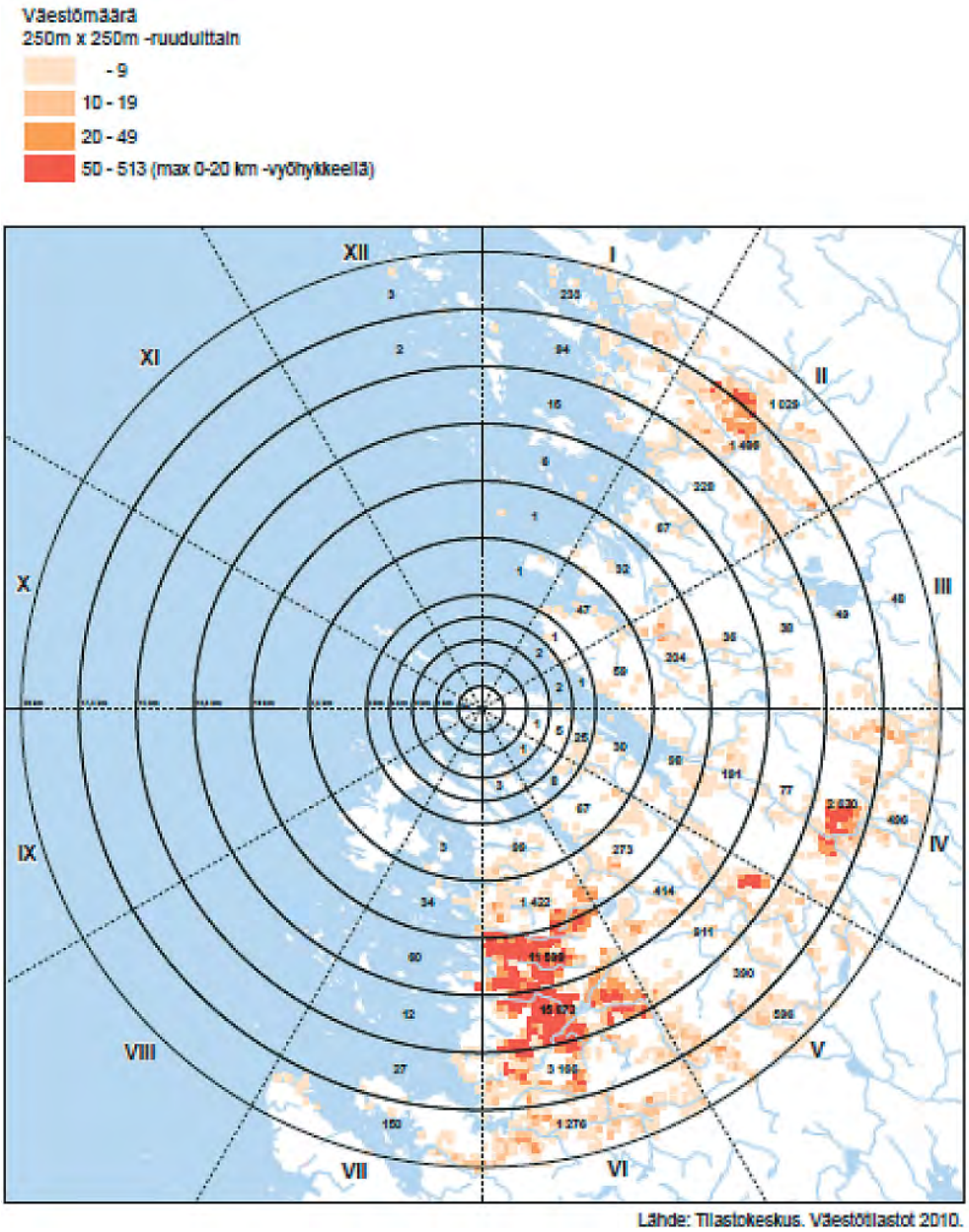
3 Asutus Olkiluodon ympäristössä

Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä kapselointi- ja loppusijoituslaitosalueelta. Pysyvään asumiseen soveltuvia asuntoja Olkiluodon saarella ja läheisessä Kornamaan saaressa on alle kymmenen. Ilavaisten kylässä Olkiluodon saaren itäpuolella on useita pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja. Olkiluodon saarella yksityisessä omistuksessa oleva loma-asutus, yhteensä noin 30 lomakiinteistöä, sijoittuu lähes kokonaisuudessaan saaren itäpäähän. Viiden kilometrin etäisyydellä loppusijoitusalueesta on noin 500 lomakiinteistöä, jotka pääosin sijoittuvat lähisaarille sekä Ilavaisten ja Orjasaaren kyliin.

Eurajoki on Pohjanlahden rannikkokunta, joka kuuluu Rauman talousalueeseen. Eurajoen kunnassa oli vuoden 2011 lopussa 5 844 asukasta. Kuntakeskus sijaitsee valtatien 8 varrella noin 15 kilometrin päässä Rauman keskustasta pohjoiseen ja noin 35 kilometrin päässä Porista etelään. Olkiluodon sijainti Eurajoella ja Raumaan nähden on esitetty kuvassa 2.

Kuva 2. Olkiluoto sijaitsee n. 20 km etäisyydellä alueen merkittävistä taajamista Raumalta ja Eurajoelta.

Rauman talousalueella, jonka muodostavat Eura, Eurajoki ja Rauma, asuu noin 60 000 henkilöä. Porissa, joka sijaitsee Olkiluodosta koilliseen oli vuoden 2011 lopussa 83 133 asukasta. Asutuksen jakautuminen loppusijoitusalueen ympärillä 20 km etäisyydellä on esitetty kuvassa 3. Kuvat perustuvat tilastokeskuksen toimittamaan aineistoon, joka vastaa väestötilannetta 31.12.2009.



Kuva 3. *Väestö (31.12.2009) sektoreittain ja 250 x 250 m ruuduittain Olkiluodon ympäristössä etäisyydellä 0–20 km.*

4 Muut toiminnot Olkiluodon ympäristössä

Loppusijoitusalueen läheisyydessä, Olkiluodon saaren itäosassa, harjoitetaan vähäisessä määrin pienimuotoista peltoviljelyä. Lähivesillä harjoitetaan kalastusta muutaman kalastajan toimesta sekä elinkeinona että harrastuksena. Olkiluodon saaren itäpuolella sijaitsevissa Ilavaisten ja Orjasaaren kylissä (alle 5 km etäisyydellä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta) harrastetaan muutamalla tilalla maanviljelystä.

Eurajoen kunnan elinkeinorakenteessa palveluilla ja jalostuselinkeinoilla sekä maa- ja metsätaloudella on merkittävä asema. TVO ja Posiva ovat kunnassa merkittäviä työnantajia. Posiva työllistää noin 100 henkilöä, joista noin 80 työskentelee Olkiluodossa. Vuoden

2012 lopulla ONKALOn työmaalla työskentelee lisäksi noin 50 aliurakoitsijoiden työntekijää. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen valmistumisen jälkeen käyttö- ja kunnossapitotehtävissä työskentelee noin 120–150 henkilöä.

Eurajokelaisia työllistävä toimialajakauma oli vuonna 2009:

- alkutuotanto 6,4 %
- jalostus 54,4 %
- palvelut 38,1 %

Rauman seutukunnassa vastaava jakauma oli vuonna 2008

- alkutuotanto 3,9 %
- jalostus 41,2 %
- palvelut 54,2 %

Olkiluodon lähialueen tärkeimmät viljelysalueet sijaitsevat 20–40 kilometriä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta itään ja 25–35 kilometriä laitoksesta koilliseen. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta noin 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsee muutama puutarha, jotka tuottavat vihanneksia lähinnä Rauman seudulle.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta 10 kilometrin säteellä sijaitsee kolme maatilaa, jotka tuottavat maitoa. Porissa noin 35 kilometrin etäisyydellä sijaitsee lähin meijeri. Loppusijoitusalueesta 40 kilometrin säteen sisällä sijaitsee useita kymmeniä maitotiloja.

Loppusijoitusalueesta alle 10 kilometrin säteellä sijaitsee neljä koulua. Koulut ovat alakouluja ja oppilaat ovat iältään 6–13-vuotiaita.

Eurajokelaisista puolet käy töissä kunnan ulkopuolella, muun muassa Raumalla ja Porissa. Eurajoelle muualta töihin tulevat ovat hyvin laajalta alueelta, mutta enemmistönä ovat raumalaiset.

5 Kaavoitus- ja muut järjestelyt

5.1 Yleistä

Olkiluodossa on voimassa oleva maakuntakaava, rantayleiskaava, osayleiskaava sekä asemakaavat, joissa on osoitettu alueet ydinlaitosten rakentamiselle. Olkiluodossa voimassa olevien asemakaavojen osalta kunta on velvoitettu laatimaan asemakaavoitetuille alueille ajantasaisuustarkastuksen, jonka yhteydessä tarkastetaan kaavan toteutuminen ja laaditaan asemakaavoille tarvittavat päivitykset, jolloin ne tullaan saattamaan nykyvaatimuksia vastaaviksi. Päivityksen yhteydessä otetaan tarkastettavissa kaavoissa kantaa loppusijoitustoimintaan huomioiden loppusijoitustoimintaan soveltuva kallioperä.

5.2 Asemakaava

Eurajoen kunta käynnisti asemakaavamuutoksen käytetyn polttoaineen loppusijoituksen mahdollistamiseksi päätöksellään lokakuussa 2008. Asemakaavamuutoksella saatettiin ajantasalle mm. 1974 vahvistetun asemakaavan korttelia 5 ja 2005 hyväksytyn asemakaavan kortteleita 1 ja 2 sekä kumottiin 1981 vahvistettu ranta-asemakaava. Kaavaluonnos oli nähtävillä alkuvuodesta 2009 ja kaavaehdotus elokuussa 2009. Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi loppusijoitusalueen asemakaavan ja asemakaavan muutoksen päätök-

sellään kesäkuussa 2010. Päätökseen sisältyi myös asemakaavan ja ranta-asemakaavan osittainen kumoaminen Liiklankarin luonnonsuojelualueen osalta. Loppusijoitusalueen asemakaavalla (kuva 4) osoitetaan alueet ja rakennusoikeus loppusijoituslaitoksen rakennuksia ja rakenteita varten. Asemakaava on lainvoimainen.

Voimassa olevissa Olkiluodon asemakaavoissa on rakennusoikeutta ydinvoima-laitosalueeksi osoitetulla alueella 6,55 miljoonaa kuutiometriä. Voimalaitosalue sijoittuu Olkiluodon saaren länsipäähän.

Nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden, rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön ja suunnitteilla olevan Olkiluoto 4 -laitosyksikön alueella on voimassa asemakaava, joka on vahvistettu vuonna 1997. Voimalaitosalue on merkitty teollisuus- ja varastorakennuksien korttelialueeksi, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia ja muita voimantuotantoon, -jakeluun ja -siirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja laitteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu.

Pääosa asemakaavan tarkoittamista vesialueista on vahvistettu vesialueeksi, jota saa käyttää voimalaitosten tarkoituksiin ja jolle teollisuus- ja varastoalueiden kohdalla saa rakentaa voimalaitosten tarvitsemia laitureita ym. rakennelmia ja laitteita. Kaavassa on myös osoitettu vesialueet, joilla sallitaan täyttämis- ja pengertämistöitä.

Olkiluodon alueella on lisäksi vuonna 2005 hyväksytyt energiatuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialueiden kaavat sekä aikaisemmin vahvistettuja ranta-asemakaavoja Olkiluodon saaren itäpuolella.

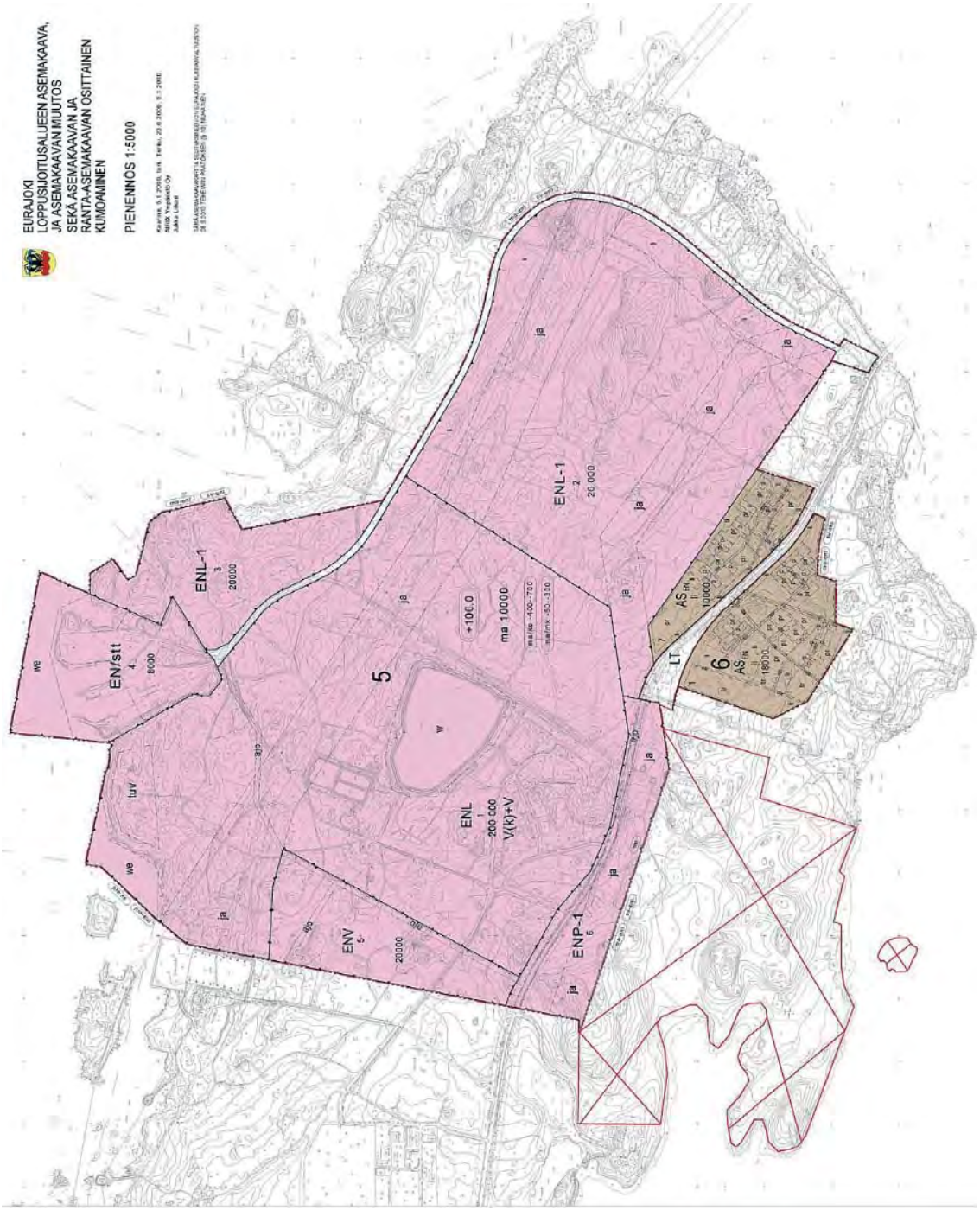
Jatkossa kunta suorittaa maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti asemakaavojen ajantasaisuustarkastelun noin 13 vuoden välein myös Olkiluodossa. Sen yhteydessä kunta kuulee alueen maanomistajia ja toimijoita, joilla on tässä yhteydessä mahdollisuus vaikuttaa kaavan sisältöön. Samassa yhteydessä Posiva tulee esittämään, että myös loppusijoitustoiminta tulee ottaa huomioon uusittavissa asemakaavoissa. Posiva määrittää uudet loppusijoitustilat kaavoitetuille alueille tutkimustyön edetessä, soveltuvan kallioperän mukaisesti. Asemakaavaan perustuva loppusijoitustilojen asemointivaihtoehto on esitetty Posivan työraportissa WR 2012-50, Loppusijoituslaitoksen suunnitelma 2012.

Eurajoen kunta tulee jatkamaan Olkiluodon saarella sekä seutukaavan että osayleiskaavan määrittelemissä puitteissa asemakaavoitusta yksityiskohtaisemmalle tasolle kaavoitusjärjestelmän mukaisesti.

5.3 Osayleiskaava

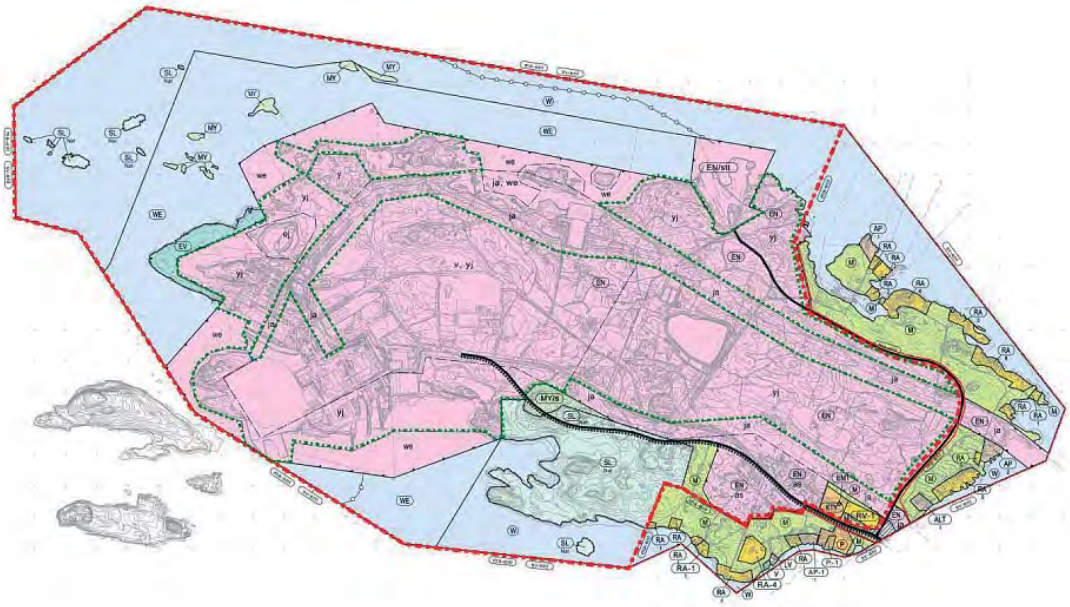
Olkiluodon osayleiskaavan muutostyö käynnistyi 2006. Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi aikaisemmat rantayleiskaavat korvaavan Olkiluodon osayleiskaavan toukokuussa 2008. Turun hallinto-oikeus hylkäsi osayleiskaavaa vastaan tehdyt valitukset huhtikuussa 2009 ja niin ikään korkein hallinto-oikeus hylkäsi tehdyt valitukset kesäkuussa 2010. Olkiluodon osayleiskaava on lainvoimainen.

Osayleiskaavan tärkeimpänä tavoitteena on ollut ylläpitää maankäytöllisiä edellytyksiä Suomen suurimmalla energiantuotantoalueella ja varata alueet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen toteuttamiselle siten, että Suomen lainsäädännön ja toiminnan turvallisuudelle asettamat vaatimukset täyttyvät.



Kuva 4. *Olkiluodon loppusijoituksen salliva asemakaava.*

Rauman ranta-alueilla on voimassa vuonna 1999 vahvistettu Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaava sekä sen kaavamuutos. Rauman kaupunginvaltuusto hyväksyi Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutoksen 29.9.2008. Kaava on lainvoimainen. Kaava-alueeseen kuuluvat Kuusisenmaa, Leppäkarta, Lippo ja Vähä-Kaalonperä sekä näitä saaria ympäröivät vesialueet.



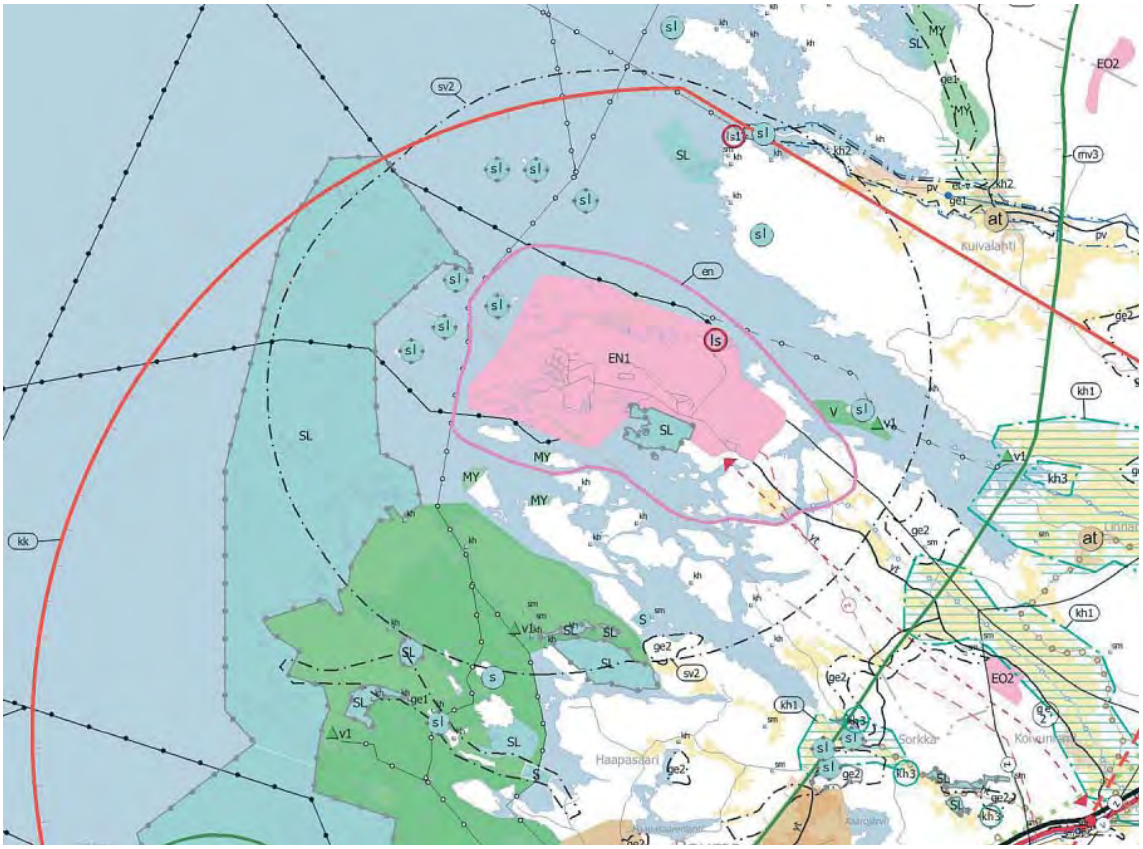
Kuva 5. *Ohjeellisen maanalaisen loppusijoituksen alue (ma-enl) on osoitettu vahvennetetulla punaisella katkoviivalla.*

5.4 Maakuntakaava

Satakunnan maakuntakaavan alueiden käytön tavoitteet perustuvat hyväksyttyihin valtakunnallisiin alueiden käyttötavoitteisiin, jotka tulivat lainvoimaisiksi 2001. Ympäristöministeriö vahvisti Satakunnan maakuntakaavan 30.11.2011. Satakunnan maakuntakaavan laatiminen käynnistettiin Satakuntaliiton toimesta vuoden 2003 helmikuussa. Tuolloin voimassa ollut seutukaava tarkistettiin ja ajantasaistettiin uuden maankäyttö- ja rakennuslain vaatimuksia vastaavaksi maakuntakaavaksi. Satakunnan maakuntakaava saatettiin ympäristöministeriön vahvistettavaksi 1.3.2010. Satakunnan maakuntakaava laadittiin kokonaismaakuntakaavana. Maakuntakaava tukee Olkiluodon voimalaitosrakentamista.

Maakuntakaavassa on otettu huomioon valtiovallan Olkiluodon kaavoitukselle asettamat tavoitteet sekä ydinjätehuollon asettamat vaatimukset. Maakuntakaavassa Olkiluodon voimalaitosalue on määritelty yhdyskuntateknisen huollon alueeksi (ET). Lisäksi kaavassa osoitetaan Olkiluodon alueelle energiahuollon alue (EN1), jolla osoitetaan ydinvoimaloiden laitosalue energiatuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Laitosalueen ympärille on osoitettu energiahuollon kehittämisen kohdealue (en), johon energiahuollontoimintojen vuoksi kohdistuu alueiden käyttöön liittyviä kehittämistarpeita. Uloimpana kiertää suojavyöhyke (sv2), jolla osoitetaan ydinvoimalaitosten suojavyöhyke. Maakuntakaavassa osoitetaan myös alueelta lähtevät voimajohtoreitit, seututie, laiva- ja veneväylät sekä alueella olevat suojelualueet.

Maakuntakaavassa on esitetty, että suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota ympäristönsuojelukysymyksiin sekä järjestää radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ehdottoman turvallisesti. Alueelle voidaan maakuntakaavan estämättä sijoittaa ydinvoimalaitosyksiköiden lisäksi myös muuta energiantuotantoa sekä alueen energiantuotantoon perustuvaa teollisuutta. Liiklankarin alue on maakuntakaavassa luonnonsuojelualuetta.



Kuva 6. *Maakuntakaavassa Olkiluodon voimalaitosalue on määritelty energiahuollon kehittämisen kohdealueeksi (en).*

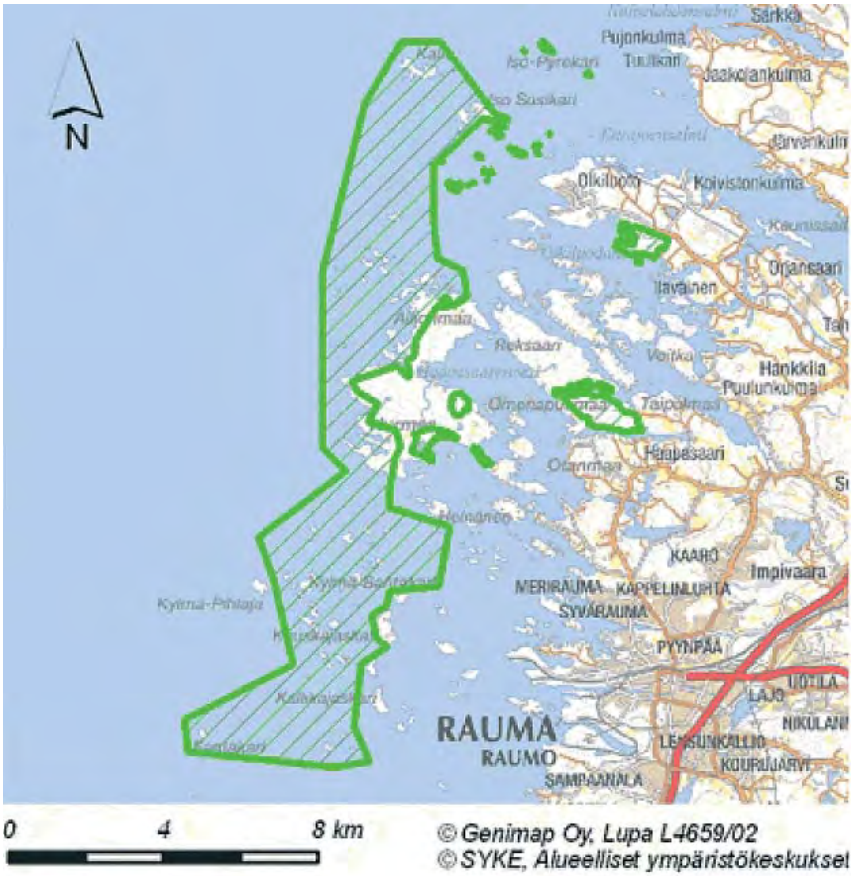
5.4.1 Suojavyöhykkeet

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympärille on määritelty noin 20 kilometrin etäisyydelle ulottuva varautumisalue, jolle viranomaisten on laadittava yksityiskohtaiset pelastussuunnitelmat. Varautumisalueella ei saa sijaita sellaista väestömäärää eikä asutuskeskusta, joita koskevia pelastustoimenpiteitä ei voida toteuttaa tehokkaasti. Suojavyöhykkeille asetetut ehdot toteutuvat Olkiluodossa. Suojavyöhykkeellä vakituisesti asuvien määrä ei estä tehokkaita pelastustoimenpiteitä. Laitosta mahdollisesti vaarantavat toiminnat on siirretty riittävän etäälle. Lähiympäristön maankäyttöön kohdistuu rajoituksia. Sisäasianministeriön asetuksen (709/2003) mukaisen liikkumis- ja oleskelukieltoalueen sekä itse laitosalueen kulun ja kuljetusten valvontaan on varauduttu.

Säteilyturvakeskuksen ohjeessa YVL 1.10 määritellään ydinvoimalaitoksen laitosaluetta ympäröivät suoja-alueet. Ydinvoimalaitoksen laitosalue ulottuu noin kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Laitosalueella saa pääsääntöisesti olla vain voimalaitokseen liittyviä toimintoja. Luvanhaltijan on voitava määrätä kaikesta tällä alueella tapahtuvasta toiminnasta ja voitava tarvittaessa poistaa asiaankuulumattomat henkilöt alueelta tai estää näitä pääsemästä sille. Suojavyöhyke ulottuu noin 5 kilometrin etäisyydelle laitosalueelta. Suojavyöhykkeellä on voimassa maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia, kuten rajoituksia sijoittaa tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä. Suojavyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Pysyvien asukkaiden määrä tulisi YVL 1.10 mukaan pitää pienempänä kuin 200. Asutukseen voidaan vaikuttaa kaavoituksen avulla. Loma-asutusta tai vapaa-ajan toimintaa voi tällä alueella olla enemmän, mikäli kyseiselle alueelle voidaan laatia asianmukainen pelastussuunnitelma.

5.5 Suojelualueet, Natura-alueet

Olkiluodon energiahuollon alueen välittömään läheisyyteen sijoittuu Natura-alueita sekä Olkiluodon saarella että sen edustan merialueilla. Liiklankarin suojelualue sijaitsee etelärannalla saaren keskiosassa. Merellä Natura-alue sijaitsee Olkiluodon länsipuolelle noin 2 kilometrin etäisyydelle. Loppusijoituslaitoksen toiminnasta ei aiheudu merkittävää haittaa Natura-alueilla suojelluille luontotyypeille, joten loppusijoituslaitoksen rakentaminen on voitu toteuttaa sopusoinnussa ympäristön tilan kanssa vaarantamatta merkittävästi luonto- ja ympäristöarvoja. Natura-alueiden olosuhteiden turvaaminen riittävässä määrin otetaan huomioon loppusijoituksen suunnittelussa ja rakentamisessa. Posiva on toteuttanut YVA -menettelyn käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle.. Yhteysviranomaisena toimineen KTM:n hyväksymässä YVA- menettelyssä selvitettiin yhteensä 9 000 uraanitonnin vaikutusta ympäröiviin luontoarvoihin, minkä jälkeen KTM:n lausunnossa YVA -menettelyn katsottiin olevan YVA -lain mukainen.

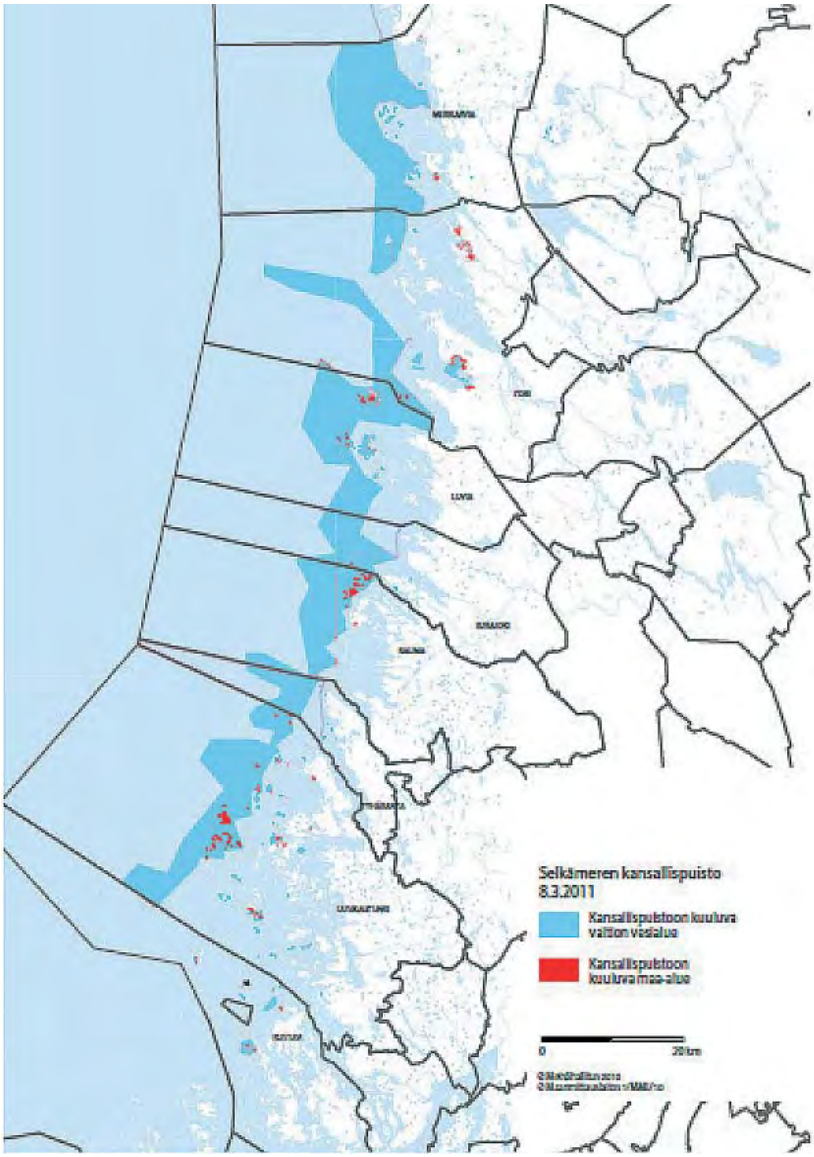


Kuva 7. *Natura 2000, FI 0200073.*

5.6 Selkämeren kansallispuisto

Laki Selkämeren kansallispuistosta tuli voimaan 1.7.2011.

Selkämeren kansallispuisto ulottuu Merikarvialta Kustaviin. Kansallispuiston päätarkoituksena on Selkämeren rannikkovyöhykkeen vedenalaisluonnon ja ekosysteemien turvaaminen sekä kalakannan säilyminen elinvoimaisena. Selkämeren kansallispuisto ei ulotu Posivan loppusijoitusalueelle.



Kuva 8. *Selkämeren kansallispuisto.*

Liite 5 Selvitys rakennettavan ydinlaitoksen tyypistä sekä keskeisten osien suunnitellut toimittajat [YEA 32 §, kohta 3]

SELVITYS RAKENNETTAVAN YDINLAITOKSEN TYYPISTÄ SEKÄ KESKEISTEN OSIEN SUUNNITELLUT TOIMITTAJAT

Hakemuksen kohteena olevan Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötarkoituksena on Posiva Oy:n omistajayhtiöiden Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) ydinvoimalaitosyksiköiden käytössä syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sekä sen käsittelyn yhteydessä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella syntyvien käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden käsittely ja loppusijoittaminen Olkiluodon kallioperään. Laitoskokonaisuus koostuu kahdesta ydinlaitoksesta, jotka ovat kapselointilaitos ja loppusijoituslaitos.

Maanpäällisessä kapselointilaitoksessa vastaanotetaan ja pakataan loppusijoituskapseleihin Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilta kuljetettava, kyseisten voimalaitosten välivarastoissa useita vuosikymmeniä jäähtynyt käytetty ydinpolttoaine. Kapselointilaitokseen lasketaan kuuluvaksi myös sen ja loppusijoituslaitoksen yhdistävä kapselihissi koneistoineen, koreineen ja köysistöineen. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja kapselointi tapahtuvat kauko-ohjatusti ympäristöstä erotetussa käsittelykammiossa. Kapseloinnin jälkeen käytetty ydinpolttoaine ja sen radioaktiiviset aineet ovat hermeettisesti erotettuja ympäristöstään.

Käytetty ydinpolttoaine ja muu yllä mainittu ydinjäte loppusijoitetaan suoraan kapselointilaitoksen alle rakennettavaan loppusijoituslaitokseen, jonka keskeisiä osia ovat varsinainen loppusijoitustila sekä siihen rakenteellisesti ja toiminnallisesti kytkeytyvät tulo- ja poistoilmakuilut, hissikuilu ja siihen liittyvä kapselin mahdollisen putoamisen törmäysvoiman vastaanottava iskunvaimennin, ajotunneli sekä matala- ja keskiaktiivisten käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoitustila. Myös em. kuilujen ja tunneleiden maanpäälliset tekniset tilat järjestelmineen ja laitteineen lasketaan kuuluvaksi loppusijoituslaitokseen. Kapselointilaitoksessa syntyvät radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan kiinteytettyinä edellä mainittuun matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaan.

Loppusijoitustila sijoittuu 400–450 m syvyydelle ja se koostuu vaiheittain rakennettavasta tunnelistosta sekä siihen liittyvistä teknisistä tiloista. Referenssiratkaisuna on käytetyllä polttoaineella täytettyjen kapseleiden laskeminen kapselointilaitoksesta hissillä loppusijoitustilaan ja kuljettaminen edelleen halutulle loppusijoitusreiälle erikoisajoneuvolla. Hissin sijasta kapselit on myös mahdollista kuljettaa ajotunnelin kautta loppusijoitustilaan. Loppusijoitusreiät porataan pystysuoraan loppusijoitustunnelien lattiaan. Selvitettävänä on myös vaihtoehto, jossa kapselit sijoitetaan vaakasuorassa asennossa pienihalkaisijaisiin loppusijoitustunneleihin siten, että yhteen tunneliin voidaan sijoittaa peräkkäin monta kapselia. Vaihtoehdon toteutettavuus ja turvallisuus edellyttävät kuitenkin vielä lisäselvityksiä.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudesta huolehditaan huolellisesti tutkittujen ja kokeellisesti varmistettujen teknisten ratkaisujen ja peräkkäisten toisiaan täydentävien vapautumisesteiden avulla siten, että asetetut turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Teknisiä vapautumisesteitä ovat tiivis ja korroosiota hyvin kestävä loppusijoituskapseli, kapselin kalliosta eristävä bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelien täyttö sekä loppusijoituslaitoksen sulkemisrakenteet. Loppusijoitusreikää ympäröivä kallio toimii luonnollisena vapautumisesteenä. Käytetyn polttoaineen kiinteä olomuoto jo sinänsä hidastaa radionuklidien vapautumista.

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen arvioitu käyttöikä on yli 100 vuotta. Kapselointilaitos tullaan rakentamaan rakentamisluvan myöntämisen jälkeen tarvittavaan valmiuteen ennen käyttölupahakemuksen jättämistä. Loppusijoitustilojen rakentaminen tapahtuu rakentamisluvan saamisen jälkeen vaiheittain. Vuoden 2001 periaatepäätöksen nojalla Posiva on vuodesta 2004 alkaen rakentanut maanalaista tutkimustilaa (ONKALO), jonka avulla tutkitaan kallioperän olosuhteita ja alueen kallioperän soveltuvuutta loppusijoitukseen. ONKALOa koskevat tiedot sisällytetään rakentamislupahakemukseen muun loppusijoituslaitoksen tavoin.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi ja loppusijoitus tullaan aloittamaan käyttöluvan saamisen jälkeen. Tarkoitus on, että loppusijoitustilojen rakentaminen, polttoaineen loppusijoittaminen ja täytettyjen tunneleiden sulkeminen tapahtuvat vaiheittain ja teknisesti toisistaan erillään. Tilat täytetään ja tulpataan asianmukaisilla sulkurakenteilla.

Käytetyn polttoaineen kuljetukset alkavat aikaisintaan vuonna 2020, joten kuljetusmuodot ja -reitit valitaan lopullisesti silloin käytettävissä olevista vaihtoehdoista ja niitä varten haetaan kuljetuskohtaisesti luvat. Posivan referenssikuljetus Loviisasta Olkiluotoon tapahtuu maanteitse. Referenssiratkaisun kehittämisen rinnalla Posiva selvittää myös meri- ja rautatiekuljetusten tarkoituksenmukaisuutta ja toteutettavuutta. Hakemuksen liitteessä 18 esitettävä kuljetustarkastelu koskee kaikkia edellä mainittuja kuljetusmuotoja. Kuljetussäiliöiden hankintaa varten on tehty selvitys kuiva- ja märkäkuljetusten eroista. Päätös säiliötyypistä ja hankinnasta tehdään loppusijoituksen aloittamisaikataulun asettamassa aikataulussa vuosikymmenen puoliväliin mennessä. Olkiluodon käytetty polttoaine siirretään kapselointilaitokselle erikoisajoneuvolla kuljetussäiliössä rakentamalla mahdollisesti osittain uusia teitä kapselointi- ja loppusijoituslaitosalueelle.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen organisointi on kuvattu hakemuksen liitteessä 15. Rakenteilla olevan tutkimustilan rakentaminen tapahtuu Posivan hallinnoimana omana projektina. Laitoksen ja loppusijoitustoimintojen suunnittelussa sekä turvallisuuden perustelemisessa käytetään Posivan omistajien Fortumin sekä TVO:n osaamista sekä lukuisten tunnettujen insinööritoimistojen ja tutkimuslaitosten kuten Pöyry Oyj (Pöyry), Saanio & Riekkola Oy (SROY) ja Teknologian tutkimuskeskus VTT (VTT). Yhteistyö ja tietojen vaihto alan kansainvälisten toimijoiden, kuten ruotsalaisen ydinjätehuoltoyhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), kanssa on tiivistä. Pidemmällä tähtäimellä selvitetään mahdollisuutta myös tuotantoprosessien integroimiseksi Ruotsin SKB:n kanssa.

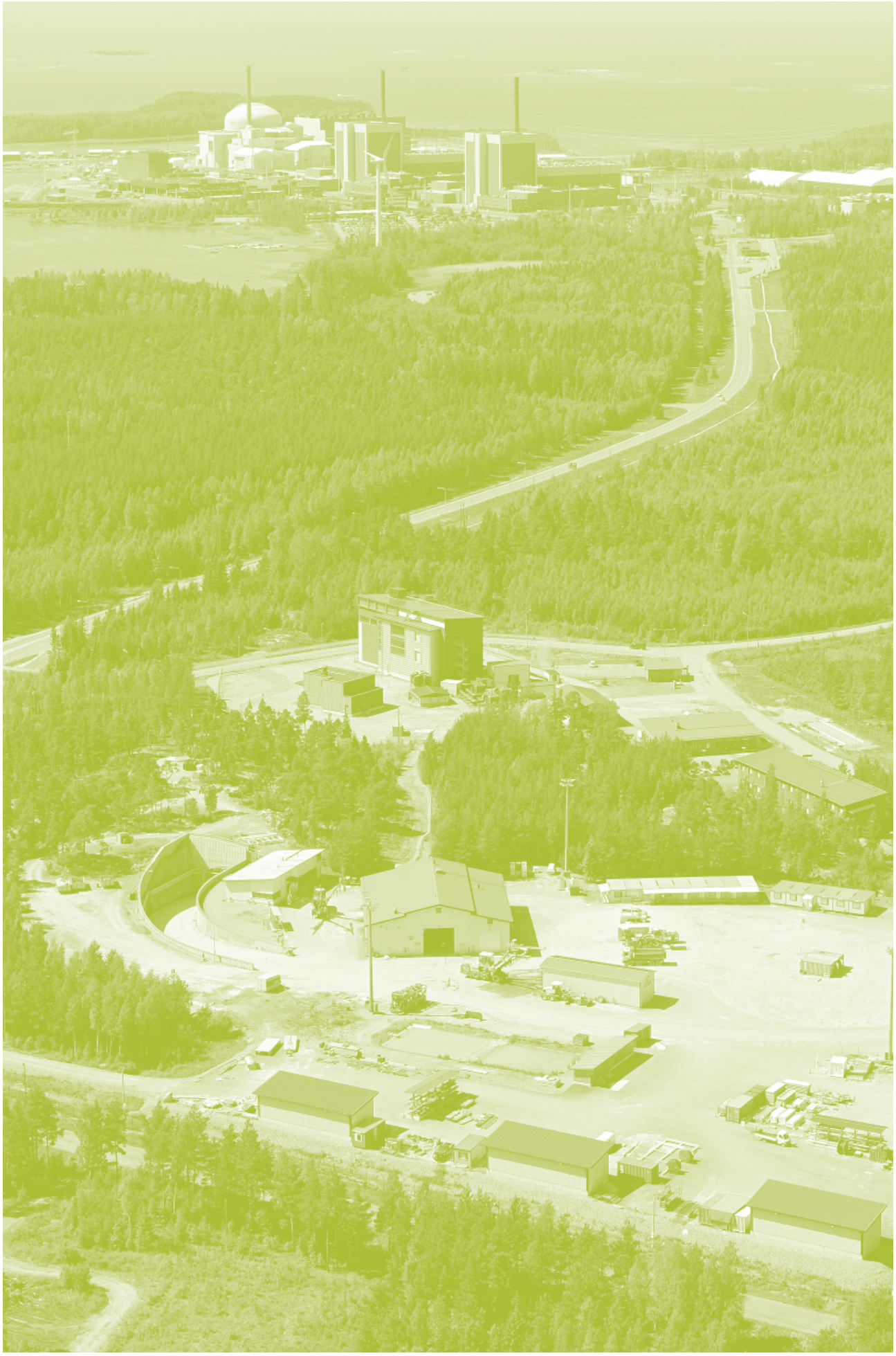
Tavoitteena on, että Posivalla on tulevaisuudessa käytettävissään useampia toimittajia, jotka pystyvät valmistamaan kapselikomponentteja loppusijoituksen edellyttämissä valmistussarjoissa. Kuparikomponenttien valmistukseen tarvittavat valuaihiot sekä kuparikannet on suunniteltu hankittavaksi Luvata Oy:ltä Porista. Muita aihion toimittajia pyritään saamaan mukaan loppusijoitustoiminnan edetessä. Ensimmäiset loppusijoituksessa käytettävät kuparikapselit on suunniteltu valmistuttaa pisto-veto -menetelmällä Vallourec & Mannesmann GmbH:lla Saksassa. Kapselien valmistus pursotusmenetelmällä Wyman-Gordon Ltd:lla Skotlannissa on suunniteltu otettavan käyttöön siinä vaiheessa, kun myös SKB on aloittamassa loppusijoitustoimintaa.

Kapselin valurautasisäosat on suunniteltu hankittavaksi Metso Foundries Oy Jyväskylän valimosta. Myös sekä ruotsalaisessa Heavycast AB että saksalaisessa Coswig GmbH -valimoissa on kehitetty valmiutta sisäosien valmistamiseksi, joten nämä valimot ovat mahdollisia toimittajia edellä mainitun valimon ohella.

Loppusijoitustoimintaa palvelevaa puskuri- ja täyttölohkojen valmistusta varten tehdään ydinjätehuollon kaudella 2013–2015 selvitys lohkojen mahdollisista valmistajista ja paikoista. Vaihtoehtoina ovat lohkojen valmistus itse tai työn antaminen ulkopuolisen valmistajan tehtäväksi. Paikka voi olla Olkiluodossa tai jossain muualla. Samankaltainen selvitys tehdään myös tunnelitäytössä tarvittavista savilohkoista.

Tarkemmat selvitykset turvallisuuden varmistamiseksi tarvittavien teknisten toimintaperiaatteiden, ratkaisujen ja muiden järjestelyiden osalta esitetään hakemuksen liitteessä 7 sekä käsiteltävien ja loppusijoitettavien ydinjätteiden osalta hakemuksen liitteessä 6.

Olkiluoto 4 -laitosyksikön referenssilaitoksena käytetään tässä hakemuksessa Olkiluoto 3 -laitosyksikön ja sen ydinpolttoaineen ominaisuuksia.



Liite 6 Selvitys ydinlaitoksessa valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä [YEA 32 §, kohta 4]

SELVITYS YDINLAITOKSESSA VALMISTETTAVIEN, TUOTETTAVIEN, KÄSITELTÄVIEN, KÄYTETTÄVIEN TAI VARASTOITAVIEN YDINAINEIDEN TAI YDINJÄTTEIDEN LAADUSTA JA ENIMMÄISMÄÄRÄSTÄ

1 Yleistä

Tässä liitteessä kuvataan käytetyn ydinpolttoaineen kulku ydinvoimalaitosten välivarastoinnista kapselilaitokseen ja edelleen loppusijoitukseen, sekä ydinaineiden ja ydinjätteiden enimmäismäärät ja laatu. Lisäksi selvitetään, millaisia ydinjätteitä polttoaineen käsittelyn yhteydessä saattaa syntyä, kuinka suuria nämä jätemäärät saattavat olla ja miten jätteet kerätään ja käsitellään loppusijoituslaitoksen järjestelmillä.

Olkiluodossa ja Loviisassa olevat käytetyn ydinpolttoaineen välivarastot ovat tämän tarkastelun ulkopuolella. Myös välivarastoista tapahtuvat kuljetukset ja siirrot tapahtuvat eri lupien alaisuudessa kuin kapselointi- tai loppusijoituslaitoksen toiminta.

Ydinenergialain mukaan ydinaineita ovat ydinenergian aikaansaamiseen soveltuvat ns. erityiset halkeamiskelpoiset aineet ja lähtöaineet kuten uraani, plutonium ja torium (Ydinenergialaki, 1987). Luonnonuraanissa lähes 99,3 prosenttia on uraanin isotooppia 238 (U-238). Ydinpolttoaineessa väkevöity uraani on käsitelty siten, että sen isotoopin U-235 suhteellinen osuus koko uraanimäärästä kasvaa suuremmaksi kuin 0,7 prosenttia. Suomalaisten ydinvoimalaitosten polttoaine on noin 4-prosenttiseksi, väkevöityä U-235 suhteen uraania. Ydinpolttoaineen tarkempi sisältö kuvataan myöhemmin luvussa 4.1. Plutoniumia syntyy ydinreaktoreissa energian tuotannon yhteydessä.

Ydinenergialain mukaan ydinjätettä on

a) ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet, käytetyn ydinpolttoaineen muodossa tai muussa muodossa olevat radioaktiiviset jätteet; sekä
b) sellaiset ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena radioaktiivisiksi muuttuneet aineet, esineet ja rakenteet, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityisiä toimenpiteitä

2 Polttoainemäärät eri tiloissa ja tilanteissa

2.1 Kapselointilaitos

Normaalitapauksessa polttoaine on kapselointilaitoksessa käsiteltäessä kokonaisina polttoainenippuina. Erittäin harvinaisissa poikkeustapauksissa polttoainetta saattaa esiintyä irrallisina sauvoina, jotka on irrotettu polttoaine-elementeistä lähinnä sauvojen vaurioitumisen johtuen. Nämä sauvat on sijoitettu sauvamakasiineihin, joita voidaan käsitellä kuten polttoaine-elementtiä.

Käytetyn polttoaineen määrää on kuvataan siinä säteilymättömänä olleen uraanin massana, vaikka käytetyssä polttoaineessa osa uraanista onkin muuttunut muiksi alkuaineiksi ja hidasta spontaania hajoamista radioaktiivisissa aineissa tapahtuu jatkuvasti.

Polttoainenipuissa oleva uraanin määrä ja väkevöintiaste vaihtelee polttoainetyypeittäin ja -erittäin. Keskimääräisten arvojen suhteen yksittäisten polttoaine-elementtien uraanimäärä (kgU) vaihteleen keskiarvoihin verrattuna enintään ± 5 %.

Keskimäärin polttoaine-elementit sisältävät tuoreena uraania seuraavat määrät; BWR 175 kgU, VVER 122 kgU ja PWR 532 kgU. Kun BWR- ja VVER-polttoaine-elementtejä asetetaan kapselia kohti 12 kpl ja PWR-polttoaine-elementtejä 4 kpl, tulee eri polttoaine-tyyppien lopppusijoituskapselien uraanimääriksi keskimäärin BWR 2100 kgU, VVER 1464 kgU ja PWR 2128 kgU.

Polttoaineen kuljetus voimalaitospaikoilta kapselointilaitokselle tapahtuu kuljetussäiliöillä, joissa on tarkoituksenmukaista kuljettaa kerrallaan jokin kapseliin sopivan polttoaine-elementtien monikerta, jotta kapseloimattomia polttoaine-elementtejä ei jäisi käsittelykammioon odottelemaan täydennystä. Sijoitettavat polttoaine-elementit on valittava kuhunkin kapseliin ennen kuljetusta ottaen huomioon jälkilämmön tuotto, säteilytaso ja reaktiivisuus siten, että kapselin lämmöntuotto ja kriittisyysturvallisuus ovat vaaditulla tasolla sekä säteilyannosnopeus kapselin ulkopuolella säilyy riittävän alhaisena. Kuljetussäiliöt hankitaan kullekin laitostyypin ydinpolttoaineelle erikseen.

Suurimmilla polttoaine-elementtien uraanimassoilla laskettuna tyypillisten yksittäisten kuljetussäiliöiden uraanimäärät olisivat enimmillään seuraavat:

- Castor TVO, 41 BWR-polttoaine-elementtiä, 7 540 kgU
- Castor VVER 440/84, 84 VVER-polttoaine-elementtiä, 10 500 kgU
- Suunniteltu PWR-kuljetussäiliö, 12 PWR-polttoaine-elementtiä, 6 380 kgU.

Taulukkoon 1 on kerätty kapselointilaitoksen eri tiloissa mahdollisesti olevan käytetyn polttoaineen suunnitellut enimmäismäärät. Kapselointilaitoksessa ei ole tarkoitus varastoida polttoainetta yhtään sen enempää kuin toiminnan joustavan suorituksen kannalta on tarpeellista. Pieniä varastoja saattaa syntyä vastaanottohalliin, mikäli esim. Loviisan polttoainetta kuljetetaan merikuljetuksena, jolloin taloudellisuussyistä useamman kuin yhden kuljetussäiliön samanaikainen kuljetus on tarkoituksenmukaista. Laskelmissa on varauduttu enintään 4 kuljetussäiliön varastoimiseen vastaanottohallissa.

Taulukko 1. *Käytetyn polttoaineen enimmäismäärät kapselointilaitoksen eri tiloissa. Normaalitilanteessa kapselointilaitoksessa on käytettyä ydinpolttoainetta vain murto-osa enimmäismääristä.*

LAITOKSEN OSA	**MÄÄRÄ [kgU]**	**KUVAUS**
Vastaanottohalli	4 x 10 500	4 kuljetussäiliötä
Vastaanottokäytävä	10 500	1 kuljetussäiliö
Käsittelykammio	2 200	1 kapselia vastaava erä
Kapselikäytävä	2 200	1 kapseli
Kapselien puskurivarasto kapselointilaitoksessa	12 x 2 200	12 kapselia
Siirtoreitillä kapselointilaitoksen puskurivarastosta LS-tilan puskurivarastoon	2 200	1 kapseli
YHTEENSÄ	85 500	Enimmäismäärät yhteensä

2.2 Loppusijoituslaitos

Loppusijoituslaitokseen polttoainetta siirtyy kapselin verran kerrallaan ja kapselointinopeudesta riippuen 0-100 kapselia vuodessa. Loppusijoitustasolla lähellä kapselikuilun alapäätä sijaitsee loppusijoitettavien kapselien puskurivarasto, joka on mitoitettu enintään 30 kapselille. Tämä määrä on tarkoituksenmukainen, jotta valmiiksi täytettyjä ja tarkastettuja loppusijoituskapseleita on kapselointilaitoksen ja loppusijoitustilan kapselien puskurivarastossa yhden sijoitustunnelin loppusijoitusta vastaava määrä. Näin ollen loppusijoitustoiminta voi edetä yksittäisen tunnelin osalta mahdollisimman ripeästi ja jotta tunnelin täyttö puolestaan voi edetä häiriintymättä. Kun suunnitellaan loppusijoitettavaksi Olkiluoto 1-Olkiluoto 4 (OL1-4) ja Loviisa 1 - 2 (LO1-2) -laitosyksiköistä suunniteltuna käyttöaikana kertyvä Suomeen jäävä polttoaine, on suunnitelmassa varauduttu enintään 9 000 tU polttoainemäärän loppusijoittamiseen, mikä vastaa noin 4 500 kpl kapseleita. Tämä määrä on periaatepäätöksen mukainen enimmäismäärä, jossa on nykyisten laitosten käyttösuunnitelmien lisäksi varauduttu myös laitosyksiköiden käyttöiän pidennyksiin ja tehon korotuksiin. Taulukossa 2 on esitetty yksityiskohtaisempi arvio eri laitosyksiköiden polttoaineista. Noin 15 prosentissa PWR-polttoainenippuja on oletettu olevan myös säätöelementit.

Taulukko 2. *Loppusijoitussuunnitelmaan sisältyvät varaukset eri laitosyksiköiden kertyville polttoainemäärille ja arvioitu keskimääräinen poistopalama.*

Laitosyksiköt	**Polttoainetta**	**Kapseleita**	**Palamakeskiarvo**
	(tU)	**(kpl)**	**(MWd/kgU)**
OL1+OL2	2 950	1 400	39,5
LO1+LO2	1 050	750	40,6
OL3+OL4	5 000	2 350	45,1
YHTEENSÄ	9 000	4 500	

Lisäksi loppusijoituslaitokseen on varauduttu sijoittamaan kapselointilaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojätteet yhteensä tilavuudeltaan noin 1 500 m^3 ja aktiivisuudeltaan 4 600 GBq.

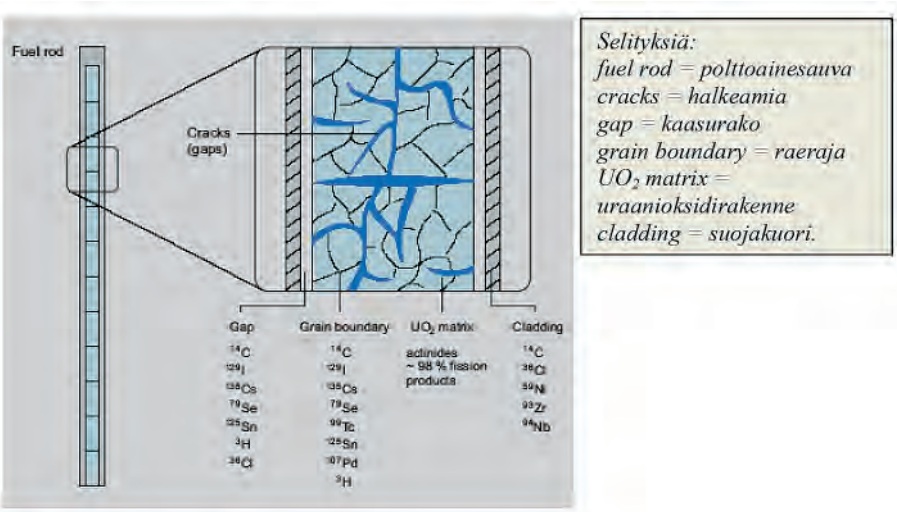
3 Käytetyn polttoaineen ominaisuudet

3.1 Käytetyn polttoaineen aktiivisuusinventaari

Ydinpolttoaineeseen syntyy säteilytyksen seurauksena suuri määrä radionuklideja. Tärkeimpien radionuklidien määrät erilaisissa Suomessa käytössä olevissa polttoainetyypeissä on esitetty taulukossa 3 kapseloinnin kannalta tyypillisessä tilanteessa.

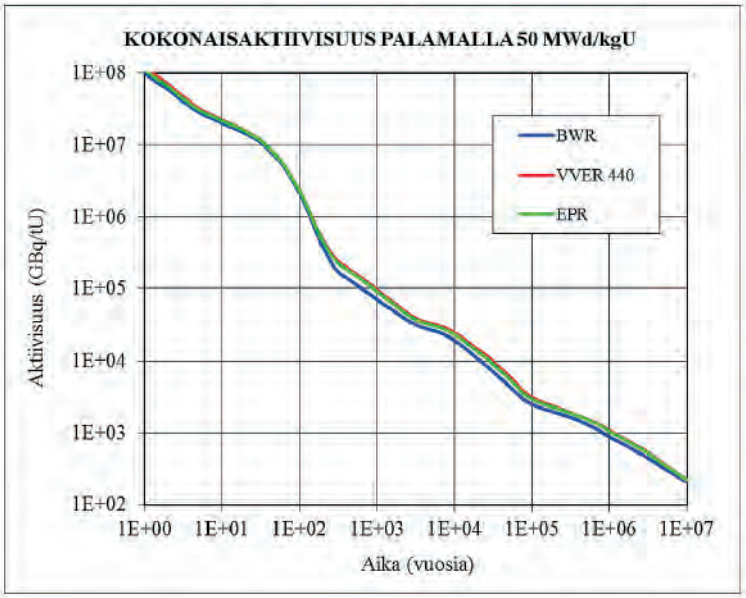
Taulukon 3 radionuklidimääriin sisältyvät sekä uraanin ja plutoniumin fissiossa (halkeamisessa) syntyvät halkeamistuotteet ja radioaktiivisessa hajoamisessa syntyvät tytärnuklidit että neutronikaappauksista aiheutuvan aktivoitumisen seurauksena syntyneet radioaktiiviset aineet. Suurin osa fissiotuotteista ja aktinideista on kiinteässä olomuodossa polttoainematriisissa. Jotkut nuklidit, kuten C-14 ja Cl-16, saattavat esiintyä sekä polttoainetableteissa että polttoaine-elementin metallisissa rakenteissa, mutta useimpia nuklideja on merkittävissä määrin vain polttoainetableteissa. Jotkut radionuklidit rikastuvat polttoaineen raerajoille, tablettien halkeamiin ja polttoaineen ja sauvan väliseen rakoon

lämpövaikutteisen erottautumisen seurauksena polttoaineen ollessa säteilytyksen alaisena reaktorissa (kuva 1).



Kuva 1. *Kaaviokuva radionuklidien esiintymisen jakautumisesta polttoainesauvassa, (Johnson & Tait 1997).*

Eri polttoainetyyppien kokonaisaktiivisuus jäähdytysajan funktiona poistopalamalla 50 MWd/kgU on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. *Kolmen Suomessa käytössä ja rakenteilla olevan laitostyypin polttoaineen kokonaisaktiivisuus jäähdytysajan funktiona, kun poistopalama on 50 MWd/kgU analyysin (Anttila 2005) mukaisesti.*

Taulukko 3. *Nuklidikohtaiset aktiivisuusinventaarit suomalaisille polttoainetyypeille tyypillisellä poistopalama-jäähdytysaika -yhdistelmällä. (Posiva 2013).*

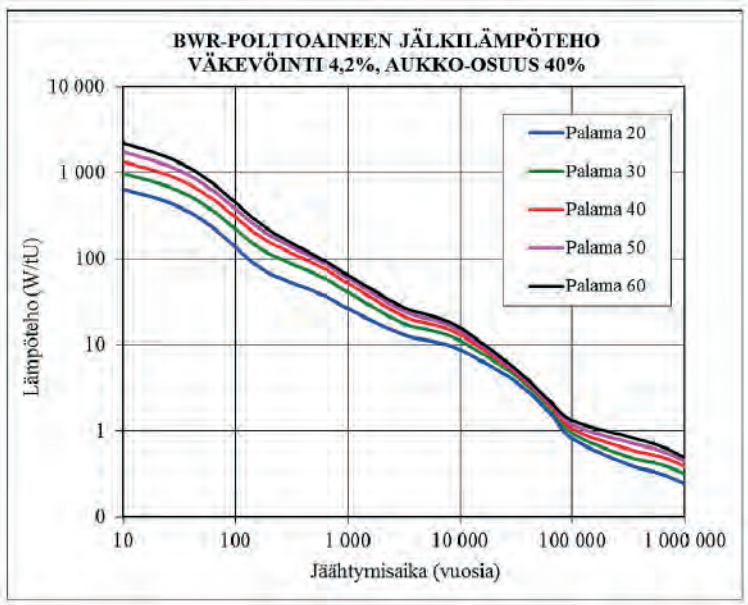
Nuklidi	**Puoliintumisaika (a)**	**Kokonaisinventaari 30 vuoden jäähtymisajalla (GBq/tU)**	**Aktiivisuuden jakautuma (%)**			
			Polttoainematriisi	**IRF kaikista komponenteista[1)]**	**Zirkoniseos**	**Muut metalliosat**
Ag-108m	4,38E+02	**2,50E+04**		100,0 %		
Am-241	4,32E+02	**1,93E+05**	100,0 %			
Am-243	7,37E+03	**3,42E+03**	100,0 %			
Be-10	1,51E+06	**1,26E-02**	95,0 %	5,0 %		
C-14	5,70E+03	**1,61E+02**	22,4 %	5,5 %	12,1 %	60,0 %
Cl-36	3,01E+05	**2,63E+00**	73,6 %	8,2 %	18,2 %	
Cm-245	8,42E+03	**1,03E+02**	100,0 %			
Cm-246	4,71E+03	**3,57E+01**	100,0 %			
Cs-135	2,30E+06	**3,43E+01**	95,0 %	5,0 %		
Cs-137	3,01E+01	**3,46E+06**	95,0 %	5,0 %		
I-129	1,57E+07	**1,91E+00**	95,0 %	5,0 %		
Mo-93	4,00E+03	**2,26E+01**	1,4 %	0,1 %	0,2 %	98,3 %
Nb-91	6,80E+02	**2,86E-04**	88,8 %		11,2 %	
Nb-92	3,47E+07	**2,35E-04**	1,2 %		98,8 %	
Nb-93m	1,61E+01	**5,08E+03**	1,7 %		98,3 %	
Nb-94	2,03E+04	**7,52E+02**			42,8 %	57,2 %
Ni-59	7,60E+04	**2,21E+02**	0,3 %		2,9 %	96,8 %
Ni-63	1,01E+02	**2,47E+04**	0,3 %		3,3 %	96,4 %
Np-237	2,14E+06	**2,37E+01**	100,0 %			
Pa-231	3,28E+04	**1,39E-03**	100,0 %			
Pd-107	6,50E+06	**9,72E+00**	99,0 %	1,0 %		
Pu-238	8,77E+01	**2,64E+05**	100,0 %			
Pu-239	2,41E+04	**1,42E+04**	100,0 %			
Pu-240	6,56E+03	**3,12E+04**	100,0 %			
Pu-241	1,43E+01	**1,75E+06**	100,0 %			
Pu-242	3,75E+05	**2,17E+02**	100,0 %			
Ra-226	1,60E+03					
Se-79	3,27E+05	**4,67E+00**	99,6 %	0,4 %		
Sm-151	9,00E+01	**1,74E+04**	100,0 %			
Sn-126	2,30E+05	**3,92E+01**	100,0 %			
Sr-90	2,88E+01	**2,23E+06**	99,0 %	1,0 %		
Tc-99	2,11E+05	**8,48E+02**	99,0 %	1,0 %		

Nuklidi	Puoliintumisaika (a)	Kokonaisinventaari 30 vuoden jäähtymisajalla (GBq/tU)	Aktiivisuuden jakautuma (%)			
			Polttoainematriisi	IRF kaikista komponenteista[1)]	Zirkoniseos	Muut metalliosat
Th-229	7,34E+03					
Th-230	7,54E+04	**1,32E-02**	100,0 %			
Th-232	1,40E+10	**2,06E-08**	100,0 %			
U-233	1,59E+05	**3,86E-03**	100,0 %			
U-234	2,46E+05	**5,53E+01**	100,0 %			
U-235	7,04E+08	**8,15E-01**	100,0 %			
U-236	2,34E+07	**1,46E+01**	100,0 %			
U-238	4,47E+09	**1,17E+01**	100,0 %			
Zr-93	1,61E+06	**1,27E+02**	87,9 %		12,1 %	

1) IRF: instant release fraction (välitön päästöosuus). Osuudet on laskettu IRF-aktiivisuuden ja kokonaisaktiivisuuden suhteena.

3.2 Jälkilämmön kehitys

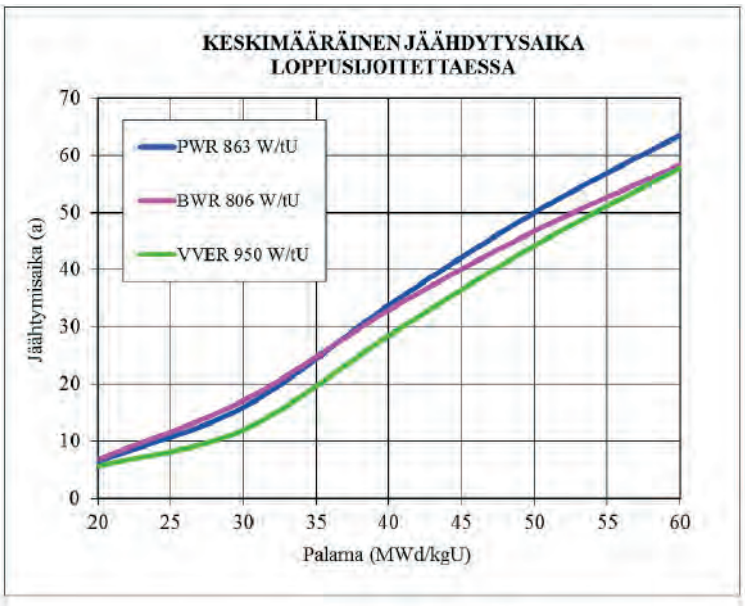
Käytetyn polttoaineen jälkilämmön kehitys riippuu sekä poistopalamasta että polttoaineen käyttöhistoriasta. Jälkilämmön kehitysarviot perustuvat ORIGEN-S ohjelmistopaketilla tehtyihin laskelmiin eri poistopalamille (Posiva 2005-71). Tyypilliset tulokset BWR-polttoainetyypille on esitetty kuvassa 3 pitkältä aikaväliltä logaritmisessa mittakaavassa. Eri polttoainetyyppien jälkilämpökäyrät ovat varsin samanlaisia keskenään.



***Kuva 3**. Jälkilämpöteho jäähdytysajan ja poistopalaman (MWd/kgU) funktiona BWR-polttoaineelle, huomaa log-log-mittakaava, (Posiva 2005–71).*

Keskimääräiset kapseloitavaksi soveltuvan polttoaineen jäähdytysajat on esitetty kuvassa 4. Tarpeellinen jäähtymisaika määräytyy siitä, että kullekin kapselityypille on määritelty korkein sallittu jälkilämpöteho sillä perusteella, että kapselia ympäröivä puskuribentoniitti ei kuumene loppusijoitusolosuhteissa liikaa (lämpötila enintään +100 °C). Säteilytason suhteen on kapseloitaessa asetettu kuitenkin lisärajoitus, jonka mukaan yksittäinenkään elementti ei saa olla kapselointilaitoksessa käsiteltäessä alle 20 vuotta jäähtynyt. Käytännössä kapseloitavat polttoaineniput ovat yleensä 30–50 vuotta jäähtyneitä. Suunnittelemalla kuhunkin kapseliin sopivassa määrin vanhaa enemmän jäähtynyttä polttoainetta ja uudempaa vähemmän jäähtynyttä saavutetaan optimaalinen tulos silloin, kun kaikissa kapseleissa on sijoitushetkellä korkein sallittu jälkilämmöntuotto.

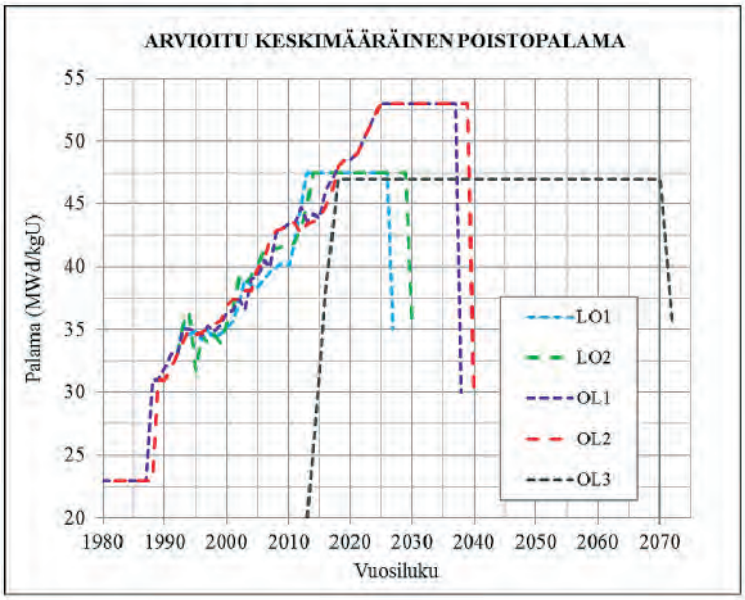
Loppusijoituslaitoksen suunnittelun lähtökohtana on ollut, että ilman merkittäviä rakennemuutoksia kyetään käsittelemään polttoaine-elementtejä, joiden keskimääräinen palama on jopa 60 MWd/kgU ja jäähdytysaika lyhimmillään 20 vuotta.



Kuva 4. *Keskimääräiset tarpeelliset jäähtymisajat eri palamaisille polttoaineille kapselointihetkellä.*

Vuosittain reaktorista poistettavien polttoainenippujen keskimääräisen poistopalaman on suunniteltu nousevan LO1-2 yksiköissä noin tasolle 47,5 MWd/kgU, Olkiluoto 1-2 yksiköissä noin tasolle 53 MWd/kgU ja Olkiluoto 3-4 yksiköissä noin tasolle 47 MWd/kgU käynnistysvaiheen alemman tason jälkeen. Tällaisten keskiarvojen saavuttaminen edellyttää nippukohtaisen maksimipalaman nousua Olkiluoto 1-4 laitosyksiköillä arvoon 55 MWd/kgU ja Loviisa 1-2 -laitosyksiköillä arvoon 57 MWd/kgU.

Eri laitosyksiköiden polttoaineen vaihtohistoria esitetään kuvassa 5. Loviisan laitosyksiköiden käytetyn polttoaineen tiedoista on poistettu käytön alkuvuosien osuus, jonka ajan polttoaineet on palautettu Neuvostoliittoon ja myöhemmin Venäjälle.



Kuva 5. *Poistoeräkohtaisen keskimääräisen palaman kehittyminen Suomessa käytössä ja rakenteilla olevissa ydinvoimalaitosyksiköissä. Vuodesta 2012 eteenpäin esitetään suunniteltuja arvoja. Loviisan laitosyksiköiden alkuvuosien polttoainetietoja (vuoteen 1991 asti) ei esitetä, koska kyseiset polttoaineet on viety takaisin Neuvostoliittoon ja myöhemmin Venäjälle.*

Koko loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen kokonaisaktiivisuus sijoitushetkellä on suuruusluokkaa $9*10^{10}$ GBq.

4 Loppusijoitustoiminnan tuottamat ydinjätteet

4.1 Käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden määrä

Arvio kapselointilaitoksessa syntyvistä käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden määristä on esitetty taulukossa 4 (Paunonen et al. 2012).

Taulukko 4. *Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden loppusijoitustilaan syntyvien käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden määrät ennen nestemäisten jätteiden käsittelyä.*

Kapselointilaitos	**Tilavuus (m^3)**
Käyttöjäte (kiinteä + nestemäinen)	1 269+1 606
Käytöstäpoistojäte (kiinteä + nestemäinen)	224+100
Yhteensä	**1 493+1 706**

Nestemäisten jätteiden kiinteytyksestä syntyy kuivattuna ja pakattuna noin 16 m^3 kiinteää jätettä. Loppusijoitettavaksi tulevan käyttö- ja käytöstäpoistojätteen kokonaismäärä on siten noin 1 500 m^3.

4.2 Käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden aktiivisuusinventaari

Kapselointilaitoksen käytön aikana syntyvän jätteen aktiivisuus on peräisin käytetystä polttoaineesta vapautuvista radioaktiivisista aineista. Suurin osa radioaktiivisista aineista päätyy käytön aikaiseen jätteeseen, mutta pieni osa voi päätyä kontaminoituneiden rakenteiden kautta myös käytöstäpoistojätteeseen. Pieni osa polttoaine-elementeistä on menettänyt tiiveytensä jo voimalaitoksella ja pienen osan oletetaan vaurioituvan kapseloinnin aikana. Kapseloinnin aikana vaurioituvan polttoaineen määrää on arvioitu niiden kokemusten pohjalta, joita voimalaitoksella on saatu polttoaineen siirroista.

Alustava arvio kapselointilaitoksella syntyvistä jätteistä (Paunonen et al. 2012) perustuu oletukseen, että käyttöhäiriöiden seurauksena arvioidaan vaurioituvan enintään 32 polttoainesauvaa vedessä ja 63 kuivissa olosuhteissa ja kapselointilaitoksen jätteeseen päätyy enintään 12 kg polttoaineesta peräisin olevaa muuta ydinjätettä.

Yhteenveto käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden aktiivisuusinventaarista on esitetty taulukossa 5. Alarajan arvot ovat odotusarvoja ja ylärajan arvot konservatiivisia arvioita.

Taulukko 5. *Käyttö- ja käytöstäpoistojätteen aktiivisuusinventaarit.*

Jätetyyppi	**Kokonaisinventaari GBq**
Kapselointilaitoksen käyttöjäte	1 670-4 330
Kapselointilaitoksen käytöstäpoistojäte	106-276
Yhteensä	**1 770-4 610**

VIITTEET

Anttila, M. 2005. Radioactive characteristics of the spent fuel of the Finnish nuclear power plants. Posiva Oy, Olkiluoto, Finland. Posiva Working Report 2005-71.

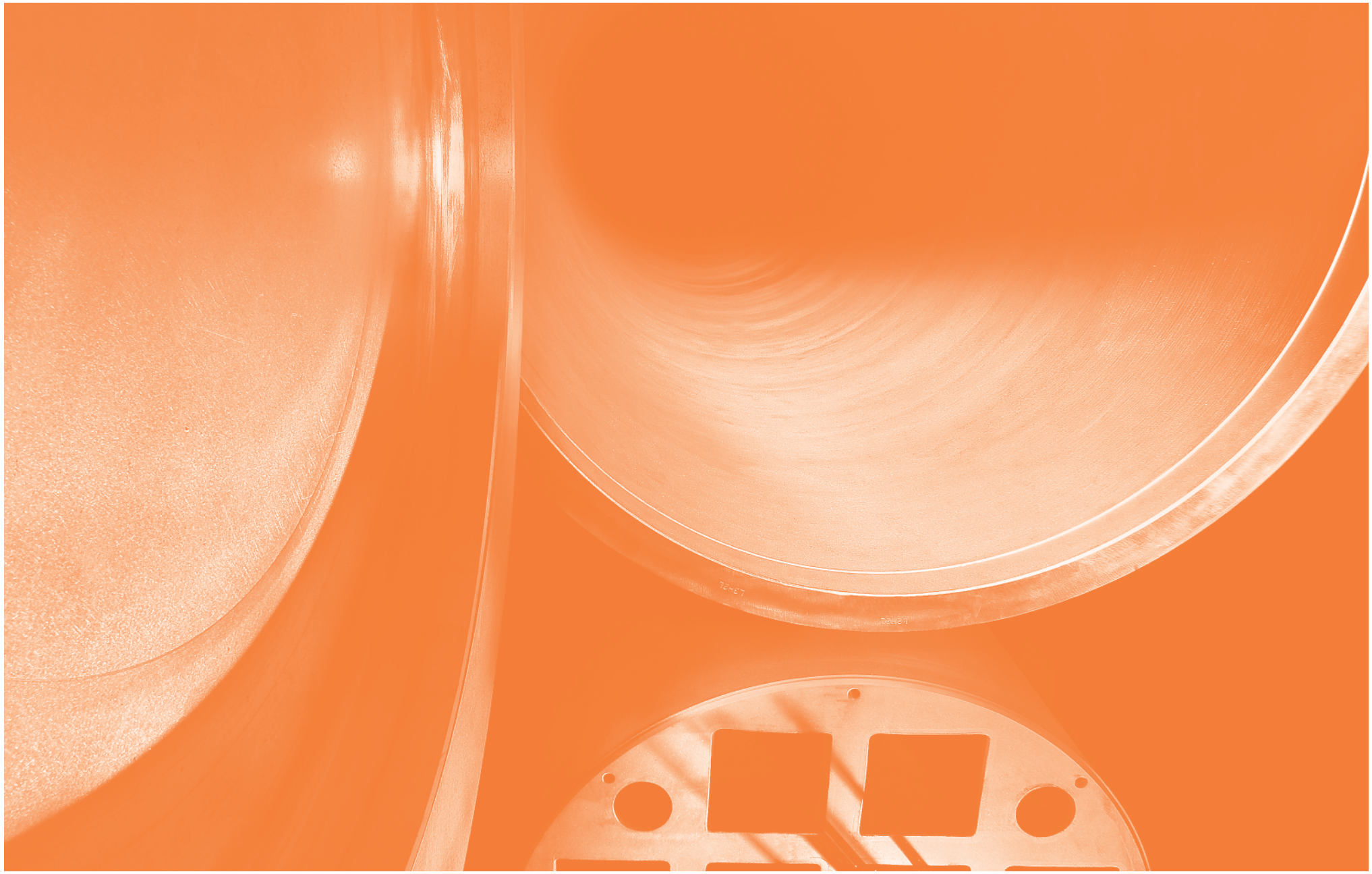
Paunonen, M., Kelokaski, P., Eurajoki, T., Kyllönen, J. 2012. Waste Streams at the Encapsulation Plant. Posiva Oy, Eurajoki, Finland. Posiva Working report 2012-70.

Johnson, L.H. & Tait, J.C. 1997. Release of segregated radionuclides from spent fuel. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB); Stockholm, Sweden. SKB Technical Report TR-97-18.

Posiva. 2013. Safety case for the disposal of spent nuclear fuel at Olkiluoto 2012 -Models and Data for the Repository System. Report POSIVA 2013- 01. Posiva Oy. (julkaistaan)

Raiko, H. 2012. Canister Design 2012. Report POSIVA 2012-13. Posiva Oy.

Ydinenergialaki (990/1987). Valtioneuvosto. Edita Oy. Helsinki.



Liite 7 Pääpiirteinen selvitys teknisistä toiminta-periaatteista ja ratkaisuista sekä muista järjestelyistä, joilla ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan [YEA 32 §, kohta 5]

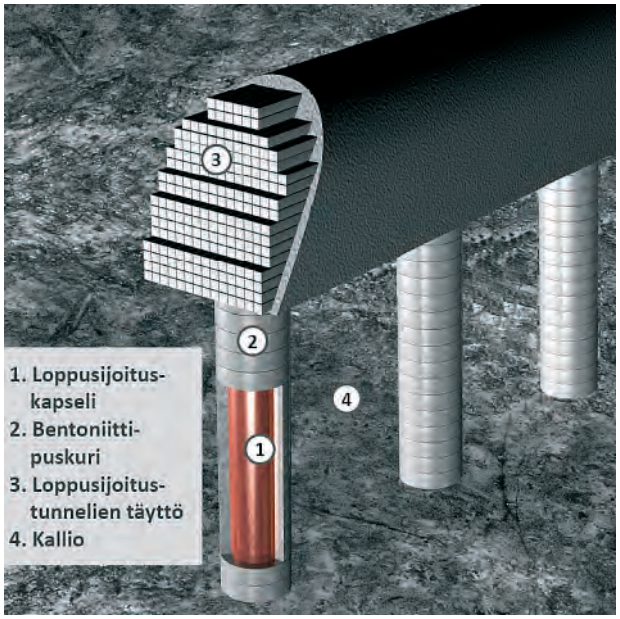
PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS TEKNISISTÄ TOIMINTAPERIAATTEISTA JA RATKAISUISTA SEKÄ MUISTA JÄRJESTELYISTÄ, JOILLA YDINLAITOKSEN TURVALLISUUS VARMISTETAAN

1 Yleiskuvaus

Ydinpolttoaine koostuu uraanidioksiditableteista, jotka on suljettu zirkoniseoksesta valmistettuihin polttoainesauvoihin, jotka on koottu polttoainenipuiksi. Joissakin polttoainetyypeissä on myös virtauskanava. Loppusijoitettavaa nippua kanavineen tai nippua kutsutaan loppusijoituksen yhteydessä polttoaine-elementiksi. Reaktorista poiston jälkeen polttoaine-elementtejä varastoidaan laitosyksiköllä olevissa polttoainealtaissa, joista ne muutaman vuoden päästä siirretään erilliseen välivarastoon. Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum) käyttävät välivarastoinnissa vesialtaita, joissa vesi toimii sekä jäähdytteenä että säteilysuojana.

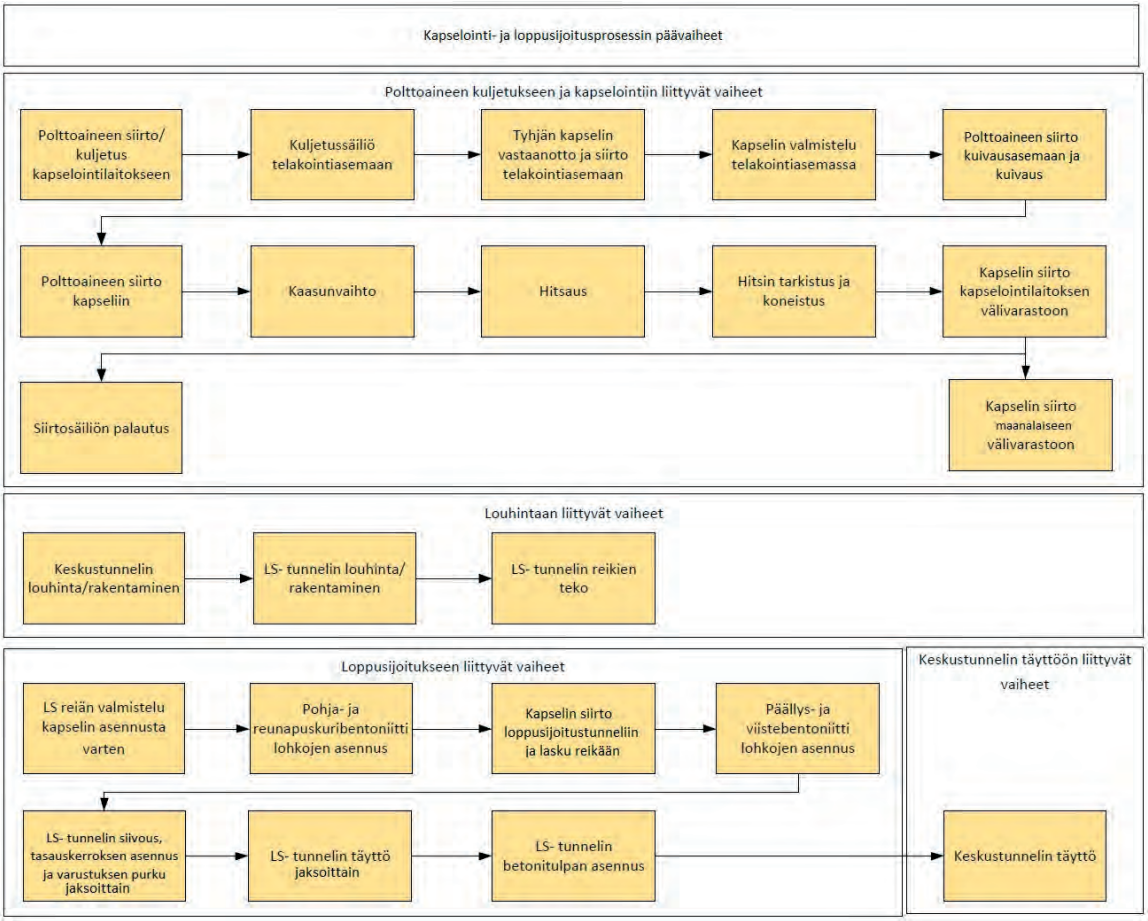
Kuljetukset loppusijoituspaikkaan on mahdollista järjestää joko maantie-, rautatie- tai laivakuljetuksena. Eri reittivaihtoehdoille on suoritettu kuljetusriskitarkastelu, jonka mukaan kuljetuksista aiheutuva säteilyriski on hyvin alhainen. Tämä johtuu lähinnä siitä, että käytettävä kuljetussäiliö pysyy tiiviinä äärimmäisissäkin liikenneonnettomuuksissa. Kuljetuksia on käsitelty tarkemmin rakentamislupahakemuksen liitteessä 18 (Kuljetusreitit ja -riskit).

Käytetty polttoaine kapseloidaan ja kapselit sijoitetaan syvälle kallioperään bentoniitilla vuorattuihin reikiin. Käytettyä polttoainetta sisältävien kapseleiden sijoitustapa kallioperään sekä tärkeimmät vapautumisesteet on esitetty kuvassa 1. Kaksiosainen kupari-rauta -kapseli on pääasiallinen vapautumiseste tiiveytensä ja kestävyytensä ansiosta. Loppusijoitusreiän bentoniittipuskuri suojaa kapselia ja toimii mahdollisia päästöjä absorboivana ja sitovana kerroksena, kun taas tunnelien täytemateriaali ja suuri määrä kalliota tunnelien yläpuolella toimivat kulkeutumista rajoittavana lisäesteenä. Kuvassa 1 on esitetty pystysijoitusratkaisu (KBS-3V). Selvitettävänä olevan vaihtoehtoisen vaakasijoitusratkaisun (KBS-3H) pitkäaikaisturvallisuus perustuu samanlaisiin periaatteisiin, mutta loppusijoitustunnelien täyttömateriaali muodostaa tässä ratkaisussa samalla myös puskurin.



Kuva 1. *Loppusijoituksen pystysijoitusratkaisu ja moniesteperiaate. Eri vapautumisesteet täydentävät toisiaan.*

Kuvassa 2 on esitetty kapselointi- ja loppusijoitusprosessin eteneminen pääpiirteissään.



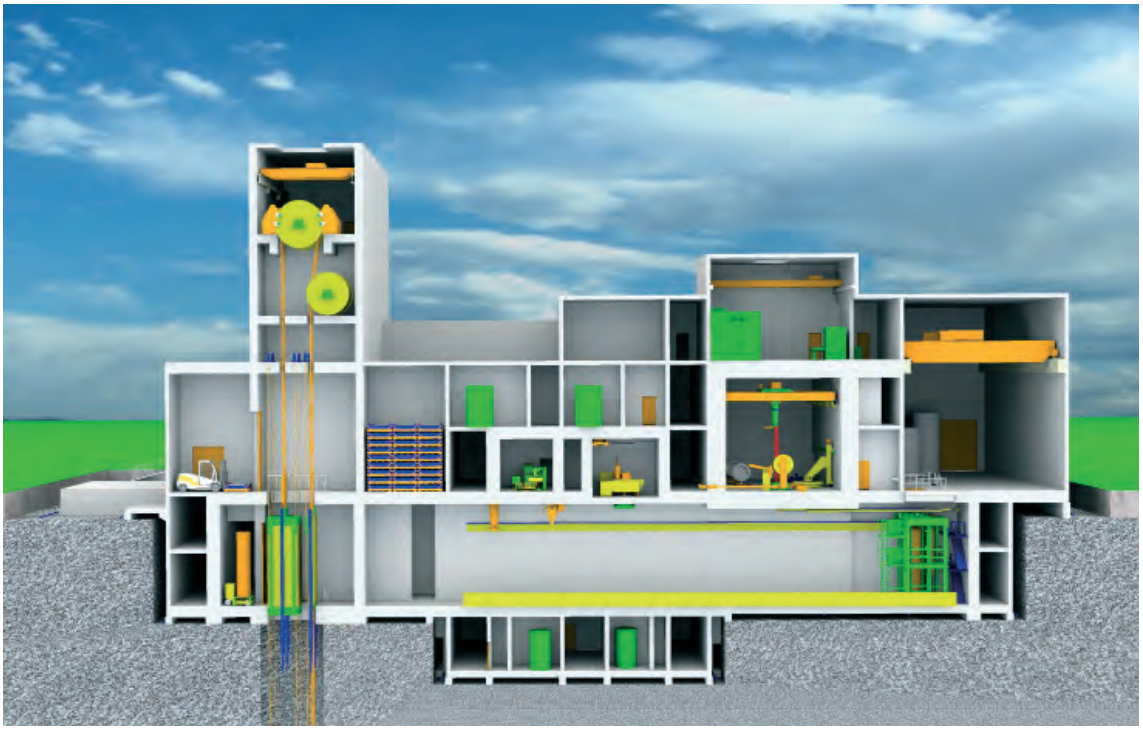
Kuva 2. *Kapselointi- ja loppusijoitusprosessien päävaiheet. Tarvittavat ydinmateriaalivalvontamittaukset tehdään ennen polttoaineen siirtoa kapseliin.*

1.1 Kapselointilaitos

Kapselointilaitoksen pääosan muodostavat kuljetussäiliöiden vastaanotto- ja puhdistustilat, kuljetussäiliöiden välivarastointitila, kapseleiden siirtokäytävä, polttoaine-elementtien käsittelykammio, kapseleiden sulkemiseen ja tarkastuksiin tarvittavat kammiot sekä tyhjien ja täysinäisten kapselien välivarastot. Lisäksi laitoksella on tilat käytön aikana syntyvän matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelyyn ja pakkaamiseen.

Kapselointilaitoksessa tapahtuvan vastaanottotarkastuksen jälkeen kuljetussäiliöt joko siirretään suoraan käsittelykammioon kytkettäviksi ja tyhjennettäviksi tai ne voidaan varastoida odottamaan käsittelyä. Kapselointiprosessia esittää kuva 3. Elementit kuivataan ensin, jos ne ovat olleet vesitäytteisessä kuljetussäiliössä. Tämän jälkeen polttoaine-elementit siirretään yksi kerrallaan loppusijoituskapseliin. Ennen kapselointia tehdään tarvittavat ydinmateriaalivalvontamittaukset. Kun loppusijoituskapseli on täysi, kapselin sisätilan ilma-atmosfääri vaihdetaan suojakaasuun ja sisäkansi suljetaan pulteilla. Seuraavassa vaiheessa kuparikapselin kansi hitsataan kiinni tyhjiökammiossa. Hitsaustapana käytetään koneellisesti suoritettua ja kameroilla valvottua elektronisuihkuhitsausta.

Vaihtoehtona kyseeseen tulee myös kitkatappihitsaus. Työn jälki tarkastetaan hitsin koneistuksen jälkeen erillisessä tarkastuskammiossa visuaalisesti kameroiden avulla sekä ultraääni-, pyörrevirta- ja röntgenlaitteilla. Tämän jälkeen kapseli on valmiina siirrettäväksi valmiiden kapselien puskurivarastoon tai hissillä loppusijoitustiloihin.



***Kuva 3**. Kapselointiprosessin periaatekuva.*

Loppusijoituskapselit, esitettyinä kuvassa 4, ovat kaksiosaisia: sisältä valurautaisia ja ulkokuoreltaan kuparisia. Rautaosan on tarkoitus kestää kapseliin kohdistuva mekaaninen rasitus: pohjaveden ja paisuneen bentoniitin aiheuttama paine sekä mahdollisista kallion liikkeistä aiheutuvat kuormitukset. Kupariosa puolestaan suojaa korroosiolta ja toimii vesi- ja kaasutiiviinä vaippana. Kapselien halkaisija on sama polttoainetyypistä riippumatta. Nykyisillä käynnissä olevilla voimalaitosyksiköillä (Olkiluoto 1-2 ja Loviisa 1-2) myös yhteen kapseliin sijoitettavien polttoaine-elementtien määrä on sama, ainoastaan kapseleiden pituus ja polttoainepositioiden muoto valurautaosassa eroavat toisistaan. Olkiluoto 3 -laitosyksikön polttoaine-elementtejä sijoitetaan kapseliin vain neljä. Olkiluoto 4 -laitosyksikön polttoaineelle suunnitellaan samat turvallisuustavoitteet täyttävä kapseli sitten kun kyseisen laitosyksikön laitostyyppi on valittu ja käytetyn polttoaineen ominaisuudet ovat tiedossa. Kapselien ulkohalkaisija on 1,05 m. Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn BWR-polttoaineen kapseli on 4,8 m pitkä ja painaa polttoaine-elementteineen (3,6 tonnia) täytettynä noin 25 tonnia. Olkiluoto 3:n PWR-polttoaineelle suunniteltu kapseli on 5,2 m pituinen ja sen paino polttoaine-elementteineen (3,1 tonnia) täytettynä on noin 29 tonnia. Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen kapselin pituus on 3,6 m ja paino polttoaine-elementteineen (2,6 tonnia) täytettynä noin 19 tonnia. Kapselin valmistustekniikkaa on tutkittu käytännössäkin useilla kymmenillä täyden mittakaavan valmistuskokeilla eri menetelmillä.

Kapselointilaitos sijaitsee suoraan loppusijoitustilojen yläpuolella ja siitä on yhteys kapselikuilun kautta loppusijoituslaitokseen.

Kuva 4. *Loviisa 1-2, Olkiluoto 1-2 ja Olkiluoto 3-loppusijoituskapselit, järjestyksessä vasemmalta oikealle.*

1.2 Loppusijoituslaitos

Kapselien sijoitustunnelit ja niitä yhdistävät keskustunnelit rakennetaan noin 400–450 metrin syvyyteen. Loppusijoituslaitoksen havainnekuva asemoituna nykyiselle lainvoimaiselle asemakaava-alueelle Olkiluodossa on esitetty liitteen 4 kuvassa 3.

Kapselit sijoitetaan loppusijoitustunnelien lattiassa oleviin loppusijoitusreikiin, jotka tiivistetään bentoniittisavesta (savilaatu, joka paisuu kostuessaan) valmistetuilla puskureilla. Loppusijoitustunnelit täytetään savimateriaalilla (ns. Friedland-savi) ja eristetään loppusijoitustilojen käytön ajaksi tulpalla keskustunnelista. Selvitettävänä on vaihtoehto, jossa kapselit sijoitetaan vaaka-asennossa loppusijoitustunneleihin siten, että yhdessä tunnelissa voi olla peräkkäin monta kapselia. Tässä ratkaisussa loppusijoituskapselit työnnetään bentoniitilla vuoratuissa asennussäiliöissä paikalleen. Kasettien välit täytetään bentoniittilohkoista valmistetuilla välitulpilla.

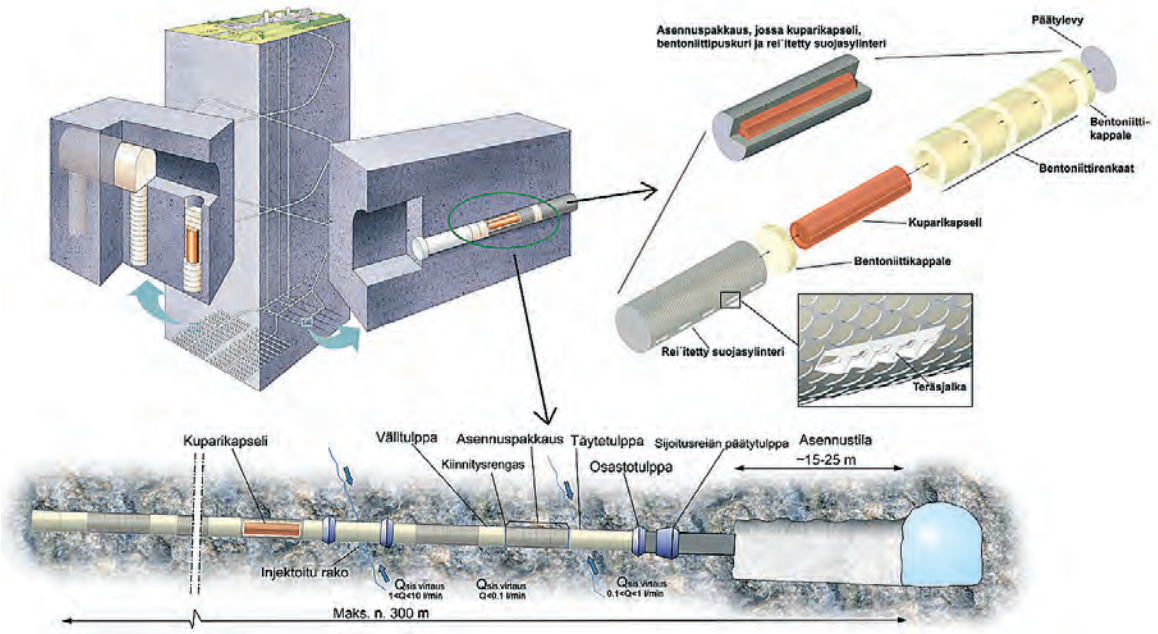
ONKALOn eli maanalaisen tutkimustilan rakentamisen yhteydessä louhitaan ajotunneli, kaksi ilmastointikuilua sekä henkilökuilu rakenteineen. Varsinainen rakentamisluvan mukainen loppusijoituslaitoksen rakentaminen alkaa kapselikuilun porauksella sekä tarvittavien keskustunnelien louhinnalla. Loppusijoitusta valmistelevaan louhintavaiheeseen kuuluu myös ensimmäisten loppusijoitustunneleiden louhinta. Itse loppusijoitustunnelien louhinta ja täyttö toteutetaan vaiheittaisesti ja se tapahtuu rinnan loppusijoitustoiminnan kanssa. Maanalaiset tilat jaetaan siksi tilapäisin seinin erillisiin osastoihin siten, että loppusijoitustunnelien louhinta ja loppusijoitus tapahtuvat erillään ja kyllin etäällä toisistaan, jotta ne eivät häiritse toisiaan.

Loppusijoitustunneleiden louhimisessa suunnitellaan käytettäväksi poraus-räjäytystekniikkaa siten, että louhinnasta kallioon aiheutuvat vauriot pysyvät mahdollisimman pie-

ninä. Vaihtoehtoisesti tunnelien rakentamisessa voidaan käyttää ns. täysporaustekniikkaa, jota käytetään myös loppusijoitusreikien porauksessa.

Loppusijoituskapseli siirretään hissistä kuljetusalustalla maanalaiseen välivarastoon, josta se aikanaan nostetaan pystyasennossa kuljetusajoneuvoon säteilysuojan sisään ja kuljetetaan loppusijoitustunneliin. Kapselit lasketaan sijoitustunneleiden lattiaan porattuihin sijoitusreikiin, jotka on ennen laskemista vuorattu osittain bentoniittisavilohkoilla. Kapselin asentamisen jälkeen loppuosa reikää täytetään puristetuilla bentoniittisavilohkoilla. Sijoitustunnelit täytetään nykyisten suunnitelmien mukaan puristetuilla täyteainelohkoilla sitä mukaa kun kapselit on loppusijoitettu. Täytetyn sijoitustunnelin pää tukitaan lopuksi massiivisella betonitulpalla, joka estää tunnelitäytteen ja tunnelissa olevan veden pääsemisen avoinna olevaan keskustunneliin.

Vaihtoehtoisessa vaakaratkaisussa (KBS-3H, kuva 5) keskustunneleista porataan pitkät, pienihalkaisijaiset vaakasuuntaiset sijoitustunnelit, joihin bentoniitilla vuoratut kapselit työnnetään asennussäiliöissä asennuslaitteen avulla. Tässä vaihtoehdossa loppusijoitustunnelien halkaisija on jokseenkin samansuuruinen kuin pystyratkaisussa loppusijoitusreiän halkaisija. Asennussäiliö eli kapseli-bentoniitti-pakkaus muodostetaan omassa kokoonpanoasemassaan ja kuljetetaan ja työnnetään vaakasuoraan poikkileikkaukseltaan pyöreään sijoitusreikään/tunneliin erityislaitteiden avulla.



Kuva 5. *Vaakasijoitusratkaisun periaatteet. Mukana on vertailun vuoksi myös loppusijoituksen perusratkaisu (ylhäällä vasemmalla).*

Loppusijoitustasolla olevat tilat ja pystykuilut täytetään savimateriaalein tai murskeen ja savimateriaalien seoksilla. Kuilujen yläosat suljetaan betonirakentein. Kuilut suljetaan ala- ja yläpäistään pitkäaikaisturvallisuuden varmistavin tulpparakentein.

Vaikka loppusijoituksen tarkoituksena on jätteiden lopullinen sijoittaminen, loppusijoitettujen kapseleiden palautus maan pinnalle on teknisesti mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa. Tätä käsitellään lähemmin rakentamislupahakemuksen liitteessä 17 (Palautettavuus).

Käytetyn polttoaineen lisäksi kalliotiloihin rakennettavaan tilaan loppusijoitetaan myös kapselointilaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojäte. Jätehuoltoa käsitellään lähemmin rakentamislupahakemuksen liitteessä 11 (Ydinjätehuolto).

Posivan perusratkaisu pohjautuu Ruotsissa 1980-luvun alussa julkaistuun KBS-3 -ratkaisuun ja on nykyisessä muodossaan yli kolmekymmentä vuotta jatkuneen tutkimus- ja kehitystyön tulos. Koska loppusijoituslaitoksen käytännön toiminnan on suunniteltu alkavan kuitenkin vasta useiden vuosien kuluttua, teknisiä suunnitelmia tullaan vielä tarkistamaan ja optimoimaan ottaen huomioon tekniikan kehityksen mukanaan tuomat mahdollisuudet ja maanalaisessa tutkimustilassa ONKALOssa tehtävien kokeiden tulokset. Erityisesti selvitetään kehitettävänä olevan vaihtoehtoisen vaakasijoitusratkaisun mahdollisesti tarjoamat turvallisuus- ja muut edut perusratkaisuun nähden.

2 Turvallisuuden varmistavat tekniset toimintaperiaatteet ja ratkaisut

2.1 Luontaiset turvallisuusominaisuudet

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen liittyvän ydinturvallisuusriskin muodostavat käytetyn polttoaineen sisältämät radioaktiiviset aineet, joiden leviämisen estämisessä keskeistä on varmistaa polttoaineen pysyminen eristettynä ympäröivästä biosfääristä. Luontaisia turvallisuusominaisuuksia on polttoaineen kiinteä ja suureksi osaksi niukkaliukoinen olomuoto, myöslämmöntuotto on jo vähäistä siihen verrattuna mitä se on muutamat vuodet reaktorista poistamisen jälkeen. Reaktoreihin verrattuna turvallisuusominaisuus on myös se, että laitoksilla ei ole paineenalaisia, radioaktiivisia aineita sisältäviä järjestelmiä. Tästä huolimatta turvallisuus on tärkein lähtökohta laitoksen suunnittelussa ja käytössä. Suunnittelu ja toteutus tehdäänkin kokonaisuutena hyvien laadunhallintaperiaatteiden mukaisesti. Ydinturvallisuus voidaan jakaa käyttöturvallisuuteen ja pitkäaikaisturvallisuuteen. Tarkemmin turvallisuusperiaatteet ja arvio niiden toteutumisesta on kuvattu rakentamislupahakemuksen liitteessä 8 (Turvallisuusperiaatteet).

2.2 Yleiset suunnitteluratkaisut

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokset suunnitellaan siten, että niiden käyttöturvallisuus perustuu mahdollisimman pitkälti passiivisiin järjestelmiin. Turvallisuuteen vaikuttavia aktiivisia järjestelmiä tarvitaan kuitenkin mm. polttoaine-elementtien käsittelyssä, käsittelykammion alipaineistuksessa ja polttoaineen tuottaman lämmön poistamisessa. Myös eräiden laitteiden huollettavuus ja toimintahäiriöistä selviytyminen edellyttävät tiettyjen toimintojen erillistä varmentamista korvaavalla toiminnolla. Esimerkiksi korkeissa säteilyolosuhteissa toimivien laitteiden rikkoutuessa varmistetaan erillisin järjestelmin, että kyseiset laitteet saadaan korjattaviksi tai vaihdettaviksi ilman tarpeetonta henkilökuntaan kohdistuvaa säteilyaltistusta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksien suunnitteluratkaisut perustuvat suurimmaksi osaksi olemassa olevaan teknologiaan. Joiltain osin uusia erilaisia laitteita ja menetelmiä on varta vasten suunniteltu. Ydinlaitosten ja kalliotilojen suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä on kuitenkin Suomessa ja muualla maailmassa jo paljon kokemusta. Myös käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä on Suomessa yli 30 vuoden kokemukset ydinvoimalaitoksilla. Lisäksi kapselointi- ja loppusijoituslaitosten teknisessä suunnittelussa ja

turvallisuuden arvioinnissa käytetään samantyyppisiä menetelmiä kuin nykyisten ydinvoimalaitosten suunnittelussa ja turvallisuusselvityksissä.

Laitosten järjestelmät, rakenteet ja laitteet luokitellaan niiden turvallisuusmerkityksen perusteella. Turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, valmistettava ja asennettava siten, että niiden laatutaso ja laatutason todentamiseksi tarvittavat tarkastukset ja testaukset ovat riittävät kohteen turvallisuusmerkityksen huomioon ottaen. Samat periaatteet ohjaavat myös käyttöä. Turvallisuusluokitusta ja sen kytkeytymistä laatuvaatimuksiin käsitellään lähemmin rakentamislupahakemuksen yhteydessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavassa alustavassa turvallisuusselosteessa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella noudatetaan vastaavia moninkertaisuus- (redundanssi) ja erilaisuusperiaatteita (diversiteetti) kuin ydinvoimalaitoksillakin. Esimerkiksi turvallisuustoimintoja suorittavien järjestelmien sähkönsyöttö tullaan varmistamaan luotettavuuden lisäämiseksi kaksinkertaisella verkkoliitännällä sekä varavoima-UPS -järjestelmällä. Tämä siitä huolimatta, että laitoksen turvallisuus ei juuri ole riippuvainen katkeamattomasta sähkönsaannista.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon ulkoisina tapahtumina mm. maanjäristys, pienlentokoneen törmäys sekä maan pinnalla tapahtuva tulviminen. Myös lainvastaiseen toimintaan varaudutaan.

2.3 Kapselointilaitoksen turvallisuuden varmistavat tekniset toimintaperiaatteet ja ratkaisut

Polttoaineen alikriittisyyden ja riittävän jälkilämmön poiston varmistaminen
Ydinpolttoaineen kuljetussäiliö, loppusijoituskapseli ja polttoaine-elementtien kuivatukseen käytettävä kuivauskammio ovat ainoita paikkoja, joissa polttoaine-elementit voisivat loppusijoitusprosessin aikana muodostaa kriittisen konfiguraation. Kuljetussäiliöt ja loppusijoituskapselit on suunniteltu siten, että ne täyttävät annetut kriittisyysturvallisuusmääräykset. Nämä määräykset on otettu myös käsittelykammiossa olevien kuivauskammioiden suunnittelun lähtökohdaksi. Näissä käsittelypisteissä kriittisen kokoonpanon muodostuminen on rakenteellisesti estetty ja niiden kriittisyysturvallisuus on laskennallisesti tarkistettu.

Käytetyn polttoaineen tuottama jälkilämpö on kapselointivaiheessa jo niin vähäistä, ettei se aiheuta polttoaine-elementtien eheyden menettämistä. Ilmanvaihdon pysähtyminen kapseleiden puskurivarastossa pitkäksi aikaa voi korkeintaan aiheuttaa tilassa olevien elektronisten laitteiden vioittumista, mikä täytyy huomioida niiden sijoittelussa.

Radioaktiivisten aineiden vapautumisen estäminen
Suunnittelussa on varauduttu siihen, että vähäisiä kaasumaisia päästöjä voi tapahtua käsittelyn aikana polttoainesauvoista, jos polttoainesauva on rikkoutunut tai se rikkoutuu kuljetus- tai käsittelyprosessin aikana. Alueet, joissa polttoainetta käsitellään, kuuluvat ns. valvonta-alueisiin, joilla on noudatettava erityisiä turvallisuusohjeita säteilyltä suojautumiseksi ja radioaktiivisen kontaminaation leviämisen estämiseksi, ja joihin pääsyä valvotaan. Polttoaine-elementtien käsittely, kapselin kannen hitsaus ja hitsin tarkastus tapahtuvat kaikki kauko-ohjatusti alipaineistetussa tilassa.

Polttoaineen käsittelytilojen ilmastoinnissa on mahdollisuus poistoilman suodatukseen, jossa huomattava osa eheytensä menettäneistä polttoainesauvoista vapautuvista hiuk-

kasmaisista aineista (vähintään 99,7 %) saadaan talteen. Kaasumaisia aineita ei kyetä ottamaan suodattamalla talteen. Niiden määrä polttoaineessa on vähäinen ja niiden vapautumista laitoksen ulkopuolelle voidaan säädellä ja tarvittaessa viivästää ilmastoinnin avulla.

Käyttöturvallisuuden varmistaminen
Kaikki paljaiden ja suojaamattomien polttoaine-elementtien käsittely tapahtuu ympäristöstään täysin eristetyssä käsittelykammiossa. Kapselointiprosessia ohjataan käsittelykammion ulkopuolella olevasta ohjaamosta, jonka rakenteet on mitoitettu säteilyolosuhteiden osalta niin, että jatkuva työskentely ohjaamossa on mahdollista. Kapselointilaitoksessa valmiita loppusijoituskapseleita käsitellään kauko-ohjatusti käytävillä, joissa työntekijät eivät oleskele samaan aikaan loppusijoituskapselin kanssa.

Kapselointilaitoksen säteilyturvallisuus perustuu tehokkaaseen kontaminaation hallintaan. Rakenteiden ja komponenttien likaantuminen radioaktiivisista aineista eli kontaminoituminen on normaalitilanteessa mahdollista tiloissa, joissa polttoaine-elementit eivät ole suljetussa kuljetussäiliössä tai suljetussa loppusijoituskapselissa. Kontaminoitumisen varalta laitoksessa on riittävät puhdistus- ja dekontaminointijärjestelmät. Karkeampi kiinteä radioaktiivinen epäpuhtaus siivotaan ja pakataan loppusijoituskapseleihin ja loppusijoitetaan polttoaineen tavoin. Harvemmin suoritettava käsittelytilan varsinainen dekontaminointi (puhdistus) tehdään pesuaineilla, jotka johdetaan putkistoja myöten laitoksessa olevaan jätteiden käsittelyosaan. Viemäröintivedet valvotulla alueella kerätään talteen ja tarpeen mukaan käsitellään radioaktiivisena jätteenä ja loppusijoitetaan. Samoin polttoaineen kuivauskammioista sekä laitoksen dekontaminointitilasta ja aktiiviselta korjaamolta muodostuvat radioaktiiviset jätteet kerätään ja käsitellään jätteidenkäsittelyjärjestelmässä. Kiinteät radioaktiiviset jätteet, kuten ilman ja veden suodattimet, pakataan tynnyreihin tai betonilaatikoihin ja ne loppusijoitetaan loppusijoituslaitoksen yhteyteen rakennettavaan erilliseen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilaan.

Kaikki polttoaineen käsittely tapahtuu tätä varten kelpoistetuilla käsittelylaitteilla ja menetelmin. Käsittelylaitteiden keskeinen suunnitteluperuste on huolehtia polttoaine-elementtien ja kapseleiden eheydestä kapseloinnin ja loppusijoituksen aikana, sekä turvallisuusperiaatteiden ottaminen huomioon. Käytännössä tämä ilmenee turvallisuusmerkityksen huomioimisena käsittelylaitteiden ja -menettelyjen suunnittelussa sekä turvalliselle käsittelylle edullisten olosuhteiden ylläpitämisessä.

Varautuminen onnettomuustilanteisiin
Siitä huolimatta, että jo luontaisten turvallisuusominaisuuksien ja laitoksen luonteen ansiosta kapselointilaitoksella ei ole mahdollista tapahtua sen tyyppisiä onnettomuuksia kuin ydinvoimalaitoksella, on myös kapselointilaitoksen suunnittelussa varauduttu häiriötilanteisiin ja onnettomuuksiin. Radioaktiivisen päästön rajoittamiseksi onnettomuustilanteissa laitoksen valvotulla alueella on alipaineistettu ilmastointi ja ulostuloilma on suodatettu.

Kapselointilaitoksen suunnittelussa ja palokuormien hallinnassa on varauduttu tulipalojen mahdollisuuteen, eikä niiden seurauksena odoteta syntyvän merkittäviä päästöjä tai säteilyannoksia. Kaikki laitoksen palovaaralliset kohteet osastoidaan ja varustetaan sammutusjärjestelmillä. Polttoaineen kuljetussäiliö on suunniteltu kestämään puolen tunnin palo 800 °C asteen lämpötilassa ilman tiiveyden menetystä.

2.4 Loppusijoituslaitoksen turvallisuuden varmistavat tekniset toimintaperiaatteet ja ratkaisut

Polttoaineen alikriittisyyden ja riittävän jälkilämmön poiston varmistaminen
Loppusijoituslaitoksella käytettyä polttoainetta käsitellään vain loppusijoituskapseleissa. Kriittisen kokoonpanon muodostuminen estetään rakenteellisten ratkaisujen avulla. Kapselivarasto on suunniteltu alikriittiseksi ja loppusijoitustiloissa kapselit ovat tarpeeksi kaukana toisistaan. Erittäin pitkällä aikavälillä on oletettava veden pääsy kapseleiden sisälle ja polttoaineen geometriassa tapahtuvan muutoksia. Tällöin kriittisyysturvallisuusvaatimusten täyttäminen voi edellyttää kapselikohtaista lataussuunnittelua ja kriittisyysturvallisuusanalyysia. Kriittisyysturvallisuutta käsitellään yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavaan alustavaan turvallisuuselosteeseen sisältyvässä aihekohtaisessa raportissa.

Loppusijoituslaitoksen käytön aikana työskentelylämpötila pidetään riittävän koneellisen ilmastoinnin avulla halutulla tasolla. Loppusijoitustilojen lämpeneminen käytetyn polttoaineen muodostaman jälkilämmön vuoksi on yksi keskeisimpiä tilojen mitoituksen lähtökohtia. Lämpeneminen on voimakkainta heti kapseleiden sijoituksen jälkeen ja heikkenee ajan myötä. Suunnittelu- ja käyttöperiaatteena on, ettei tunnelien keskimmäistenkään kapselien ja bentoniitin rajapinnan maksimilämpötila ylitä +100 °C astetta. Suunnitteluarvona käytetään 95 °C astetta. Pääasiallinen syy lämpötilarajoitukseen on bentoniitin mineralogisten muutosten estäminen.

Radioaktiivisten aineiden vapautumisen estäminen
Loppusijoituskapseli eristää käytetyn polttoaineen radioaktiiviset aineet käyttövaiheen aikana ja pitkälle tulevaisuuteen loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen. Loppusijoituslaitoksen käytönaikainen kontaminaation leviämisen estäminen perustuukin juuri tiiviiseen ja lujaan kapseliin, joka pitää kaiken radioaktiivisuuden sisällään. Poikkeuksellisia onnettomuustilanteita varten kapselien käsittelytilat sisällytetään suljettuun valvonta-alueeseen, jossa on mahdollisuus suodatettuun ilmanvaihtoon ja muihin turvatoimenpiteisiin. Pitkäaikaisturvallisuutta on käsitelty edempänä tässä liitteessä.

Käyttöturvallisuuden varmistaminen
Edellä mainittujen yleisten suunnitteluratkaisujen lisäksi loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota loppusijoituskapseleiden turvallisen käsittelyn varmistamiseen. Suunnittelun lähtökohtana on kapseleiden pysyminen ehyenä kaikissa suunnitteluperusteonnettomuuksissa.

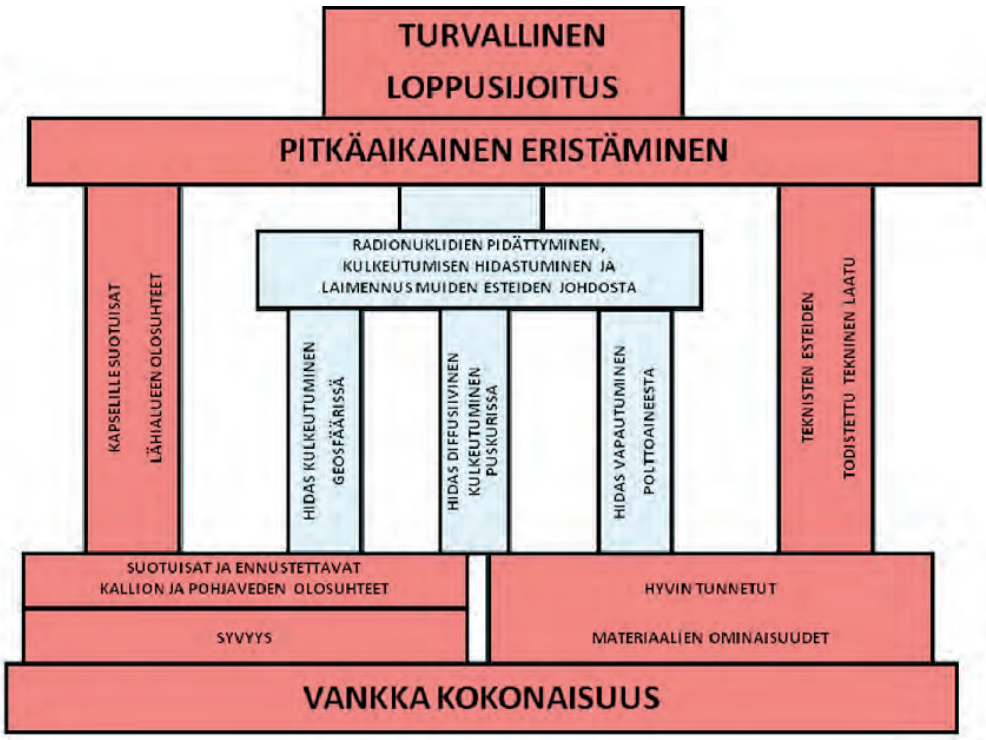
Täytetyt kapselit siirretään loppusijoituslaitokseen kaksikorisella hissillä, jonka yläkorilla lasketaan purkuribentoniittilohkoja ja alakorilla kapseleita. Hissi kelpoistetaan STUK:lle turvallisuusluokiteltuna (TL3) nosto- ja siirtolaitteena. Hissikorin ja siinä olevan kapselinvapaaseen putoamiseen on varauduttu nostokuilun alle asennettavan iskunvaimenninkonstruktion avulla. Vaimentimen suunnitteluperusteena on kapselin säilyminen ehyenä korin putoamisesta huolimatta. Suunnitteluperusteen täyttyminen varmennetaan VTT:llä tehtävin simuloinnein ja kokein.

Maanalaisissa osissa käytetään kapselin siirto- ja asennusajoneuvoa, jossa on paksu säteilysuoja kapselin ympärillä, näin säteilytaso ajoneuvon läheisyydessä on riittävän alhainen työntekijöiden työskentelyyn samoissa tiloissa. Uusien kalliotilojen rakentaminen ja loppusijoitustoiminta toteutetaan toisistaan luotettavasti erillään. Loppusijoitustiloissa ei ole sellaisia palokuormia, että kapseleiden eheys mahdollisissa tulipaloissa vaarantuisi. Tulvatilanne loppusijoitustiloissa voi aiheutua lähinnä poistovesipumppaamon pitkäaikaisesta toimintahäiriöstä. Tulvatilanteella ei ole merkitystä ydinturvallisuuden kannalta.

Pitkäaikaisturvallisuuden varmistaminen
Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus perustuu radioaktiivisten aineiden eristämiseen elävästä luonnosta. Ensisijaisesti eristäminen perustuu teknisiin suojarakenteisiin (containment), joita ovat vesi- ja kaasutiivis kapseli, sitä suojaava bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelien täyttöaine ja tulpat sekä kaikkien maanalaisten tilojen sulkemisrakenteet. Mikäli kapseli kuitenkin jostakin syystä menettää eristyskykynsä ja alkaa vuotaa, sitä ympäröivä bentoniittipuskuri, täyttöaineet ja loppusijoitustiloja ympäröivä kallio ja syvyys varmistavat, että radioaktiivisten aineiden päästöt elävään luontoon jäävät tällöinkin merkityksettömän pieniksi. Loppusijoitusjärjestelmä kokonaisuutena toteuttaa siksi ns. moniesteperiaatteen, jolloin radioaktiivisille aineille on toisiaan täydentäviä vapautumis- ja kulkeutumisesteitä. Yhden vapautumisesteen puutteellinen toiminta ei vaikuta järjestelmän turvallisuuteen kokonaisuutena.

Vankka järjestelmäsuunnittelu perustuu riittävään syvyyteen, suotuisiin ja ennustettavissa oleviin kallioperän ja pohjaveden olosuhteisiin sekä hyvin tutkittuihin kallioperän ja teknisten vapautumisesteiden materiaaliominaisuuksiin. Olkiluodon loppusijoituspaikan karakterisointi ja loppusijoitustilan suunnittelu keskittyvät kalliotilavuuteen noin 400–450 metrin syvyydessä. Tällä syvyydellä ovat suotuisat ja ennustettavissa olevat kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet, kuten pelkistävät olosuhteet ja pohjaveden hidas virtaus, ja ihmisen tahattoman tunkeutumisen todennäköisyys on pieni.

Kuva 6 havainnollistaa loppusijoitusratkaisun turvallisuusperiaatteita esittäen moniesteperiaatteen pylväsmallilla.



Kuva 6. *KBS-3-tyyppisen kiteiseen kallioon tapahtuvan käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuuskonseptin pääpiirteet. Turvallisuuskonsepti perustuu vankkaan (”robustiin”) suunnitteluun. Punaiset pilarit ja palkit kuvaavat loppusijoitusjärjestelmän ensisijaisia turvallisuuspiirteitä ja -ominaisuuksia, joiden tavoitteena on säilyttää vapautumisesteiden, ennen kaikkea kapselin, toimintakyky. Siniset pilarit ja palkit kuvaavat toissijaisia turvallisuustekijöitä, joilla on merkitystä erityisesti, jos radionuklideja vapautuu kapselista.*

Posivan loppusijoitusratkaisussa teknisten päästöesteiden pääasialliset turvallisuustoiminnot määritellään seuraavasti:

1) Loppusijoituskapselin turvallisuustoimintona on:
   - pitää käytetyn polttoaineen radionuklidit sisällään mahdollisimman pitkään. Turvallisuustoiminto perustuu ennen kaikkea kapselin rautaisen sisäosan tarjoamaan mekaaniseen kestävyyteen ja tiiviin kuparisen ulkokuoren tarjoamaan korroosionkestävyyteen.

2) Puskurin turvallisuustoimintoja ovat:
   - myötävaikuttaa sellaisten mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olojen syntymiseen ja säilymiseen, jotka ovat ennustettavissa ja suotuisia kapselin kestävyyden kannalta, sekä suojella kapselia sellaisilta ulkoisilta vaikutuksilta, jotka saattaisivat vaikuttaa heikentävästi kapselin turvallisuustoimintoihin.
   - rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista siinä tapauksessa että kapseli menettäisi tiiviytensä.

3) Loppusijoitustunnelien täyttöaineiden ja tulppien turvallisuustoimintoja ovat:
   - myötävaikuttaa kapselin ja puskurin kannalta suotuisien ja ennustettavien mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen ja säilymiseen
   - rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista siinä tapauksessa että kapseli menettäisi tiiviytensä.
   - myötävaikuttaa loppusijoitustunnelien lähikallion mekaanisen pysyvyyteen.

4) Sulkemisjärjestelmien (tunnelien ja kuilujen täyteaineet, tulpat ja muut mahdolliset sulkurakenteet) turvallisuustoiminnot ovat:
   - huolehtia loppusijoitustilojen pitkäaikaisesta eristämisestä pintaympäristöstä ja siellä olevasta elävästä luonnosta
   - myötävaikuttaa muiden teknisten päästöesteiden kannalta suotuisien ja ennustettavien olojen muodostumiseen ja säilymiseen estämällä merkittävien virtausreittien synty kuilujen ja tunnelien kautta
   - rajoittaa ja hidastaa haitallisten aineiden kulkeutumista loppusijoitustiloihin tai niistä pois.

Posivan loppusijoitusratkaisussa kallio toimii luonnollisena päästöesteenä. Sen turvallisuustoimintoja on:
   - eristää loppusijoitustilat maan pinnan muuttuvista oloista sekä yleisesti että erityisesti siellä olevasta elävästä luonnosta, sekä rajoittaa ihmisten tunkeutumista loppusijoitustiloihin.
   - muodostaa suotuisat ja ennustettavat mekaaniset, geokemialliset ja hydrogeologiset olosuhteet teknisille vapautumisesteille
   - rajoittaa ja hidastaa haitallisten aineiden kulkeutumista elolliseen luontoon siinä tapauksessa, että niitä pääsisi vapautumaan loppusijoitustiloista.

Radioaktiivisten aineiden mahdollista kulkeutumista vuosituhansien saatossa on kehitystyön aikana mallinnettu käyttäen konservatiivisia oletuksia. Pitkäaikaisturvallisuuden täyttymistä selvitetään turvallisuusperustelulla.

Loppusijoitus on suunniteltu siten, että sen jälkeen kun loppusijoitustilat on suljettu, tarvetta muuhun huolehtimiseen ei ole. Loppusijoitettujen kapseleiden palautus maan pinnalle on kuitenkin teknisesti mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa. Palautettavuutta käsitellään hakemuksen liitteessä 17.

3 Muut turvallisuuden varmistavat järjestelyt

Henkilöstö, asiantuntemus ja turvallisuuskulttuuri
Ydinlaitosten suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä huolehtivalle organisaatiolle asetetaan henkilökunnan osaamista sekä osaamisen ylläpitämistä ja kehittämistä koskevia vaatimuksia.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten henkilökunta valitaan ja koulutetaan siten, että se on tehtäviinsä soveltuva ja pätevä. Vaatimukset henkilökunnan valinnalle sekä osaamisen ylläpitämiselle ja edelleen kehittämiselle määritellään Posivan toimintajärjestelmässä. Ydinenergialain mukaan luvanhakijan on nimettävä laitoksen rakentamiselle ja käytölle vastuullinen johtaja ja tälle varahenkilö. Ydinlaitoksen rakentamisen aikainen vastuullinen johtaja esitetään Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi rakentamislupaa haettaessa. Selvitys Posivan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta on esitetty rakentamislupahakemuksen liitteessä 10 (Käyttöorganisaatio) ja liitteessä 15 (Organisaatio ja asiantuntemus rakentamisen aikana).

Ydinvoimalaitoksilla, jotka ovat keskeisesti Posivan toiminnan taustalla, on Suomessa omaksuttu pitkälle kehittynyt turvallisuuskulttuuri. Kehittyneellä turvallisuuskulttuurilla tarkoitetaan organisaatiossa vallitsevaa ajattelutapaa ja asennetta, toimintatapaa ja työilmapiiriä, jossa korostetaan laitoksen käytön turvallisuuden sekä turvallisuuden kannalta merkityksellisten seikkojen asettamista ensi sijalle toiminnan kaikissa vaiheissa. Se tarkoittaa edelleen turvallisuustietoisuutta, korkeaa ammattitaitoa, huolellisia työtapoja sekä valppautta ja aloitteellisuutta turvallisuutta heikentävien tekijöiden havaitsemiseksi ja poistamiseksi. Kehittynyttä turvallisuuskulttuuria noudatetaan myös Posivan toiminnassa. Ydinjätealan tutkimuksessa Suomessa omaksuttu avoin julkisuusperiaate edesauttaa turvallisuuskulttuurin ylläpitämistä ja edelleen kehittämistä. Hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrittäessä käytetään ohjenuorana kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) määrittelemiä tunnuspiirteitä, jotka kuuluvat hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrkivän organisaation käytännön toimintaan.

Turvallisuustekniset käyttöehdot ja laitoksen ohjeistot
Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle laaditaan turvallisuustekniset käyttöehdot (TT-KE). Niissä määritellään laitosten käyttöä koskevat tekniset ja hallinnolliset vaatimukset ja ehdot. Käyttöehdoissa huomioidaan loppusijoitustoiminnan ja tilojen laajentamisen yhteensovittaminen.

Laitoksille luodaan käyttöohjeistot ja ohjeet häiriö- ja onnettomuustilanteita varten. Laitteistojen eheyden ja toimintakyvyn varmistamiseksi tehdään tärkeille kohteille määräaikaistarkastus- ja koestusohjelmat. Kunnossapitoa, ennakkohuoltoa ja varaosavarastoja varten tehdään suunnitelmat. Käytetyn polttoaineen käsittely sekä huolto- ja korjaustyöt suoritetaan aina kirjallisia työmääräyksiä ja -ohjeita noudattaen.

Turva- ja valmiusjärjestelyt
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvajärjestelyt toteutetaan ottaen huomioon valtioneuvoston asetus 734/2008. Onnettomuusvalmiusjärjestelyt suunnitellaan soveltaen tarvittavin osin valtioneuvoston asetusta 735/2008.

Laitoksien turvajärjestelyt suunnitellaan siten, että laitoksiin kohdistuvasta lainvastaisesta toiminnasta aiheutuvat riskit minimoituvat. Turvajärjestelyt perustuvat usean sisäkkäisen turvallisuusvyöhykkeen käyttöön siten, että turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät ja ydinaineet ovat erityisen suojattuja ja että kulun ja tavaraliikenteen valvonta on tehokkaasti järjestetty.

Onnettomuustilanteita varten tehdään käyttöönottovaiheessa suunnitelma valmiusjärjestelyistä sekä varataan tätä tarkoitusta varten tarpeelliset säteilymittaus-, viestintä- ja hälytysvälineistöt. Henkilöstö koulutetaan valmiustilanteita varten.

Ydinmateriaalivalvonta
Ydinmateriaalivalvonta pohjautuu siitä annettuun lainsäädäntöön, viranomaisten päätöksiin ja ydinenergia-alan kansainvälisiin sopimuksiin ja hallitusten välisiin sopimusjärjestelyihin. Ydinmateriaalivalvonnan perustana on kansainvälinen ydinsulkusopimus (Non-Proliferation Treaty) ja sen valvontasopimuksen lisäpöytäkirja sekä Euroopan atomienergiayhteisön perustamissopimus (Euratom Treaty). Ydinmateriaalivalvonta toimii samoilla periaatteilla kuin ydinvoimalaitoksillakin, ts. kirjanpidon, vartioinnin ja viranomaisvalvonnan avulla. Loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonnan erityispiirteenä kuitenkin on, että ydinaineet joutuvat perinteisten valvontamenetelmien ulottumattomiin. Tämän vuoksi loppusijoitettavan polttoaineen määrä ja laatu tulee varmentaa ennen kapselointia.

Valvonnan mahdollistaminen otetaan huomioon laitoksien suunnittelussa. Posivalla on jo käytössä STUK:n hyväksymä Ydinsulkuvalvontakäsikirja, joka kuvaa Posivan toteuttamaa ydinmateriaalivalvontaa kapselointilaitoksen, loppusijoituslaitoksen ja tutkimustilan (ONKALO) rakentamisen aikana. Suunnitelma ydinmateriaalivalvonnan järjestämisestä loppusijoitustoiminnan aikana toimitetaan STUK:lle rakentamislupahakemuksen yhteydessä.

Liite 8 Selvitys turvallisuusperiaatteista, joita hakija aikoo noudattaa, sekä arvio periaatteiden toteutumisesta [YEA 32 §, kohta 6]

SELVITYS TURVALLISUUSPERIAATTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTAA, SEKÄ ARVIO PERIAATTEIDEN TOTEUTUMISESTA

1 Johdanto ja yleiset periaatteet

Käytetyn polttoaineen kapselointilaitos suunnitellaan siten, että normaalikäytössä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi. Suunnittelussa varaudutaan myös käyttöhäiriöihin ja onnettomuustilanteisiin niin, että viranomaisten asettamat säteilyannosrajat alittuvat. Lähtökohtana on, että säteilyaltistus pidetään kaikissa tilanteissa niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (ALARA-periaate).

Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta loppusijoituksen suunnittelun lähtökohtana on ollut, että radioaktiiviset aineet eristetään elollisesta luonnosta niin pitkäksi aikaa kunnes niiden aktiivisuustaso on laskenut niin alhaiseksi, että kyseisistä aineista ei ole enää vaaraa ihmisille tai muulle luonnolle.

Tässä selvityksessä käydään läpi valtioneuvoston asetus ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta 27.11.2008 / 736 ja arvioidaan asetuksessa esitettyjen vaatimusten täyttymistä. Soveltuvin osin käsitellään myös valtioneuvoston asetusta ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta 27.11.2008 / 733.

2 Suunnitteluun vaikuttavat viranomaismääräykset

Käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja käyttö ovat ydinenergian käyttöä. Laitoksen suunnittelussa on otettu huomioon voimassaolevat ydin- ja säteilyturvallisuutta koskevat määräykset. Ydinenergian käytöstä määrätään yleisesti ydinenergialaissa (990/1987) ja ydinenergia-asetuksessa (161/1988).

Ydinenergian käytön turvajärjestelyistä on määrätty valtioneuvoston asetuksessa (734/2008). Ydinenergian käyttöön sovelletaan myös säteilylain (592/1991) 2 §:ssä esitettyjä säteilyn käytön yleisiä periaatteita ja säteilylain luvussa 9 ja säteilyasetuksessa (1512/1991) esitettyjä säteilytyötä koskevia vaatimuksia. Ydinenergialain mukaisesti valtioneuvosto on antanut lisäksi asetuksia, jotka koskevat mm. ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta sekä ydinenergian käytön turva- ja valmiusjärjestelyjä. Valtioneuvosto on antanut myös pelastuspalvelujärjestelyjä koskevia yleisiä määräyksiä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskee erityisesti valtioneuvoston tekemä asetus ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (VNA 736/2008), joka korvaa aiemmat valtioneuvoston päätökset käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta (VNP 478/1999) ja ydinvoimalaitosten voimalaitosjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (398/1991).

Soveltuvin osin suunnittelussa on otettu huomioon valtioneuvoston asetukset:
- VNA ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyistä (735/2008)
- VNA ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (733/2008).

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevat seuraavat STUK:n ohjeluonnokset:
- YVL D.3, ”Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi”
- YVL D.4, ”Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstä poisto”
- YVL D.5, ”Ydinjätteiden loppusijoitus”

STUK:ssa valmisteltavina olevien YVL-ohjeluonnosten käyttäminen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa perustuu STUK:lta päätökseen 1/0010/2011, 31.8.2011.

Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ja kaivosten turvallisuusmääräyksiä noudatetaan soveltuvin osin. Soveltamistapa ja laajuus määritellään osana tilojen yksityiskohtaisempaa suunnittelua.

3 Säteilyturvallisuus (VNA 736/2008 luku 2)

3.1 Ydinjätelaitoksen käyttö (VNA 736/2008 § 3)

Ydinjätelaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että:

1) laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein ja niin, ettei säteilyasetuksessa (1512/1991) säädettyjä enimmäisarvoja ylitetä;

2) laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi;

3) odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuvien laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiannos jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv); sekä

4) oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuvien laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiannos jää alle:

a) arvon 1 mSv luokan 1 oletetun onnettomuuden sattuessa;

b) arvon 5 mSv luokan 2 oletetun onnettomuuden sattuessa.

Tätä pykälää sovellettaessa ei oteta huomioon säteilyannoksia, jotka aiheutuvat loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen kiviaineksesta ja pohjavedestä vapautuvista luonnon radioaktiivisista aineista.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten rakenteet ovat sellaisia, että nekään polttoaine-elementeille eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka voivat johtaa polttoaine-elementtien merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa. Polttoaine-elementtejä käsitellään vain kapselointilaitoksen sellaisissa osissa, joiden seinämät on mitoitettu vaimentamaan polttoaineesta tuleva suora säteily vaarattomalle tasolle käytetyn ydinpolttoaineen käsittelytilojen ulkopuolella. Käsittelykammiossa on kahdennettu suodatus- ja jäähdytysjärjestelmä. Lisäksi kapselointilaitoksen käsittelykammion ulkopuolella olevan valvotun alueen ilmastointi voidaan onnettomuustilanteessa pysäyttää tai siirtää erillisen suodatuksen kautta tapahtuvaksi, jolloin lähes kaikki rikkoutuneesta polttoaineesta vapautuneet radioaktiiviset aineet pysyvät rakennuksen sisällä ja saadaan talteen. Polttoaineen käsittelytiloihin onnettomuustilanteessa mahdollisesti joutuneet kiinteät tai nestemäiset radioaktiiviset aineet kerätään siivouslaitteilla talteen jätteenä edelleen käsiteltäväksi. Onnettomuustilanteessa mahdollisesti rikkoutuvasta polttoaineesta vapautuvaa vähäistä määrää radioaktiivista kaasua, lähinnä kryptonia (Kr-85) (jalokaasu), on kuitenkin vaikea ottaa talteen ja sen on päästöanalyyseissä oletettu pääsevän ilmastoinnin kautta ympäristöön.

Kapselointilaitoksen häiriöttömästä käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön voidaan katsoa merkityksettömän pieniksi, jos niistä väestön eniten altistuvan ryhmän jäsenille aiheutuva keskimääräinen efektiivinen vuosiannos on enintään 0,01 mSv. Suunnittelutavoite on, että työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 millisievertiä (mSv) vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv. Kapselointilaitoksen käyttöturvallisuusanalyysin tulokset osoittavat, että normaalikäytön johdosta laitoksen työntekijöiden annokset jäävät pieniksi ja väestön eniten altistuvan ryhmän jäsenien annos on 0,001 mSv vuodessa.

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan käyttövaiheen aikaista turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, joka sattuu keskimäärin harvemmin kuin kerran vuodessa, mutta jolla on merkittävä todennäköisyys sattua ainakin kerran laitoksen käyttövaiheen aikana. Laitteiden ja toimintojen suunnittelulla pyritään häiriötilanteissakin estämään polttoaineen vaurioituminen ja merkittävät aktiivisuuspäästöt. Käyttöhäiriöt voidaan jakaa kahteen luokkaan seurausten välittömyyden mukaan: sellaisiin, joista voi aiheutua välittömästi säteilyannoksia ja jotka siksi vaativat välitöntä toimintaa, ja sellaisiin, joista säteilyannoksia ei aiheudu ainakaan välittömästi ja joiden korjaamisen tähtäävät toimet voidaan kiireettä suunnitella ja päättää. Häiriötilanteen korjaaminen voi silti tällaisissa tapauksissakin myöhemmin aiheuttaa käyttöhenkilökunnalle säteilyannoksia. Käyttöhäiriöt voivat aiheutua esimerkiksi virheellisestä, ohjeitten vastaisesta toiminnasta tai erilaisista laitevioista. Myös tulipalot katsotaan käyttöhäiriöiksi. Normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden kuvauksen perusteella tehty käyttöturvallisuusanalyysi on päivitetty viimeksi vuonna 2012. Toimintavirheistä ja laitevioista aiheutuvat maksimisäteilyannokset on arvioitu käyttöturvallisuusanalyysissä. Arvion mukaan häiriötilanteita koskeva annosraja 0,1 mSv vuodessa ei ylity minkään suunnittelun perustana olevan tilanteen päästöissä. Suurimman häiriön jälkeen ensimmäisen vuoden kuluessa aiheutuisi maataloustuotteiden nautinnasta suurimmillaan vain 0,02 mSv:n annos. Ulkoisen laskeumasta tulevan säteilyn merkitys kasvaa, mikäli tarkastellaan 50 vuoden altistusaikaa, jolloin käyttöhäiriöstä aiheutuva kokonaisannos kasvaa arvoon 0,05 mSv.

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan käyttövaiheen aikaista turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jolla on vain vähäinen todennäköisyys sattua koko käyttövaiheen aikana. Oletetut onnettomuudet ovat usein laitoksen suunnitteluperustaonnettomuuksia (Design Basis Accident, DBA). Mahdollisiksi katsottavia onnettomuustilanteita (ns. oletettuja onnettomuuksia) koskevat rajat ovat 1 mSv ja 5 mSv siten, että edellinen raja koskee yli ja jälkimmäinen alle todennäköisyyden 10^{-3}/vuosi omaavia onnettomuuksia. Kapselointilaitoksen käyttöturvallisuusanalyysissä kaikkien onnettomuustilanteiden on oletettu kuuluvan luokkaan 1, jota koskeva raja on 1 mSv. Tulokset osoittavat, että oletetuissa onnettomuustilanteissa ympäristössä esiintyvät annokset eivät ylitä raja-arvoja. Ensimmäisen vuoden kuluessa aiheutuu maataloustuotteiden nautinnasta suurimmillaan 0,9 mSv:n annos. Tämä on pienempi kuin oletettuja onnettomuustilanteita koskeva annosraja 1 mSv vuotta kohden. Ulkoisen laskeumasta tulevan säteilyn merkitys kasvaa, mikäli tarkastellaan 50 vuoden altistusaikaa, jolloin kokonaisannos kasvaa arvoon 1 mSv. Annoksesta 95 % aiheutuu paikalla tuotetuista maataloustuotteista, ja muista altistusreiteistä aiheutuva annos on pieni. Analyysissä ravintoaineiden käyttöä ei ole rajoitettu, mutta todellisessa tilanteessa saastuneen ravinnon käyttöä todennäköisesti rajoitettaisiin.

Valtioneuvoston asetuksen 3 §:n vaatimukset täyttyvät.

3.2 Loppusijoituksen pitkäaikaiset säteilyvaikutukset (VNA 736/2008 4 §)

Ydinjätteen loppusijoitus tulee suunnitella siten, että todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä 2 ja 3 momentin mukaisia raja-arvoja.

Tarkasteluajanjaksolla, jona ihmisille aiheutuva säteilyaltistus voidaan riittävän luotettavasti arvioida ja jonka on oltava vähintään usean tuhannen vuoden mittainen, tulee:

1) eniten altistuvien ihmisten saaman vuosiannoksen jäädä alle arvon 0,1 mSv; ja

2) muiden ihmisten saamien keskimääräisten vuosiannosten jäädä merkityksettömän pieniksi.

Edellä tarkoitetun ajanjakson jälkeisinä tarkasteluajanjaksoina on loppusijoitetuista ydinjätteistä peräisin olevien elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen alitettava enimmäisarvot, jotka Säteilyturvakeskus asettaa kunkin radionuklidin osalta erikseen. Raja-arvot tulee asettaa siten, että:

1) loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastaavansuuruiset kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat säteilyvaikutukset; ja

2) laaja-alaiset säteilyvaikutukset jäävät merkityksettömän pieniksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelussa tavoitteena on eristää käytetty polttoaine ja sen sisältämät radioaktiiviset aineet elollisesta luonnosta niin kauan kuin niistä voi aiheutua terveys- tai muita haittoja. Suunnittelussa otetaan huomioon ennustettavissa olevat ja mahdollisiksi arvioidut luonnonoloihin vaikuttavat muutokset ja tapahtumat ja niiden vaikutukset loppusijoituslaitoksen rakenteissa käytettävien materiaalien ja ympäröivän kallioperän käyttäytymiseen.

Vaatimusten toteutumista tarkastellaan lupahakemusta varten laaditussa, valtioneuvoston asetuksen 14 §:n mukaisessa turvallisuusperustelussa. Sen mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle valtioneuvoston asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmilläänkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltistus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

Edellä esitetyt johtopäätökset perustellaan yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavassa turvallisuusperustelu-aineistossa.

Kapselointilaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilaan sijoitetaan lyhytikäistä matala- ja keskiaktiivista jätettä. Jätetilasta aiheutuvat vuosittaiset säteilyannokset jäävät turvallisuusanalyysin mukaan alle kymmenesosaan viranomaisen asettamista

raja-arvoista. Jätteen lyhytikäisyydestä johtuen säteilyannos on suurimmillaan muutaman kymmenen vuoden kulutta ja pienenee oleellisesti muutaman sadan vuoden kuluttua loppusijoituksesta.

Valtioneuvoston asetuksen 4 §:n vaatimukset täyttyvät.

3.3 Epätodennäköisten tapahtumien huomioon ottaminen (VNA 736/2008 5 §)

Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien merkitys on selvitettävä tarkastelemalla kunkin tapahtuman realistisuutta, todennäköisyyttä ja mahdollisia seurauksia. Silloin kun on mahdollista, tällaisen tapahtuman säteilyvaikutusten odotusarvojen hyväksyttävyyttä on arvioitava vuosiannoksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien raja-arvoihin nähden.

Turvallisuusperustelussa on skenaarioanalyysin avulla tarkasteltu laajasti myös erilaisten epätodennäköisten tapahtumien merkitystä loppusijoituksen turvallisuudelle.

Tämänhetkisen tiedon perusteella merkittävimmiksi uhkiksi loppusijoitusjärjestelmän turvallisuudelle on arvioitu jääkauden jälkeisinä aikoina mahdolliset huomattavat maanjäristykset ja jääkauden ionivahvuudeltaan laimeiden sulamisvesien vaikutus kapseleita suojaavaan bentoniittipuskuriin. Kummastakin uhkasta aiheutuvat riskit saadaan kuitenkin hyvin pieniksi noudattamalla kehitettyä kallioluokittelumenettelyä. Sen mukaisesti loppusijoituskapselit sijoitetaan kallioon sellaisiin paikkoihin, joissa merkittävien kalliosiirrosten todennäköisyys on pieni ja virtaukset reiän ympärillä vähäisiä. Käytännössä molemmat kriteerit tarkoittavat isojen rakojen välttämistä kapselipaikkoja valittaessa.

Esitetyn kaltaisten uhkien toteutuminen lähimpien kymmenen tuhannen vuoden kuluttua ei nykyisen jääkausitietämyksen perusteella ole mahdollista. Pitkällä aikavälillä uhkien toteutuminen on mahdollista, joskin edelleen epätodennäköistä. Tehtyjen analyysien perusteella, yksittäisistä kapseleista vapautuvien radioaktiivisten aineiden aiheuttamat aktiivisuuspäästöt, keskimääräiset vapautumisnopeudet, jäisivät kuitenkin selvästi alle Säteilyturvakeskuksen asettamien rajojen ja useidenkin kapselien yhtäaikaisesta vaurioitumisesta aiheutuvien vapautumisnopeuksien odotusarvot ovat korkeintaan kymmenesosan em. rajoista.

Erikseen on tarkasteltu myös seurauksia siitä, että tulevaisuudessa ihminen tekisi tahattomasti kairanreikiä loppusijoitusalueelle, jotka ulottuisivat loppusijoitustiloihin saakka. Tässä on tarkasteltu tilanteita joissa kaira osuu kapseliin, puskuriin tai tunnelin täyteaineeseen. Tilanteessa jossa kaira osuu kapseliin ja radioaktiivista materiaalia tuodaan maanpinnalle ja aiheuttaa altistusta kairaustekniikoille ja kairasydäntä tutkivalle geologille. Näille eniten altistuville henkilöille aiheutuvat vuosittaiset annokset jäävät kuitenkin alle kymmenesosan valtioneuvoston asetuksessa annetusta rajasta.

Valtioneuvoston asetuksen 5 §:n vaatimukset täyttyvät.

4 Ydinjätelaitoksen suunnitteluvaatimukset (VNA 736/2008 luku 3)

4.1 Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittely (VNA 736/2008 6 §)

Käytetty ydinpolttoaine ja muu ydinjäte on käsiteltävä ja pakattava loppusijoitusvaatimusten mukaisesti. Jätepakkaukset on luokiteltava ominaisuuksiensa perusteella. Kullekin luokalle on asetettava raja-arvot ja muut laatuvaatimukset, jotka ovat tarpeen ydinjätelaitoksen käyttöturvallisuuden ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ja jotka jätepakkauksien tulee täyttää.

Ydinjätelaitoksessa on oltava tehokkaat säteilysuojelujärjestelyt työntekijöiden säteilyaltistuksen ja laitoksen ympäristössä aiheutuvien säteilyvaikutusten rajoittamiseksi. Jätteen käsittelyssä on radioaktiivisten aineiden vapautumista laitostiloihin ja ympäristöön estettävä ja rajoitettava tarpeen mukaan eristys-, talteenotto- ja suodatusjärjestelmin. Käytetyn ydinpolttoaineen tai muun voimakkaasti säteilevän ydinjätteen käsittelyssä on turvattava riittävä säteilysuojaus käyttämällä etäkäsittelyä ja säteilysuojia.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä on suurella varmuudella estettävä polttoaineen vaurioituminen ja itseään ylläpitävän fissioiden ketjureaktion syntyminen sekä varmistettava polttoaineen riittävä jäähdytys.

Käytetyt polttoaine-elementit pakataan kaasu- ja vesitiiviisiin metallisäiliöihin, kapseleihin, joiden sisäosa on pallografiittirautaa ja ulkokuori kuparia. Polttoaine-elementit pakataan kapselin sisäosaan. Kuparikapselin kansi ja ulkokuori suljetaan tiiviisti hitsaamalla. Kuparikapseli toimii korroosiosuojana sekä kaasutiiviinä vaippana, pallografiittiraudasta valmistettu sisäosa takaa riittävän mekaanisen lujuuden sekä pitää polttoaineen alikriittisessä kokoonpanossa. Kupari on valittu kapselimateriaaliksi erityisesti korroosio-ominaisuuksien perusteella.

Ennen loppusijoitustiloihin kuljettamista kapselin hitsaussauman tiiveys ja eheys tarkastetaan ainetta rikkomattomilla testausmenetelmillä kuten visuaalisella tarkastuksella kameralla, röntgenkuvauksella, ultraäänitutkimuksella ja pyörrevirtamenetelmällä.

Kapselin vaatimukset on esitetty Posivan vaatimusten hallintajärjestelmässä. Kapselien laatu varmistetaan noudattaen samankaltaisia käytäntöjä kuin millä varmistetaan ydinvoimalaitoskomponenttien laatu.

Kapselointilaitos jaetaan käyttövaiheessa säteilyn perusteella kahteen toisistaan erotettuun alueeseen, valvonta-alueeseen ja valvomattomaan alueeseen. Valvonta-alueelle pääsyä ja siellä kulkua valvotaan säteilysuojelusyistä. Valvonta-alueella työskentelevillä tulee olla muun muassa henkilökohtainen annosmittari, suojapuku ja jalkinesuojat. Kaikki kapseleiden käsittely tapahtuu valvonta-alueella. Kapselointi tapahtuu kokonaisuudessaan kauko-ohjatusti. Tilat ovat ulkoisesti säteilysuojattuja ja ilmastoituja siten, että polttoaineen käsittelytiloissa vallitsee alipaine. Poistoilman aktiivisuutta tarkkaillaan jatkuvasti ja se voidaan tarvittaessa suodattaa.

Käytettyä polttoainetta käsitellään, varastoidaan ja siirretään kapselointilaitoksessa vain joko kaasutiiviisti suljetuissa säiliöissä tai sellaisissa säteilysuojatuissa huonetiloissa, joiden ilmastoinnista ja lattioiden vuotovesistä huolehditaan suljettujen suodatus- ja käsittelyjärjestelmien avulla. Huonetilat, joissa käytettyä polttoainetta käsitellään paljaana, pidetään ilmastoinnin avulla alipaineisina, jolloin mahdolliset vuotovirtaukset suuntautuvat sisäänpäin eikä kapselointilaitos kontaminoidu muualta.

Teknisissä suunnitelmissa tähdätään siihen, että radioaktiivisten aineiden vapautuminen laitostiloihin jää kaikissa oloissa niin pieneksi kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Polttoaine-elementtien käsittelyn aikana mahdollisesti polttoaineesta vapautuvat kiinteät, nestemäiset ja ilmaan joutuvat hiukkasmaiset radioaktiiviset aineet otetaan suodatusjärjestelmien avulla talteen. Kiinteille, nestemäisille ja ilmassa hiukkasmaisena esiintyville radioaktiivisille aineille suunnitellaan kapselointilaitokseen omat talteenotto- ja käsittelyjärjestelmät sekä loppusijoituslaitoksen yhteyteen niille erillinen sijoitustila.

Loppusijoituslaitos jaetaan käytön aikana suoran säteilyn perusteella valvonta-alueeseen ja valvomattomaan alueeseen. Pinta- tai ilmakontaminaatiota ei oleteta loppusijoituslaitoksessa esiintyvän. Kapselit ovat siirron aikana kuljetusajoneuvon säteilysuojan sisällä ja tarpeetonta oleskelua ajoneuvon lähellä vältetään. Loppusijoituslaitokseen laskettaessa kapselihissillä kapselit eivät ole säteilysuojan sisällä. Kapselihissiin ei ole ihmisillä pääsyä.

Kriittisyysonnettomuus eli neutronien ylläpitämä fissioiden ketjureaktio polttoaineessa voisi tapahtua, jos polttoaine-elementeistä muodostuisi riittävän suuri ja sopivan tiheä kasautuma sekä polttoaine-elementtien välinen tyhjä tila täyttyisi vedellä. Ydinpolttoaineen kuljetussäiliö, loppusijoituskapseli ja polttoaine-elementtien kuivatukseen käytettävä kuivauskammio ovat ainoita paikkoja, joissa polttoaine-elementit voisivat loppusijoitusprosessin aikana saavuttaa kriittisen konfiguraation. Kuljetussäiliöt ja loppusijoituskapselit on suunniteltu siten, että ne täyttävät ohjeissa YVL B.4 (luonnos) ja YVL D.3 (luonnos) annetut kriittisyysturvallisuusmääräykset. Nämä määräykset otetaan myös käsittelykammiossa olevien kuivauskammioiden suunnittelun lähtökohdaksi. Näissä käsittelypisteissä kriittisen kokoonpanon muodostuminen on rakenteellisesti estetty. Erittäin pitkällä aikavälillä oletetaan veden pääsevän kapselin sisälle aiheuttaen muutoksia sekä kapselin sisäosien että polttoaineen geometriassa. Nykyinen alikriittisyysvaatimus voidaan toteuttaa kapselin rikkoutumisen jälkeen, mikäli laskennassa käytetään hyväksi ns. palamahyvitystä. Kriittisyysturvallisuutta käsitellään yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavaan alustavaan turvallisuusselosteeseen liitettävässä aihekohtaisessa raportissa. Kuljetussäiliöiden, kuivauskammioiden, yksittäisten kapseleiden sekä kapselivarastojen kriittisyysturvallisuus varmistetaan laskennallisesti todellisen polttoaineen lähtötiedoilla.

Käytetyn polttoaineen kuljetussäiliö ja loppusijoituskapseli on suunniteltu niin, että ne eivät vaadi ulkopuolista jäähdytystä. Valvonta-alueella polttoaineen käsittelykammiossa ja kapselien puskurivarastoissa on erilliset jäähdytysjärjestelmät. Jäähdytystehoja säädetään sen mukaan, kuinka suuri lämpökuorma käsittelykammiossa ja puskurivarastoissa on. Jäähdytyksen menetystä on tarkasteltu STUK:lle toimitettavaan alustavaan turvallisuusselosteeseen liitettävässä aihekohtaisessa raportissa.

Kapselointilaitoksella radioaktiivista jätettä ei synny muualla kuin polttoaineen käsittelykammiossa sekä mahdollisesti polttoaineen kuljetussäiliön pintakontaminaatiota poistettaessa. Käsittelykammiossa ydinpolttoaineesta sinne jäänyt ydinjäte kerätään talteen ja loppusijoitetaan yhdessä polttoaine-elementtien kanssa.

Nestemäisiä matala-aktiivisia jätteitä syntyy lähinnä polttoaineen kuljetussäiliön ulkopinnan pesussa. Valvonta-alueen lattiaviemäröinnin keräämä vesi luokitellaan myös matala-aktiiviseksi jätteeksi, ellei mittauksilla voida osoittaa vettä puhtaaksi. Myös dekontaminointiliuokset voivat olla kontaminoituneita. Nestemäiset jätteet tyhjökuivataan tynnyreissä. Kaikki radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan loppusijoituslaitoksen yhteyteen rakennettavaan erilliseen käyttö- ja käytöstäpoistojätetilaan.

Valvonta-alueen ja käsittelykammion ilmastoinnin suodattimet sekä imurointijärjestelmän suodattimet viedään ao. loppusijoitustilaan.

Kapselointilaitoksen käytöstäpoisto tuottaa myös radioaktiivista jätettä. Kaikki käsittelykammion laitteet puhdistetaan, pakataan ja viedään loppusijoitustilaan. Pesuvedet kiinteytetään ennen aktiivisen jätteen loppusijoitusta.

Valtioneuvoston asetuksen 6 §:n vaatimukset täyttyvät.

4.2 Turvallisuusluokitus (VNA 736/2008 7 §)

Ydinjätelaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltava sen perusteella, mikä merkitys niillä on laitoksen käyttöturvallisuuden tai loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. Kultakin luokiteltavalta kohteelta edellytettävän laadun sekä sen todentamiseksi tarvittavien tarkastusten ja testausten on oltava riittävät kohteen turvallisuusmerkitykseen nähden.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet turvallisuusluokitellaan. Turvallisuustoimintoihin liittyvät järjestelmät, rakenteet ja laitteet luokitellaan niiden turvallisuusmerkityksen perusteella. Ohjeen YVL B.2 (luonnos) mukaan ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on ryhmiteltävä turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Luokituksen tarkoituksena on varmistaa, että järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa, tarkastuksessa ja testauksessa otetaan huomioon niiden turvallisuusmerkitys riittävän laatutason saavuttamiseksi. Turvallisuusluokan ja järjestelmille, rakenteille ja laitteille asetettavien vaatimusten välinen yhteys esitetään luokitusasiakirjassa ja varsinaiset ohjeet Posivan toimintajärjestelmään kuuluvissa käsikirjoissa ja ohjeissa.

Loppusijoitustilan rakenteiden turvallisuusluokituksessa otetaan käyttöturvallisuuden lisäksi huomioon pitkäaikaisturvallisuus. Loppusijoitustilassa käsitellään tiiviisti suljettuja loppusijoituskapseleita, joiden pinnalla vallitseva säteilytaso vaatii henkilöstön suojaamistoimenpiteitä. Käyttövaiheen aikana radioaktiivisia aineita ei voi vapautua loppusijoitustilaan muulloin kuin sellaisissa onnettomuustilanteissa, joissa loppusijoituskapseli rikkoutuu menettäen tiiveytensä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella ei ole yhtään turvallisuusluokkaan 1 kuuluvaa järjestelmää. Turvallisuusluokkaan 2 kuuluu käytetty ydinpolttoaine ja loppusijoituskapseli. Turvallisuusluokkaan 3 kuuluvia järjestelmiä on useita. Suurin osa järjestelmistä kuuluu luokkaan EYT. Turvallisuusluokitus on esitetty kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen luokitusasiakirjassa.

Valtioneuvoston asetuksen 7 §:n vaatimukset täyttyvät.

4.3 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen (VNA 736/2008 8 §)

Käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi ydinjätelaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä on sovellettava koeteltua tai muutoin huolella tutkittua, korkealaatuista tekniikkaa. Ydinjätelaitoksessa on oltava järjestelmät, joiden avulla voidaan nopeasti ja luotettavasti havaita käyttöhäiriö tai onnettomuustilanne ja estää tilanteen kehittyminen vakavammaksi. Mahdollisten onnettomuuksien seurausten lieventämiseen on varauduttava tehokkain teknisin ja hallinnollisin järjestelyin.

Ydinjätelaitoksessa on varmistettava toiminnot, joiden vioittumisen seurauksena voisi aiheutua merkittävä radioaktiivisten aineiden päästö tai laitoksen henkilöstön altistuminen säteilylle. Turvallisuuden kannalta tärkeiden toimintojen varmistamisen tulee ensisijaisesti perustua luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin sekä järjestelmiin ja laitteisiin, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvalliseen tilaan.

Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Ulkopuolisina tapahtumina on otettava huomioon myös lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi.

Ydinjätelaitoksessa on varmistettava järjestelmien sijoituksella ja suojauksella sekä operatiivisin keinoin, etteivät tulipalot, räjähdykset tai muut laitoksen sisäiset tapahtumat uhkaa turvallisuutta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnitteluratkaisut perustuvat suurimmaksi osaksi jo olemassa olevaan teknologiaan. Kapselointilaitoksen tekniikka on osin samankaltaista kuin on käytössä esim. ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen varastoissa. Kalliotilojen suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä on Suomessa ja muualla maailmassa jo pitkät kokemukset. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä Suomessa on yli 30 vuoden kokemukset ydinvoimalaitoksilla.

Osin suunnittelu perustuu varta vasten kehitettyyn tekniikkaan. Oletettavissa on, että tekninen kehitys tarjoaa tulevaisuudessa uusia vaihtoehtoja teknisiin yksityiskohtiin. Koska loppusijoituslaitoksen suunnitteluvaihe on pitkä, uudet ja kehitteillä olevat tekniset ratkaisut ehditään kokeilla ja niiden toimivuus huolella osoittaa ennen niiden käyttöönottoa. Sekä Posiva että Ruotsin vastaava organisaatio Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) ovat yhdessä suorittaneet loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikan kelpoistamiseen tähtääviä kokeita. Koko loppusijoitustekniikan kehitystyö ja testaus täydessä mittakaavassa ovat käynnissä Äspön kalliolaboratoriossa Ruotsissa sekä osin myös Suomessa.

Laitoksille hankitaan soveltuvat säteilymittausjärjestelmät ja laitteet, joiden mittausalue riittää havaitsemaan myös käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteet. Valvonta-alueen ilmastointijärjestelmä on kahdennettu. Onnettomuustilanteissa toimintaa varten laaditaan ohjeistot.

Laitos suunnitellaan siten, että käyttöhäiriö ei johda onnettomuuteen. Lähtökohtana on, että käyttöhäiriötilanne voidaan palauttaa lyhyessä ajassa normaaliksi käyttötilanteeksi. Käyttöhenkilökunta voi saada säteilyannoksia, kun laitosta palautetaan normaalin käyttötilaan, mutta laitoksen ulkopuolelle ei vuoda merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita.

Kapselointilaitoksen prosessit ovat luonteeltaan sellaisia, että minkään toiminnon pysähtyminen joko ulkoisen voimansaannin katkeamisen tai kyseisen laitteiston vioittumisen seurauksena ei edellytä välittömiä turvatoimenpiteitä. Säteilyturvallisuuden kannalta tärkeimpien prosessien laitteistot ovat kahdennettuja (esimerkiksi käsittelykammion alipaineistus) ja niiden sähkönsyöttö on varmennettu. Polttoaineen tai polttoainetta sisältävien säiliöiden käsittely- ja siirtolaitteet suunnitellaan siten, että sähkönmenetyksen seurauksena ne pysähtyvät ja lukittuvat paikoilleen. Kapselointilaitoksen tai loppusijoitustilan ilmanvaihdon pysähtyminen ei aiheuta välitöntä vaaraa. Sama pätee loppusijoitustilan vuotovesien pumppauksen katkoksille.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakenteet ovat sellaisia, että sellaisetkaan polttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat polttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä vaaraa.

Palavista materiaaleista muodostuvat palokuormat on tarkoituksella suunniteltu pieniksi kapselointi- ja loppusijoituslaitosten niissä tiloissa, joissa käsitellään radioaktiivisia aineita. Rakenteellinen paloturvallisuus otetaan suunnittelussa huomioon mm. materiaalivalinnoissa ja jakamalla tilat eri palo-osastoihin. Palojen varalta kapselointi- ja loppusijoituslaitokset varustetaan paloilmoitusjärjestelmällä, sammutusjärjestelmillä, savunpoistolla, palo-osastoinnilla ja poistumistiejärjestelyillä. Kapselinkuljetusajoneuvon

palo tunnelitiloissa on arvioitu vaarallisimmaksi palotilanteeksi ja simulaation mukaan loppusijoituskapseli ja sen sisältö pysyvät suurella todennäköisyydellä vaurioitumatta kapselinkuljetusajoneuvon tulipalossa. Räjähdykset kapselointilaitoksessa eivät sisäisinä tapahtumina ole mahdollisia sillä riittäviä määriä räjähdykseen tarvittavia aineita ei laitoksella säilytetä. Räjähdystilanteiden hallinta loppusijoitustiloissa on käsitelty seuraavassa kappaleessa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnittelussa otetaan huomioon ulkoisina tapahtumina ohjeessa YVL B.7 (luonnos) esitetyt tapahtumat, mm. maanjäristys, pienlentokoneen aiheuttama törmäys sekä maan pinnalla tapahtuva tulviminen. Myös lainvastaiseen toimintaan varaudutaan.

Valtioneuvoston asetuksen 8 §:n vaatimukset täyttyvät.

4.4 Loppusijoitustoiminnot (VNA 736/2008 9 §)

Jätepakkausten siirrot loppusijoitustilaan on toteutettava siten, että onnettomuuksien mahdollisuus on pieni ja että pakkaukset eivät vahingoitu pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavalla tavalla.

Käytettyä ydinpolttoainetta sisältävä loppusijoituspakkaus on suunniteltava siten, että loppusijoitusolosuhteissakaan ei voi syntyä itseään ylläpitävää fissioiden ketjureaktiota.

Loppusijoitustoiminnot on eriytettävä loppusijoituslaitoksen louhinta- ja rakentamistöistä siten, etteivät nämä vaikuta haitallisesti laitoksen käyttöturvallisuuteen tai loppusijoitettujen jätteiden pitkäaikaisturvallisuuteen.

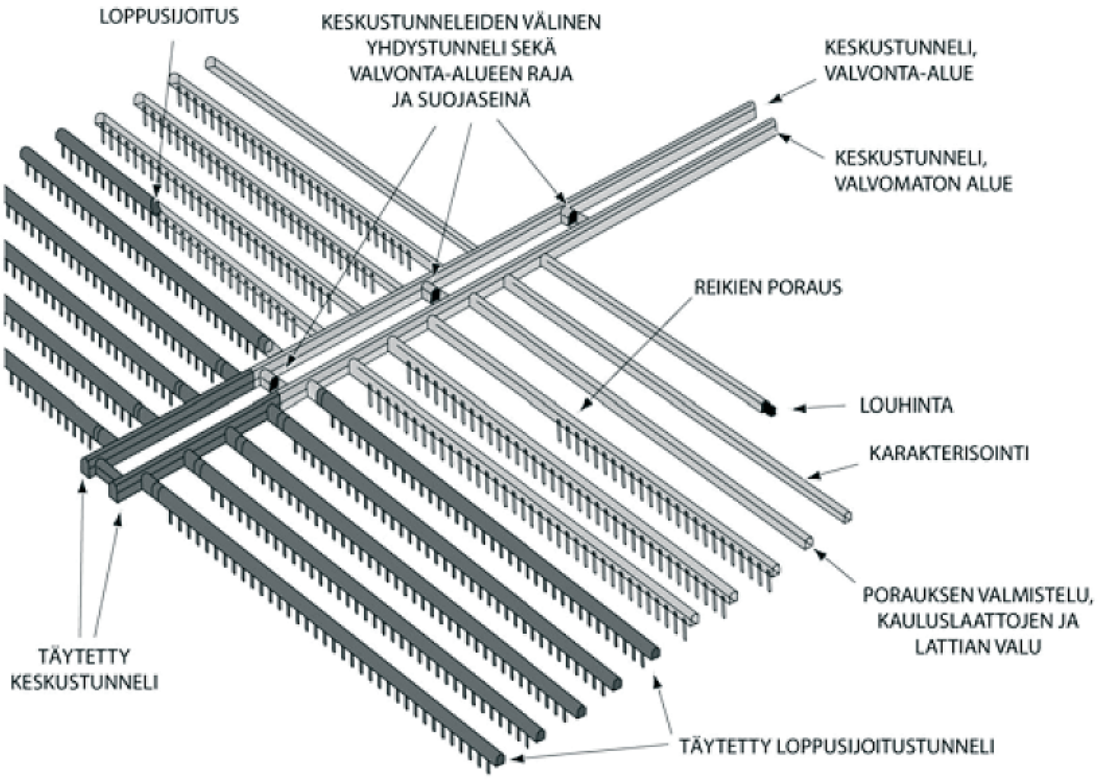
Vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn varmistamiseksi on laadittava loppusijoituslaitoksen käytön aikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma.

Loppusijoitetuista jätteistä on pidettävä tiedostoa, johon sisältyy jätepakkauskohtaiset tiedot jätelajista, radioaktiivisista aineista, sijainnista loppusijoitustilassa sekä muut tarpeelliset tiedot. Säteilyturvakeskuksen tulee järjestää loppusijoituslaitosta ja loppusijoitettuja jätteitä koskevien tietojen säilytys pysyvällä tavalla.

Loppusijoituslaitoksen ympärille on varattava riittävä suoja-alue, joka on tarpeen ydinenergialain 63 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitettuja toimenpidekieltoja varten.

Kapseli siirretään kapselointilaitoksesta loppusijoituspaikkaansa ja asennetaan puskurin sisään siten, ettei kapseli vaurioidu. Kapselin siirtämisen suoraan kapselointilaitoksesta noin 400 metrin syvyydessä olevaan loppusijoitustilaan on suunniteltu tapahtuvan hissillä, joka suunnitellaan siten, että vastapainojärjestelyn avulla ja taakkaa kantavien köysikomponenttien moninkertaisen rinnakkaisen varmistuksen avulla putoamisonnettomuuden todennäköisyys tulee hyvin pieneksi. Hissin putoamisonnettomuuteenkin varaudutaan rakentamalla kuilun pohjalle iskunvaimentimeksi kevytsorasiilo, jonka toimintaa on testattu kokein. Kapselin kuntoa tarkkaillaan käsittelyn eri vaiheissa mm. kameroiden avulla. Suunnitelman mukaan vain pieni osa loppusijoitustunneleista louhittaisiin valmiiksi ennen loppusijoituksen alkamista, mutta tunnelistoa laajennettaisiin jaksoittain rinnan loppusijoitustoiminnan kanssa. Maanalaiset tilat jaetaan siksi tilapäisin seinin erillisiin osastoihin siten, että kapseleiden siirrot ja itse loppusijoitus tapahtuvat toisistaan erillään ja kyllin etäällä toisistaan (Kuva 1).

Myös muut jätepakkaukset kuin käytetyn polttoaineen kapselit kuljetetaan loppusijoituspaikkaansa niin, etteivät pakkaukset vaurioidu ja pitkäaikaisturvallisuus säilyy.



Kuva 1. *Loppusijoitustunnelien rakentaminen.*

Käytetyn polttoaineen loppusijoituspakkaus on suunniteltu siten, ettei kriittisiä polttoainekeskittymiä muodostu missään käyttötilanteessa, mukaan lukien odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja oletetut onnettomuudet, eikä loppusijoituksen aikana. Kriittisyyslaskelmien lähtötiedot, muun muassa polttoaineen väkevöintiaste ja palama valitaan konservatiivisesti, niin että laskelmilla voidaan osoittaa että ns. efektiivisen kasvutekijän marginaalin olevan riittävä. Kriittisyysturvallisuus selvitetään alustavassa turvallisuusselosteessa.

Kalliorakentamisessa käytettävät räjähdysaineet varastoidaan maan pinnalla omissa varastoissaan. Räjähdysainevarastot sijoitetaan siten, että mahdollinen räjähdys ei vaaranna kapselointi- tai loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuutta. Räjähdysaineet kuljetetaan maan pinnalta loppusijoituslaitokseen eri reittiä tai eri aikaan kuin radioaktiiviset aineet, ja kerrallaan kuljetettavalla räjähdysainemäärälle on määritelty yläraja. Usein käytetään myös räjähdysaineita, jonka yksinään turvalliset ainesosat sekoitetaan räjähtäväksi yhdistelmäksi vasta räjäytyspaikalla. Louhintatyössä räjäytyskohteen ja loppusijoituskapseleita sisältävien sijoitustunneleiden väliin jätetään aina turvalliseksi arvioitu suojaetäisyys.

ONKALOn ja myöhemmin myös loppusijoitustilojen rakentaminen vaikuttaa ympäröivään kallioperään, pohjaveden virtausolosuhteisiin ja kemiaan sekä pintaympäristöön. Vaikutukset pyritään minimoimaan ohjeistuksella, joka kohdistuu erityisesti vesivuotojen hallintaan, kairauksiin, louhinnassa syntyviin kalliovaurioihin ja kaikkien loppusijoituksen kannalta vieraiden aineiden käyttöön maanalaisissa tiloissa ja niiden läheisyydessä. Vaikutusten suuruutta ja laajuutta seurataan seuranta- ja tarkkailuohjelmalla (monitorointiohjelma), joka pitää sisällään kalliomekaniikan, hydrologian, hydrogeoke-

mian ja pintaympäristön monitorointitutkimuksia sekä loppusijoituslaitoksella käytettävien vieraiden aineiden laadun ja määrän seurannan. Monitorointia suoritetaan sekä loppusijoituslaitoksesta että maanpinnalta käsin. Vuodesta 2004 toimineen ohjelman tutkimustulokset ja tarkennetut suunnitelmat vuoteen 2012 asti on julkaistu kerran vuodessa osa-alueittain Posivan työraporttisarjassa. Uusin monitorointiohjelma sisältää monitorointisuunnitelmat vuosille 2012–2018. Rakentamisvaiheen monitorointiohjelmaa aiotaan soveltaa ja täydentää käyttövaiheen monitorointiohjelmaa laadittaessa. Käyttövaiheessa pyritään seuraamaan myös teknisen loppusijoitusjärjestelmän (kapseli, puskuri, täyttö) käyttäytymistä niissä rajoissa, kuin se on mahdollista ilman että vaarannetaan loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyä.

Ydinjätekirjanpidon lähtötiedot saadaan polttoaineen lähettävältä ydinvoimalaitosoperaattorilta. Ydinjätekirjanpito hallinnoidaan kehitettävän polttoainetietojärjestelmän avulla. Järjestelmän suunnitteluperusteina huomioidaan turvallisuusanalyysien tekemiseen liittyvät näkökohdat sekä ydinjäte- ja ydinmateriaalivalvonnan tarpeet.

Maanalaisten loppusijoitustilojen sijainti on osoitettu ohjeellisella rajauksella Eurajoen kunnan ja Rauman kaupungin vuonna 2008 hyväksymissä osayleiskaavoissa. Tälle alueelle on osayleiskaavoissa esitetty suoja-alue, jolla tulee olemaan voimassa maankäyttöön kohdistuvia ilmoitusvelvollisuuksia. Maanalaisesta laitososasta ei aiheudu rajoituksia maankäytölle normaalin käytön tai odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden vuoksi.

Valtioneuvoston asetuksen 9 §:n vaatimukset täyttyvät.

5 Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus (VNA 736/2008 luku 4)

5.1 Loppusijoitusta koskevat yleiset vaatimukset (VNA 736/2008 10 §)

Loppusijoitus on toteutettava vaiheittain ottaen erityisesti huomioon pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavat seikat. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen suunnittelussa on otettava huomioon ydinjätteen aktiivisuuden vähentäminen välivarastoinnilla, korkeatasoisen tekniikan ja tieteellisen tiedon hyväksikäyttö sekä tarve varmistaa pitkäaikaisturvallisuus tutkimuksilla ja seurantamittauksilla. Loppusijoituksen eri vaiheiden toimeenpanoa ei kuitenkaan saa tarpeettomasti siirtää.

Loppusijoituksen toteutuksessa on erotettavissa seuraavat vaiheet:

- maanalaisen tutkimustilan rakentaminen ja käyttö sekä muu tarvittava tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyö
- kapselointilaitoksen ja vaiheittain toteutettava loppusijoituslaitoksen rakentaminen
- käytettyjen polttoaine-elementtien kapselointi ja loppusijoituskapselien siirto loppusijoitustiloihin
- loppusijoitustilojen täyttäminen ja muiden maanalaisten tilojen sulkeminen
- mahdolliset loppusijoituslaitoksen käytön jälkeiset valvontatoimet.

Nämä osin päällekkäiset vaiheet ajoitetaan pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisesti. Tällöin otetaan huomioon mm. seuraavat seikat:

- jätteen aktiivisuuden ja lämmöntuoton väheneminen ennen loppusijoitusta riittävän pitkän välivarastoinnin avulla
- korkeatasoisen käytettävissä olevan tai käyttöön tulevan tekniikan soveltaminen seuraamalla kehitystä maailmalla
- riittävän tutkimustiedon saaminen loppusijoituspaikasta, teknisistä vapautumisesteistä ja muista pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavista seikoista tekemällä kokeita, mittauksia ja analyyseja
- mahdolliset turvallisuuden varmistamiseen tarkoitetut valvontatoimet ja mahdollistamalla viranomaisten pääsy valvonnan kannalta tärkeisiin kohteisiin ja tietoihin
- jätekapselien palautettavuuden mahdollistaminen toteuttamalla tilat suunnitellun mukaisesti
- kallioperän luonnollisten olosuhteiden ja muutenkin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten olosuhteiden säilyttäminen loppusijoitustiloja ympäröivässä kalliossa välttämällä tarpeettomien louhintojen tekemistä sekä täyttämällä ja sulkemalla loppusijoitustilat ja muut maanalaiset tilat sitä mukaa kuin mahdollista
- jätteen pitkäaikaisesta välivarastoinnista aiheutuvien turvallisuusriskien ja muiden jälkipolville aiheutuvien rasitteiden välttäminen toteuttamalla loppusijoitus oikea-aikaisesti.

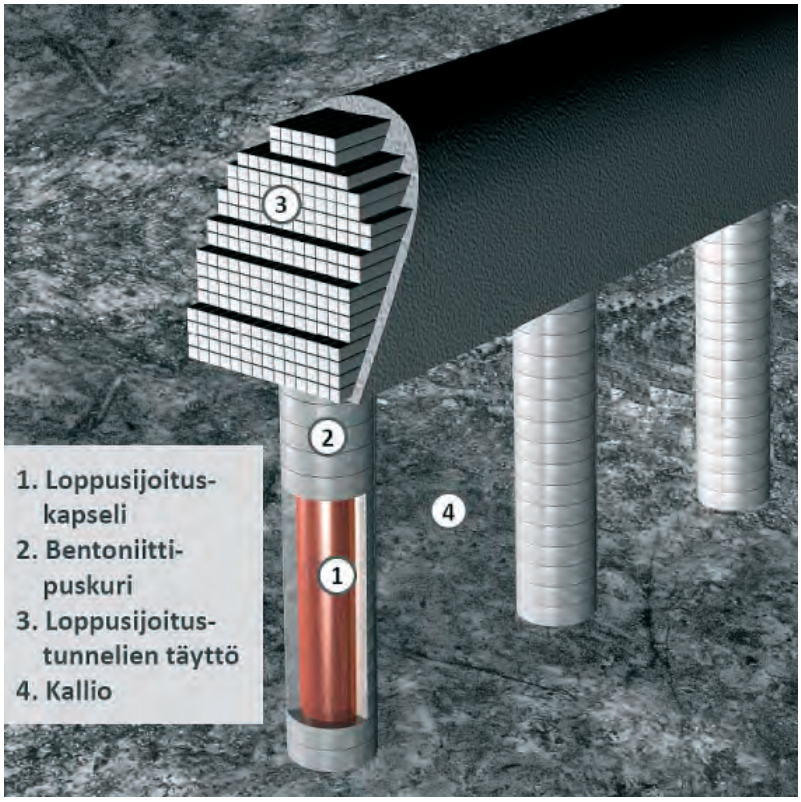
Valtioneuvoston asetuksen 10 §:n vaatimukset täyttyvät.

5.2 Moniesteperiaate (VNA 736/2008 11 §)

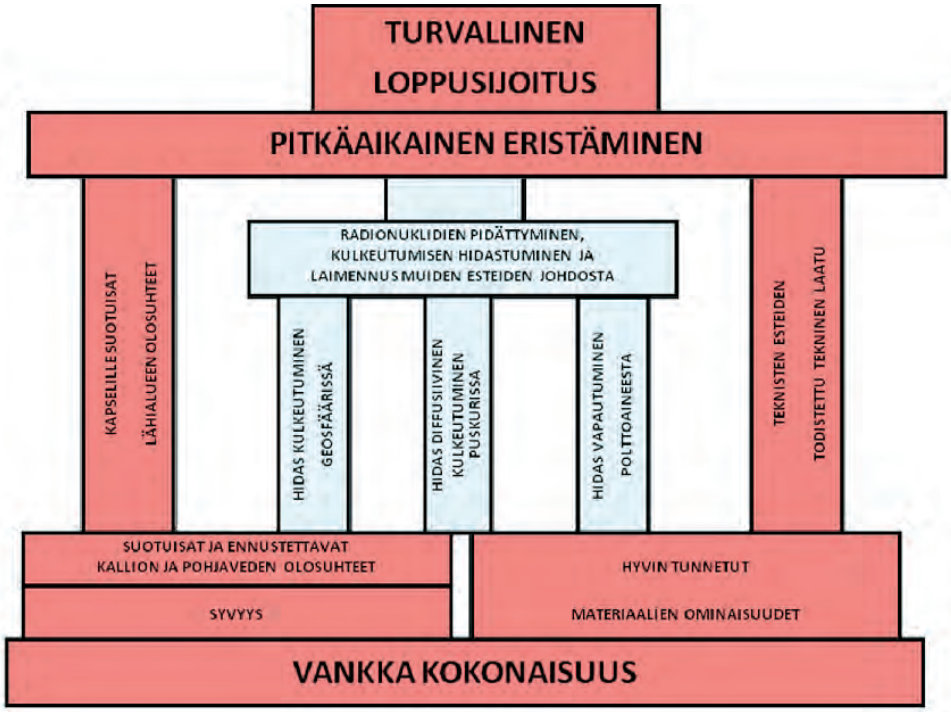
Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin turvallisuustoimintoihin siten, että yksittäisen toiminnon vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Turvallisuustoimintojen on estettävä tehokkaasti loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään ajanjaksona, jonka pituus riippuu jätteen radioaktiivisuuden kestosta. Lyhytikäisillä jätteillä tämän ajanjakson on oltava vähintään usean sadan vuoden mittainen ja pitkäikäisillä jätteillä vähintään usean tuhannen vuoden mittainen.

Loppusijoitusratkaisu kokonaisuutena noudattaa ns. moniesteperiaatetta mukainen (Kuva 2). Radioaktiiviset aineet ovat useiden toisiaan varmentavien vapautumisesteiden ("suojarakenteiden") sisällä siten, että yhden esteen vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen tai muu muutos ei vaaranna eristyksen toimivuutta. Teknisiä vapautumisesteitä ovat kapseli, puskuri, loppusijoitustunnelin täyttö sekä muiden maanalaisten tilojen sulkemisrakenteet. Ehyt kallio loppusijoitustilojen ympärillä toimii luonnollisena vapautumisesteenä.



Kuva 2. *Loppusijoitusjärjestelmän pääasialliset vapautumisesteet. Vapautumisesteeksi katsotaan myös kaikkien tunnelien, kuilujen ja muiden maanalaisten tilojen sulkemisrakenteet.*



Kuva 3. *Turvallisuuskonseptin pääpiirteet. Turvallisuuskonsepti perustuu vankkaan (”robustiin”) kokonaissuunnitelmaan. Punaiset pilarit ja palkit kuvaavat turvallisuuskonseptin ensisijaisia turvallisuustekijöitä, joiden tavoitteena on säilyttää vapautumisesteiden, ennen kaikkea kapselin, toimintakyky. Siniset pilarit ja palkit edustavat toissijaisia turvallisuustekijöitä, jotka voivat tulla merkittäviksi siinä tapauksessa, että radionuklideja pääsee vapautumaan kapselista.*

Loppusijoitusjärjestelmän vapautumisesteiden turvallisuustoiminnot ja niitä vastaavat toimintakykytavoitteet perustuvat kuvan 3 mukaiseen ”turvallisuuskonseptiin”. Konseptin mukaan loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus perustuu ensisijaisesti käytetyn ydinpolttoaineen radionuklidien täydelliseen eristämiseen ympäristöstään pitkäikäiseksi suunnitellun kaasu- ja vesitiiviin kapselin sisään. Kallion tehtävänä on luoda suotuisat olosuhteet, joissa kapselit säilyvät ehjänä mahdollisimman pitkään. Vapautumisesteiden korkealla teknisellä laadulla tulee varmistaa että kapseli on alun perin ehjä ja koko järjestelmä toteutettu vaatimusten mukaisesti.

Jotta kallio-olosuhteiden suotuisuudesta voidaan varmistua pitkälläkin aikavälillä, olosuhteiden tulee olla riittävän vakaat ja tähänastisen kehityksen perusteella ennustettavissa sadoiksi tuhansiksi vuosiksi tulevaisuuteen. Käytännössä tämä edellyttää, että loppusijoitustilat sijoitetaan niin syvälle, että maan päällä tapahtuvat muutokset eivät suoraan vaikuta niihin. Syvyys toimii suojana myös ihmisen tahatonta tunkeutumista vastaan.

Teknisten vapautumisesteiden laadun varmistaminen edellyttää käytettyjen materiaalien pitkäaikaiskäyttäytymisen tuntemista. Luonnon materiaalien käyttäminen mahdollistaa ”luonnonanalogioiden” hyödyntämisen: esimerkiksi luonnon bentoniittiesiintymiä tutkimalla saadaan tietoa bentoniitin käyttäytymisestä pitkinä ajanjaksoina.

Mikäli kapselin eristämiskyky kuitenkin jostakin syystä pettää, pitkäaikaisturvallisuus perustuu radionuklidien hitaaseen vapautumiseen käytetystä polttoaineesta sekä pohjaveteen liuenneiden radionuklidien hitaaseen kulkeutumiseen ja pidättymiseen puskurissa ja kallioperässä, jolloin radioaktiivisten aineiden elolliseen pääsy luontoon jää vähäiseksi.

Koko järjestelmän perustana on vankka, ”robusti” kokonaissuunnitelma: tavoitteena on loppusijoitusjärjestelmä, jonka turvallisuus perustuu hyvin tunnettuihin luonnonlakeihin, yksinkertaisiin materiaaliominaisuuksiin ja testattuun tekniikkaan. Järjestelmän turvallisuus kestää virheitä eikä ole herkästi riippuvainen olosuhteiden muutoksista.

Kuvan 3 mukainen turvallisuuskonsepti muodostaa pohjan loppusijoitusjärjestelmän eri vapautumisesteiden turvallisuustoiminnoille. Posivan loppusijoitusratkaisun teknisten ja luonnollisten vapautumisesteiden turvallisuustoiminnot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. *Vapautumisesteiden (tekniset vapautumisesteet ja kallioperä) turvallisuustoiminnot Posivan KBS-3V-loppusijoitusratkaisussa.*

Vapautumiseste	Turvallisuustoiminnot
Kapseli	• Varmistaa käytetyn polttoaineen pitkäaikainen pysyminen suojarakenteiden sisällä (containment). Tämä turvallisuustoiminto nojaa ennen kaikkea kapselin valurautaisen sisäosan mekaaniseen kestävyyteen ja kuparisen ulkokuoren korroosionkestävyyteen.
Puskuri	• Myötävaikuttaa kapselille suotuisten ja ennustettavissa olevien mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen. • Suojaa kapseleita ulkoisilta prosesseilta, jotka voisivat vaarantaa käytetyn polttoaineen ja sen sisältämien radionuklidien täydellistä eristämistä suojarakenteiden (containment) avulla. • Rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista kapselin rikkoutuessa.
Sijoitustunnelin täyttö	• Myötävaikuttaa puskurille ja kapselille suotuisten ja ennustettavissa olevien mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen. • Rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista kapselin mahdollisesti rikkoutuessa. • Myötävaikuttaa loppusijoitustunneleiden lähikallion mekaaniseen vakauteen.
Sulkeminen	• Eristää loppusijoitustilan pitkäksi aikaa maanpintaympäristöstä sekä ihmisten, kasvien ja eläinten normaalista elinympäristöstä. • Myötävaikuttaa muille teknisille vapautumisesteille suotuisten ja ennustettavissa olevien geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen estämällä merkittävien vettä johtavien virtausreittien muodostumisen tilojen läpi. • Rajoittaa ja hidastaa veden virtausta loppusijoitustilaan ja haitallisten aineiden vapautumista loppusijoitustilasta.
Kallioperä	• Erottaa fyysisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitustilan maanpintaympäristöstä sekä ihmisten, kasvien ja eläinten normaalista elinympäristöstä, rajoittaa ihmisen tunkeutumisen mahdollisuutta sekä eristää loppusijoitustilan maanpinnan muuttuvista olosuhteista. • Tarjoaa teknisille vapautumisesteille suotuisat, vakaat ja ennustettavissa olevat mekaaniset, geokemialliset ja hydrogeologiset olosuhteet. • Rajoittaa ja hidastaa loppusijoitustilasta mahdollisesti vapautuvien haitallisten aineiden kulkeutumista.

Loppusijoituspaikan pintaympäristöön ei ole liitetty turvallisuustoimintoja, koska juuri sen suojelu on kokonaisuudessaan loppusijoitusjärjestelmän tarkoitus.

Kunkin teknisen vapautumisesteen turvallisuustoiminnoille on määritelty toimintakykytavoitteet ja niitä vastaavat tekniset suunnitteluvaatimukset siten, että tekniset vapautumisesteet rajoittavat tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään Säteilyturvakeskuksen ohjeiden vaatiman, vähintään noin 10 000 vuoden ajan. Posivan suunnittelun tavoitteena on itse asiassa, että käytetyn polttoaineen loppusijoituskapseli kykenee estämään radioaktiivisten aineiden vapautumisen satojen tuhansien vuosien ajan. Vastaavasti kalloperälle on määritelty tavoiteominaisuuksia. Kallioperän tavoiteominaisuudet muodostavat lähtökohdan Posivan kehittämälle kallion soveltuvuusluokittelumenettelylle (RSC), Luokittelumenettelyn avulla loppusijoitusalueelta voidaan tunnistaa ne alueet (loppusijoituspaneelit), joille loppusijoitustunneleita voidaan louhia, tunnelien sijainnit ja lopulta loppusijoitusreikien paikaksi soveltuvat kohdat tunneleissa.

Käyttö- ja käytöstäpoistojätteelle suunnitellaan loppusijoituslaitoksen yhteyteen erillinen tila, jonka vapautumisesteissä huomioidaan jätteen laatu siten, että eristämisaika on vähintään 500 vuotta. Vapautumisesteinä näille toimii kallio ja täyttömateriaalit ja tilaan sijoitettavalle keskiaktiiviselle jätteelle lisäksi betonikaukalo.

Valtioneuvoston asetuksen 11 §:n vaatimukset täyttyvät.

5.3 Loppusijoituspaikka (VNA 736/2008 12 §)

Loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on kokonaisuutena oltava suotuisat radioaktiivisten aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei saa valita paikkaa, jolla on jokin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullinen ominaisuus.

Suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa. Loppusijoitustilojen suunnittelua varten ja turvallisuusarvioissa tarvittavien lähtötietojen hankkimiseksi loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuudet on selvitettävä maanpintatutkimusten lisäksi suunnitellussa loppusijoitussyvyydessä tehtävillä tutkimuksilla.

Maanalaisten tilojen sijoittaminen, louhinta, rakentaminen ja sulkeminen on toteutettava siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

Loppusijoitustilojen syvyys on valittava jätelajin ja paikallisten geologisten olosuhteiden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Tavoitteena tulee olla, että maanpäällisten tapahtumien, toimintojen ja olosuhdemuutosten vaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen ovat vähäiset ja että ihmisen tunkeutuminen loppusijoitustiloihin on vaikeaa.

Loppusijoitusratkaisun tekninen suunnittelu perustuu ratkaisevasti tietoon syvällä kallioperässä vallitsevista oloista ja niiden muutoksista. Suomen kallioperän ominaisuuksia loppusijoituksen kannalta on tutkittu 1980-luvun alusta lähtien. Vuonna 1999 loppusijoituspaikaksi valittiin Eurajoen Olkiluoto. Paikanvalinta vahvistettiin eduskunnan vuonna 2001 vahvistamassa valtioneuvoston periaatepäätöksessä.

Periaatepäätöksen jälkeen tutkimuksia on jatkettu Eurajoen Olkiluodossa, jossa on nykyisin 57 syvää kairareikää. Vuonna 2004 aloitettiin myös maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn rakentaminen, joka on valtioneuvoston asetuksen mukaisesti mahdollistanut maanalaiset tutkimukset loppusijoitussyvyydellä. ONKALO käsittää ajotunnelin ja

siihen liittyvät kuilut sekä loppusijoitussyvyydellä sijaitsevat tutkimus- ja tekniset tilat. ONKALOn ajotunneli saavutti loppusijoitussyvyyden vuonna 2010.

Loppusijoituspaikan ominaispiirteet muuttuvat luonnontilasta ONKALOn ja loppusijoitustilojen rakentamisen ja käytön seurauksena. Näiden häiriöiden ymmärtäminen on ensisijaisen tärkeää loppusijoituspaikan ja loppusijoitusjärjestelmän kehittymisen ymmärtämiseksi. Loppusijoitusratkaisun teknisiä ominaisuuksia sekä kallioympäristön vaikutuksia käytettyihin materiaaleihin ja rakenteisiin on tutkittu rinnan kallioperätutkimusten kanssa.

Kallioperän ominaisuudet ja loppusijoitustilojen rakentamiseen soveltuvat kalliotilavuudet määritetään vaiheittain tehtävien kallioperätutkimusten perusteella. Tämän hetkinen tieto suunniteltujen loppusijoitustilojen lähikalliosta perustuu maanpinnalta loppusijoitussyvyyteen ulottuviin kairanreikätutkimuksiin ja niiden perusteella tehtyihin tulkintoihin sekä ONKALOsta saatuihin tietoihin. Saadut tutkimustulokset, jotka ONKALOn osalta ovat varsin yksityiskohtaisia, ovat vahvistaneet aiemman käsityksen Olkiluodon kallioperän yleisestä soveltuvuudesta loppusijoitukseen. Tutkimukset eivät ole tuoneet esiin ominaisuuksia, joita voitaisiin pitää ilmeisen epäedullisina loppusijoituksen turvallisuuden kannalta.

Maan pinnalta ja ONKALOsta hankittujen tietojen avulla on kehitetty kriteerit ja yksityiskohtainen menettely loppusijoitustunnelien ja -reikien sijoittamiselle Olkiluodon kallioperään, siten, että sen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta suotuisat ominaisuudet voidaan varmistaa ja hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Loppusijoitustiloja rakennettaessa ja suljettaessa pyritään säilyttämään kallion alkuperäiset ominaisuudet ja rajoittamaan muutokset mahdollisimman pienelle alueelle tunneleiden ja kuilujen ympäristössä. Esim. kallio louhitaan varovasti, jolloin louhinnan aiheuttama häiriövyöhyke jää pieneksi. Vesivuotoja voidaan rajoittaa välttämällä vettä johtavia rakenteita ja tiivistämällä vuotokohtia esim. injektoinnilla. Vuotovesien kokonaismäärää rajoittaa myös se, että tunneleita rakennetaan ja tunnelit suljetaan sitä mukaa kuin niihin on sijoitettu kapseleita, eli käyttövaiheen aikana kerrallaan avoimena olevia kalliotilavuuksia minimoidaan.

Loppusijoitustilat on suunniteltu rakennettavan tämänhetkisen suunnitelman mukaan 400–450 metrin syvyyteen yhteen kerrokseen. Tällöin vältetään tulevien maanpäällisten muutosten, kuten jäätiköitymisen, vaikutus loppusijoitustilojen lähiympäristöön. Sijoittamalla loppusijoituskapselit syvälle maankuoreen rajoitetaan myös ihmisen tunkeutumisen mahdollisuutta, esimerkiksi sitä että kairaus osuisi vahingossa loppusijoitustiloihin. Toisaalta kuitenkin tilojen turvallinen rakentaminen yleensä käy sitä vaikeammaksi, mitä syvemmälle kallioon mennään kallion jännitysten kasvaessa. Olkiluodossa lisäksi pohjaveden lisääntyvä suolaisuus syvyyden kasvaessa rajoittaa loppusijoitussyvyyttä.

Käytönaikaiset nestemäiset jätteet on suunniteltu tyhjiökuivattaviksi tynnyreihin tai vastaaviin pakkauksiin. Keskiaktiivista jätettä sisältävät tynnyrit sijoitetaan vielä erityiseen betoniseen jätepakkaukseen, jonka suunnittelukriteerinä on vähintään 500 vuoden toimintakyky. Nykyisen suunnitelman mukaan käyttö- ja käytöstäpoistojätteet sijoitetaan erilliseen halliin, joka sijoitetaan ajotunnelin varteen noin 180 metrin syvyydelle. Tilojen pitkäaikaisturvallisuutta ja sijoitettavasta jätteestä mahdollisesti vapautuvien radionuklidien aiheuttamia päästöjä on selvitetty mallintamalla. Tilasta laskennallisesti vapautuva säteilyannos sisältyy koko loppusijoituslaitokselle asetettuun kokonaisannosrajaan.

Valtioneuvoston asetuksen 12 §:n vaatimukset täyttyvät.

6 Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen (VNA 736/2008 luku 5)

6.1 Ydinjätelaitoksen käytön turvallisuus (VNA 736/2008 13 §)

Ydinjätelaitoksen käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täyttyminen on mahdollisuuksien mukaan todennettava koekäytön yhteydessä. Siltä osin kuin se ei ole mahdollista, käyttöturvallisuus on osoitettava kokeellisin tai laskennallisin menetelmin tai näiden menetelmien yhdistelmällä. Laskennalliset menetelmät tulee valita siten, että todellinen riski tai haitta on suurella varmuudella pienempi kuin laskennallisten menetelmien antamat tulokset. Laskennallisten menetelmien on oltava luotettavia ja tarkasteltavien tapahtumien käsittelyyn kelpoistettuja. Tarkasteltavien häiriö- ja onnettomuustilanteiden valinnassa on otettava huomioon niiden arvioidut todennäköisyydet.

Ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käyttöönottoa laaditaan koekäyttöohjelma. Koekäyttövaiheen aikana todennetaan turvallisuustoimintojen toimivuus ja turvallisuusvaatimusten täyttyminen. Kapselointilaitoksen suunnittelun edetessä on määräajoin tehty käyttöturvallisuusanalyysejä, joiden tarkoituksena on toisaalta todentaa turvallisuusvaatimusten täyttyminen ja toisaalta ohjata suunnittelua. Uusimpien analyysien tulokset osoittavat, että normaalikäytön aikana laitoksen työntekijöiden annokset jäävät pieniksi ja väestön eniten altistuvan ryhmän jäsenen annos on alle 0,001 mSv vuodessa. Oletetuissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa ympäristössä esiintyvät annokset eivät myöskään ylitä turvallisuusviranomaisten asettamia raja-arvoja. Laskennallisten menetelmien ja lähtötietojen valinnassa toteutetaan ns. konservatiivisuusperiaatetta eli analyysin tulos suurella todennäköisyydellä yliarvioi todellisia riskejä tai haittoja.

Käyttöturvallisuuden osalta käytetään ydinvoimalaitoksille kelpoistettuja ohjelmia ja menetelmiä konservatiivisilla oletuksilla, jotka sallivat myös epävarmuuksia, ja joiden paikkansapitävyys tarkastetaan testein ja koekäytön yhteydessä.

Valtioneuvoston asetuksen 13 §:n vaatimukset täyttyvät.

6.2 Pitkäaikaisturvallisuus (VNA 736/2008 14 §)

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia. Turvallisuusperustelu muodostuu kokeellisiin tutkimuksiin perustuvasta numeerisesta analyysistä sekä täydentävistä tarkasteluista siltä osin kuin kvantitatiiviset analyysit eivät ole mahdollisia tai niihin sisältyy huomattavia epävarmuuksia.

Eniten altistuvien ihmisten säteilyaltistuksen raja-arvon noudattaminen on osoitettava tarkastelemalla sellaista loppusijoituspaikan lähiympäristöstä ravintonsa hankkivaa yhteisöä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on tarkasteltava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kasvilajeihin.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osoittamiseksi on laadittu turvallisuusperustelu, joka käsittää seuraavat raportit:

- loppusijoitusjärjestelmän suunnitteluperusteet
- maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän ja biosfäärin (pintaympäristön) nykytilan kuvaus
- loppusijoitusjärjestelmän ilmiöt, tapahtumat ja prosessit (”FEP:t”)
- maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyanalyysi
- radionuklidien vapautumisskenaarioiden määrittely
- maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän analyysissä käytetyt mallit ja lähtötiedot

- biosfäärianalyysissä käytetyt lähtötiedot
- maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän päästöjen analysointi
- biosfäärianalyysi ja säteilyannosten laskenta
- täydentävät tarkastelut
- yhteenveto käytetyistä menetelmistä ja tuloksista sekä arvio turvallisuusvaatimusten täyttymisestä ja arvion luotettavuudesta (synteesi).

Lisäksi turvallisuusperustelua tukee joukko taustaraportteja, joissa kuvataan mm. loppusijoituspaikan nykytila ja sen mennyt kehitys, biosfäärin nykytilan ja kehityskulun kuvaus, biosfäärianalyyseissa käytetyt mallit, loppusijoitusjärjestelmän tekniset määrittelyt ja sen toteutustapa.

Turvallisuusperustelun ytimenä on kvantitatiivinen turvallisuusanalyysi, jossa on yhdistetty toisiinsa käytettävissä oleva tieto

- loppusijoitettavan jätteen ominaisuuksista ja niiden muutoksista,
- loppusijoitusratkaisussa käytettävistä materiaaleista ja rakenteista,
- loppusijoitustiloja ympäröivän kallioperän ja pintaympäristön ominaisuuksista sekä niissä tapahtuvista ilmiöistä ja muutoksista,
- radioaktiivisten aineiden käyttäytymisestä loppusijoitustiloissa, kallioperässä ja biosfäärissä sekä niiden ihmisille aiheuttamista säteilyannoksista ja kasvi- ja eläinlajeille aiheuttamista säteilyvaikutuksista ja
- eri materiaalien, ilmiöiden ja prosessien keskinäisistä vuorovaikutuksista.

Loppusijoitusjärjestelmän todennäköistä kehitystä on tarkasteltu yksityiskohtaisesti toimintakykyanalyysissä (Performance Assessment), jossa tarkastelut on jaettu kolmeen ajanjaksoon: ensimmäisten kapselien sijoittamisesta loppusijoitustilojen sulkemiseen (loppusijoitustilojen käyttövaihe, joka kestää runsaat 100 vuotta), tilojen sulkemisen jälkeiset noin 10 000 vuotta, jonka aikana teknisten vapautumisesteiden tulee rajoittaa tehokkaasti radionuklidien vapautumista ja säteilyannosten laskenta katsotaan mielekkääksi, sekä aika 10 000 vuodesta eteenpäin aina miljoonaan vuoteen asti. Satojen tuhansien vuosien jälkeistä aikaa koskevat tarkastelut ovat osittain kvalitatiivisia. Loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyvaatimukset on asetettu siten, että todennäköisissä kehityskuluissa kapselit säilyttävät eheytensä satojen tuhansien vuosien ajan satunnaisia poikkeamia lukuun ottamatta eikä loppusijoituksesta koidu merkittäviä päästöjä tai säteilyannoksia minään aikoina. Toimintakykyanalyysissä osoitetaan, että järjestelmä todellakin pystyy suurella luotettavuudella täyttämään nämä tavoitteet.

Erikseen on tarkasteltu satunnaisia poikkeamia, joissa loppusijoitusjärjestelmä ei jostakin syystä täytä toimintakykyvaatimuksia, sekä erilaisia epätodennäköisiä kehityskulkuja, jotka ylittävät järjestelmän joidenkin osien toimintakyvyn. Näissä tapauksissa on laskentamallien avulla osoitettu, että loppusijoitusjärjestelmä kokonaisuudessaan pystyy pitämään säteilyvaikutukset tai niiden riskin pienenä verrattuna valtioneuvoston asettamiin turvallisuuskriteereihin.

Loppusijoituspaikan lähiympäristössä elävän yhteisön säteilyaltistusta arvioitaessa otetaan huomioon erilaisia kulkeutumis- ja biosfäärimalleja, joiden kautta radioaktiivisia aineiden on mahdollista kulkeutua ihmisiin. Turvallisuusanalyysien tulosten perusteella eniten altistuvien ihmisten säteilyaltistus alittaa asetetut viranomaisrajat. Lisäksi tarkastellaan säteilyn vaikutusta eläin- ja kasvilajeihin. Tehtyjen turvallisuusanalyysien perusteella käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta ei tule mitä todennäköisimmin aiheutumaan merkittäviä haittavaikutuksia ihmisille tai luonnolle.

Valtioneuvoston asetuksen 14 §:n vaatimukset täyttyvät.

6.3 Turvallisuusperustelun luotettavuus (VNA 736/2008 15 §)

Turvallisuusperustelussa käytettävien lähtötietojen ja mallien on pohjauduttava korkealaatuiseen tutkimustietoon ja asiantuntija-arviointiin. Lähtötietojen ja mallien on oltava mahdollisuuksien mukaan kelpoistettuja sekä loppusijoituspaikalla tarkasteluajanjaksona todennäköisesti vallitsevia olosuhteita vastaavia.

Käytettäviä laskennallisia menetelmiä valittaessa lähtökohtana on pidettävä, että todellisen säteilyaltistuksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden todellisten määrien tulee suurella varmuudella olla pienempiä kuin turvallisuusanalyysien antamat tulokset. Erikseen on arvioitava turvallisuusanalyysiin sisältyvät epävarmuudet ja niiden merkitys.

Turvallisuusperusteluun sisältyvät raportit, joissa selostetaan yksityiskohtaisesti turvallisuuden arvioinnissa käytetyt mallit ja lähtötiedot sekä maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän että biosfäärin osalta. Raporttien tehtävänä on

- antaa yleiskuva turvallisuusperustelussa käytetyistä malleista, mukaan lukien mallit joita on käytetty paikkakuvauksessa, loppusijoituspaikan evoluutiossa, vapautumis- ja kulkeutumisanalyyseissä ja säteilyn vaikutusten määrittämisessä,
- kerätä ja dokumentoida turvallisuusperustelussa käytetyt lähtötiedot,
- kuvata lähtötietojen tuottamisprosessi ”raakadatasta” skenaarioanalyysien lähtötiedoiksi ja lisätä lähtötietojen jäljitettävyyttä ja läpinäkyvyyttä,
- kuvata malleihin ja lähtötietoihin liittyvät epävarmuudet ja niiden käsittely turvallisuusperustelussa,
- kuvata lähtötietojen arviointi- ja laadunvarmistusmenettelyt,
- dokumentoida ne asiat, joissa on käytetty asiantuntija-arviointia, ja esittää lopullisten lähtötietojen perusta,
- tunnistaa lähtötietojen/mallien heikot kohdat ja päivittämisen tarpeet ja
- ohjata tutkimus-, kehitys-, suunnittelu- ja laadunhallintatoimintoja keskittymään lähtötietojen määrittämisprosessin tärkeimpiin osiin.

Turvallisuusperustelussa käytettävät lähtötiedot edustavat tämän hetkistä parasta tietämystä, ”state-of-the-art”. Lähtötietojen valinnassa otetaan huomioon

- tiedon lähde (esim. laboratoriokoe, loppusijoitusolosuhteita vastaavissa oloissa tehty koe, mallinnus tai kirjallisuus), erityistä huomiota kiinnitetään olosuhteisiin, joissa tiedot on hankittu ja niiden soveltuvuutta aiottuun käyttöön,
- tiedon vaikutus arvioinnin tuloksiin, mukaan lukien herkkyys- tai ääritilannetarkastelut, joita on tehty määritettäessä lähtötietojen vaikutusta evoluutioon ja lopulta säteilyvaikutuksiin,
- lähtötietojen epävarmuudet, sisältäen paikkamuuttujat (esim. skaalauskysymykset ja epäjatkuvuudet) ja aikamuuttujat (esim. pohjaveden koostumus eri aikoina),
- turvallisuusanalyysissä käytettyjen parametrien keskinäiset riippuvuudet (esim. vesi-kivi -vuorovaikutuksen vaikutus pohjaveden koostumukseen),
- parametriarvojen määrittäminen, ottaen huomioon todennäköisin arvo ja todennäköisyysjakauma ja
- laadunvarmistukseen ja -valvontaan liittyvät kysymykset.

Laskennallisten menetelmien ja turvallisuusperustelussa käytettyjen lähtötietojen valinnassa toteutetaan ns. konservatiivisuusperiaatetta eli turvallisuusanalyysin tulos suurella todennäköisyydellä yliarvioi todellisia säteilyaltistuksia ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden määriä. Osa käytetyistä lähtötiedoista ja oletuksista on annettu todennäköisyysjakaumien muodossa, jolloin laskelmia toistamalla voidaan saada kuva vaikutusten todennäköisyysjakaumista. Erikseen on tarkasteltu epävarmuuksien merkitystä. Herkkyysanalyysillä on selvitetty, mitkä parametrit tai oletukset eniten vaikuttavat lopputuloksiin (säteilyannokset tai aktiivisuuspäästöt) ja millä parametrivalinnoilla voi lisäksi olla merkittäviä yhteisvaikutuksia tuloksiin.

Valtioneuvoston asetuksen 15 §:n vaatimukset täyttyvät.

6.4 Turvallisuusperustelun esittäminen ja päivitys (VNA 736/2008 16 §)

Turvallisuusperustelu on esitettävä ydinjätelaitoksen rakentamislupahakemuksen ja käyttölupahakemuksen yhteydessä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle 15 vuoden väliajoin, jollei lupaehdoissa toisin määrätä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle myös ennen laitoksen lopullista sulkemista.

Turvallisuusperustelu päivitetään käyttölupahakemuksen yhteydessä ja voimassaolevien määräysten mukaisin väliajoin ja myös ennen laitoksen lopullista sulkemista. Turvallisuusperustelu toimitetaan viranomaisille rakentamis- ja käyttölupahakemusten jättämisen yhteydessä.

Valtioneuvoston asetuksen 16 §:n vaatimukset täyttyvät.

7 Ydinjätelaitoksen rakentaminen ja käyttö (VNA 736/2008 luku 6)

7.1 Rakentaminen ja käyttöönotto (VNA 736/2008 17 §)

Ydinjätelaitoksen rakentamisluvan haltijan on huolehdittava siitä, että laitos rakennetaan hyväksyttyjen suunnitelmien ja menettelyjen mukaisesti. Luvanhaltijan on lisäksi huolehdittava siitä, että myös laitostoimittaja ja turvallisuuden kannalta tärkeitä palveluja ja tuotteita tuottavat alihankkijat toimivat asianmukaisesti.

Ydinjätelaitoksen käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä laitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla. Luvanhaltijan on huolehdittava, että laitoksen tulevaa käyttöä varten on olemassa tarkoituksenmukainen organisaatio, riittävästi ammattitaitoista henkilökuntaa ja soveltuva ohjeisto.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos rakennetaan siten, että se täyttää lainsäädännön vaatimukset ja voimassaolevat viranomaisvaatimukset. Ydinlaitosten rakentamista valvotaan jatkuvasti rakentamisen aikana. Rakentamisessa noudatetaan tarkkaa ennakkosuunnittelua, ohjeistusta, valvontaa ja dokumentointia. Rakentamiseen osallistuvat urakoitsijat ja toimittajat valitaan huolellisesti, ja niiltä edellytetään korkeatasoista laatua ja turvallisuuskulttuuria. Hankkeen toteuttajana Posiva laatii erillisen suunnitelman koko rakennusprojektin hallitsemiseksi ja organisoimiseksi. Organisaatio ja sen asiantuntemus laitosten rakentamisen aikana esitetään rakentamislupahakemuksen liitteessä 15 (Organisaatio ja asiantuntemus rakentamisen aikana). Käyttöorganisaatiota on kuvattu liitteessä 10 Käyttöorganisaatio).

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käyttöönotto suoritetaan voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Käyttöönotolla varmistetaan, että kapselointi- ja loppusijoituslaitokset sekä niiden järjestelmät, rakenteet ja laitteet toimivat suunnistellulla tavalla. Koekäytön yhteydessä verifioidaan laitoksilla käytettävät ohjeistot.

Valtioneuvoston asetuksen 17 §:n vaatimukset täyttyvät.

7.2 Käyttötoiminta (VNA 736/2008 18 §)

Ydinjätelaitoksen käytön tulee perustua kirjallisiin ohjeisiin, jotka vastaavat laitoksen kulloistakin rakennetta ja tilaa. Käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden tunnistamista ja hallintaa varten on oltava ohjeet. Merkittävät turvallisuuteen vaikuttavat tapahtumat on dokumentoitava siten, että ne ovat jälkikäteen analysoitavissa.

Ydinjätelaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on esitettävä tekniset ja hallinnolliset vaatimukset, joilla varmistetaan laitoksen suunnitteluperusteiden mukainen käyttö. Luvanhaltijan on käytettävä laitosta näiden vaatimusten ja rajoitusten mukaisesti, valvottava niiden noudattamista ja raportoitava niistä poikkeamisista.

Ydinjätelaitoksella on oltava kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden eheyden ja luotettavan toiminnan varmistamiseksi. Laitteiden huoltoa ja korjauksia varten on annettava kirjalliset määräykset ja niihin liitetyt ohjeet.

Ydinjätelaitoksen käytön säteilyturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen on varmistettava jatkuvin tai säännöllisesti toistettavin mittauksin laitostiloissa, mahdollisilla merkittävillä päästöreiteillä sekä laitoksen ympäristössä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käyttäjät toimivat kattavan kirjallisen ohjeiston mukaan. Ohjeet kattavat sekä normaalit käyttötilanteet että häiriö- ja onnettomuustilanteiden tunnistamisen ja hallinnan. Käyttäjiä koulutetaan jatkuvasti erillisen koulutussuunnitelman mukaisesti. Käyttötoimenpiteet ja tapahtumat tallennetaan mahdollista myöhempää analysointia varten. Häiriö- ja onnettomuustilanteista laaditaan tapahtumaraportit.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksille laaditaan turvallisuustekniset käyttöehdot (TT-KE). Niissä määritellään laitosten käyttöä koskevat tekniset ja hallinnolliset vaatimukset ja ehdot.

Laitteistojen eheyden ja toimintakyvyn varmistamiseksi tehdään tärkeille kohteille määräaikaistarkastus- ja koestusohjelmat. Kunnossapitoa, ennakkohuoltoa ja varaosavarastoja varten tehdään suunnitelmat. Huolto- ja korjaustyöt suoritetaan aina kirjallisia työmääräyksiä ja -ohjeita noudattaen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokset varustetaan säteilymittauslaitteistolla, jolla varmistetaan laitoksen säteilyturvallisuus. Säteilymittareita asetetaan myös mahdollisille päästöreiteille, esim. ilmastointijärjestelmiin, sekä laitoksen ulkopuolelle. Normaaleissa käyttötilanteissa säteilyturvallisuus varmistetaan käytännössä sillä, että suojaamattoman polttoaineen tai kapselin lähelle ei ole pääsyä. Pinta- ja ilmakontaminaatiosta aiheutuvia säteilyvaikutuksia estetään ja rajoitetaan sillä, että paljasta polttoainetta käsitellään vain käsittelykammiossa. Loppusijoituslaitoksella kapseli on pääosin säteilysuojan sisällä. Työntekijöiden säteilyannokset pidetään niin pienenä kuin mahdollista.

Valtioneuvoston asetuksen 18 §:n vaatimusten täyttäminen tullaan osoittamaan edellä esitetyn mukaisesti käyttölupavaiheessa.

8 Organisaatio ja henkilöstö (VNA 736/2008 luku 7)

8.1 Turvallisuuskulttuuri (VNA 736/2008 19 §)

Ydinjätelaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa, käytettäessä ja käytöstä poistettaessa tai suljettaessa on ylläpidettävä hyvää turvallisuuskulttuuria. Asianomaisen organisaation johdon on osoitettava päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Henkilöstöä on motivoitava vastuuntuntoiseen työskentelyyn ja työyhteisössä on edistettävä avointa ilmapiiriä, joka kannustaa turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen. Henkilöstöllä on oltava mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen.

Kaikilta ydinlaitoshankkeeseen osallistuvilta osapuolilta edellytetään selkeät, ylimmän johdon määrittelemät ja vahvistamat tavoitteet ja periaatteet, joiden mukaisesti toimien kaikki turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat osakseen niiden turvallisuusmerkityksen mukaisen huomion. Hyvä turvallisuuskulttuuri edellyttää turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden tunnistamista ja turvallisuuden asettamista etusijalle tilanteissa, joissa joudutaan tekemään ratkaisuja turvallisuuden ja muiden tekijöiden, kuten esimerkiksi taloudellisten, aikataulullisten ja tuotannollisten tekijöiden, välillä. Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitämiseen ja kehittämiseen vaikuttavat kaikkien ydinlaitoshankkeeseen osallistuvien osapuolten, niin eri tason toimittajien, Posivan kuin valvovan viranomaisenkin, asenteet ja toimintatavat hankkeen kaikissa vaiheissa. Eri osapuolilta edellytetään toimintaa ohjaava laatujärjestelmä, joka omalta osaltaan tukee ja edesauttaa hyvään turvallisuuskulttuuriin kuuluvien tunnuspiirteiden toteutumista käytännön toiminnassa.

Suunnittelu-, rakentamis- ja käyttöorganisaatioissa asetetaan vaatimuksia henkilökunnan valinnalle sekä osaamisen ylläpitämiselle ja edelleen kehittämiselle. Ydinvoimalaitoksilla, jotka ovat keskeisesti Posivan toiminnan taustalla, on Suomessa omaksuttu pitkälle kehittynyt turvallisuuskulttuuri. Kehittyneellä turvallisuuskulttuurilla tarkoitetaan organisaatiossa vallitsevaa ajattelutapaa ja asennetta, toimintatapaa ja työilmapiiriä, jossa korostetaan laitoksen käytön turvallisuuden sekä turvallisuuden kannalta merkityksellisten seikkojen asettamista ensi sijalle toiminnan kaikissa vaiheissa. Se tarkoittaa edelleen turvallisuustietoisuutta, korkeaa ammattitaitoa, huolellisia työtapoja sekä valppautta ja aloitteellisuutta turvallisuutta heikentävien tekijöiden havaitsemiseksi ja poistamiseksi. Kehittynyttä turvallisuuskulttuuria noudatetaan myös Posivan toiminnassa. Ydinjätealan tutkimuksessa Suomessa omaksuttu avoin julkisuusperiaate edesauttaa turvallisuuskulttuurin ylläpitämistä ja edelleen kehittämistä. Hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrittäessä käytetään ohjenuorana kansainvälisen atomienergiajärjestön, IAEA, määrittelemiä tunnuspiirteitä, jotka kuuluvat hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrkivän organisaation käytännön toimintaan.

Valtioneuvoston asetuksen 19 §:n vaatimukset täyttyvät.

8.2 Turvallisuuden ja laadun hallinta (VNA 736/2008 20 §)

Ydinjätelaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön ja käytöstä poistoon tai sulkemiseen osallistuvilla organisaatioilla on oltava johtamisjärjestelmä, jolla huolehditaan turvallisuuden ja laadun hallinnasta. Johtamisjärjestelmän tavoitteena on varmistaa, että turvallisuus asetetaan aina etusijalle ja että laadun hallintaa koskevat vaatimukset vastaavat toiminnon turvallisuusmerkitystä. Johtamisjärjestelmää on arvioitava ja kehitettävä suunnitelmallisesti.

Turvallisuuden ja laadun hallinnan on katettava kaikki ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat toiminnot. Kunkin toiminnon osalta on tunnistettava turvallisuuden kannalta

merkittävät vaatimukset ja kuvattava suunnitellut toimenpiteet sen varmistamiseksi, että vaatimukset täytetään. Prosessien ja toimintatapojen on oltava järjestelmällisiä ja ohjeistettuja.

Turvallisuuden kannalta merkittävien poikkeamien tunnistamiseksi ja korjaamiseksi on oltava järjestelmälliset menettelytavat.

Luvanhaltijan on sitoutettava ja velvoitettava palveluksessaan oleva henkilöstö sekä toimittajat, alihankkijat ja muut turvallisuuteen vaikuttaviin toimintoihin osallistuvat yhteistyökumppanit turvallisuuden ja laadun järjestelmälliseen hallintaan.

Posivan integroitu toimintajärjestelmä kokoaa yhteen laadun sekä ympäristö- ja turvallisuusasioiden hallinnan kokonaisuudeksi, jossa toiminnan turvallisuuden hallinta on kokonaisvaltaista ja suunnitelmallista. Laadun, ympäristön ja turvallisuuden suorituskykyä kokonaisuutena parannetaan järjestelmässä kuvattujen menettelyjen kautta. Tämä sisältää toiminnan suunnittelun, toteutuksen, ohjauksen, seurannan ja arvioinnin sekä kehittämisen.

Mahdolliset ydinjätehuollon turvallisuuteen vaikuttavat riskit tunnistetaan jo toiminnan suunnitteluvaiheessa ja pääpaino turvallisuuden ja laadun hallinnassa keskitetään turvallisuuden kannalta merkityksellisimpiin asioihin.

Posivan toimintajärjestelmän osana on poikkeamien käsittely jossa poikkeamat luokitellaan ja käsitellään. Turvallisuuden kannalta merkityksellisimmiksi luokiteltujen poikkeamien syiden tunnistaminen ja poistaminen sekä korjaavien toimenpiteiden tekeminen on etusijalla.

Posivan toiminta tähtää loppusijoituksen turvallisuuden merkitystä korostavan toimintakulttuurin juurruttamiseen ja ylläpitämiseen kaikessa yhtiön toiminnassa.

Valtioneuvoston asetuksen 20 §:n vaatimukset täyttyvät.

8.3 Johtosuhteet, vastuut ja asiantuntemus (VNA 736/2008 21 §)

Ydinjätelaitoksen organisaation johtosuhteet sekä henkilöiden tehtävät ja niihin liittyvät vastuut on määriteltävä ja dokumentoitava. Organisaation käytettävissä on oltava ydinjätelaitoksen turvalliseen käyttöön ja ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvä ammatillinen osaaminen ja tekninen tieto.

Turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät on nimettävä. Näissä tehtävissä toimivien henkilöiden ammattitaidon kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi on laadittava koulutusohjelmat, ja tehtävissä tarvittavien tietojen riittävä hallinta on todennettava.

Posivan toimintajärjestelmän pohjana on käytetty ISO 9001 -laatustandardia, ISO 14001 -ympäristöstandardia, OHSAS 18001 -työturvallisuusstandardia ja yleisiä yritysturvallisuusjohtamisen periaatteita ja siinä otetaan huomioon Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeet ja kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) suositukset.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten henkilökunta valitaan ja koulutetaan siten, että se on tehtäviinsä soveltuva ja pätevä. Vaatimukset henkilökunnan valinnalle sekä osaamisen ylläpitämiselle ja edelleen kehittämiselle määritellään Posivan toimintajärjestelmässä.

Ydinenergialain mukaan luvanhakijan on nimettävä laitoksen rakentamiselle ja käytölle vastuullinen johtaja ja tälle varamies. Ydinlaitoksen rakentamisen aikainen vastuullinen johtaja (ja tämän varamies) esitetään Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi rakentamislupaa haettaessa.

Valtioneuvoston asetuksen 21 §:n vaatimukset täyttyvät.

9 Suunnittelussa erikseen huomioonotetut kohdat valtioneuvoston asetuksessa ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (27.11.2008 / 733)

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on huomioitu myös sellaiset asetuksessa 733/2008, ”valtioneuvoston asetuksessa ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (27.11.2008 / 733)” esitetyt vaatimukset, jotka eivät sellaisenaan sisälly yllä tarkasteltuun ydinjäteasetukseen 736/2008. Alla tarkastellaan näiden vaatimusten täyttymistä.

3 §

Turvallisuuden arviointi ja todentaminen
Ydinvoimalaitoksen turvallisuutta on arvioitava rakentamislupaa ja käyttölupaa haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä määräajoin laitoksen käytön aikana.

Jollei turvallisuusvaatimusten täyttyminen ole suoraan todettavissa ydinvoimalaitoksen suunnitteluratkaisusta, niiden täyttyminen on osoitettava. Ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on perusteltava käyttämällä kokeellisia ja laskennallisia menetelmiä. Näitä ovat häiriö- ja onnettomuusanalyysit, lujuusanalyysit, vika- ja vaikutusanalyysit sekä todennäköisyysperusteiset riskianalyysit. Analyysejä on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon käyttökokemukset, kokeelliset tutkimustulokset, laitosmuutokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.

Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittamiseen käytettävien laskentamenetelmien on oltava luotettavia ja kelpoistettuja käyttötarkoitukseensa. Niitä on sovellettava siten, että järjestelmien mitoituksen perustana käytettävät laskennalliset lopputulokset täyttävät hyväksymiskriteerit suurella varmuudella. Tulosten epävarmuus on arvioitava ja otettava huomioon turvallisuusmarginaaleja määriteltäessä.

Ydinlaitosten turvallisuutta arvioidaan rakentamislupaa ja käyttölupaa haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä laitoksen käytön aikana tehtävissä määräaikaisissa turvallisuusarvioissa. Turvallisuusvaatimusten täyttyminen on osittain suoraan todettavissa laitoksen suunnitteluratkaisusta. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta keskeinen suunnitteluratkaisu on peräkkäisten toisiaan täydentävien vapautumisesteiden (polttoaine, kapseli, bentoniitti sekä kallioperä/tunnelitäytteet) sisältyminen loppusijoituskonseptiin. Sekä kapselointi että loppusijoituslaitoksen osalta järjestelmien diversiteetti, redundanssi ja fyysinen erottelu tarvittavilta osin varmistavat omalta osaltaan käyttöturvallisuuden. Suunnitteluratkaisujen lisäksi on tehty kattavat turvallisuusanalyysit mm. pohjaveden virtauksista ja kuparin korroosiokestävyydestä. Näitä analyyseja tullaan tarpeen mukaan täydentämään ja päivittämään.

5 §

Ikääntymisen hallinta
Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa on varauduttava turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen. Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden kuntoa seuraamalla on varmistettava, että ne säilyvät käyttökuntoisina ja täyttävät suunnittelun perustana olevat vaatimukset. Niiden korvaaminen uudella tai samanlaisella tekniikalla sekä muutokset ja korjaukset on tehtävä suunnitelmallisesti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa varaudutaan turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen. Muut laitteet tullaan vaihtamaan ennen kuin niiden teknistaloudellinen käyttöikä päättyy sikäli kuin se on tarpeellista. Monet laitteista, esimerkiksi sähköjärjestelmät ja ilmastoinnin koneet, vaihdetaan ainakin kerran laitosten pitkän käyttöiän aikana. Nykyisissä suunnitelmissa ja kustannusvarauksissa on otettu huomioon laitteiden ikääntyminen ja vaihtotarpeet.

Rakentamislupahakemuksen yhteydessä STUK:lle toimitetaan ohjeen YVL 1.1 mukainen suunnitelma ikääntymisen hallinnan periaatteista. Ikääntymisen hallintaohjelma laaditaan YVL 1.1 mukaisesti käyttölupavaiheessa.

6 §

Inhimillisten tekijöiden hallinta
Inhimillisten virheiden välttämiseen, havaitsemiseen ja korjaamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota suunnittelun, rakentamisen, käytön ja kunnossapidon aikana. Virheiden mahdollisuus on otettava huomioon ydinvoimalaitoksen ja sen käyttö- ja kunnossapitotoiminnan suunnittelussa siten, että inhimilliset virheet ja niiden aiheuttamat poikkeamat laitoksen normaalista toiminnasta eivät vaaranna laitoksen turvallisuutta. Inhimillisten virheiden vaikutuksia on rajoitettava käyttäen turvallisuussuunnittelun eri keinoja, joita ovat syvyyssuuntaisuus, moninkertaisuus, erilaisuus ja erottelu.

Inhimillisten virheiden välttämiseen, havaitsemiseen ja korjaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun, rakentamisen, käytön ja kunnossapidon aikana. Passiiviset turvallisuusominaisuudet estävät omalta osaltaan inhimillisten virheiden vaikutukset. Turvallisuusominaisuuksia ovat mm. vapautumisesteisiin perustuva eristäminen, käyttötoiminnan turvallisuutta varmistava moninkertaisuus- (redundanssi-) ja erilaisuusperiaatteet (diversiteetti-) turvallisuuden kannalta kriittisissä järjestelmissä sekä näiden järjestelmien laitteiden fyysinen erottelu toisistaan. Redundanssi-vaatimus toteutuu mm. ilmastoinnissa, säteilymittauksissa ja sähkön syötössä.

Inhimillisten virheiden välttämisessä huomioidaan lisäksi ainakin seuraavia asioita:

- ammattitaitoinen henkilöstö
- laadukkaat työmenetelmät, ja niiden kirjalliset kuvaukset sekä niiden noudattaminen
- töiden hallinnointi (käyttö- ja polttoainemääräimet, työmääräimet ja -luvat) aloituslupineen ja tarkastuksineen
- käyttöönottotarkastukset asennusten ja huoltotoimien jälkeen
- käyttökokemusten järjestelmällinen hyödyntäminen
- valvomonäytöt ja -hälytykset
- huonetilojen lukitukset ja kulkuoikeuksien hallinnointi

14 §

Turvallisuustoiminnot ja niiden varmistaminen
Turvallisuustoimintojen varmistamisessa on ensisijaisesti käytettävä hyväksi suunnitteluratkaisuin saavutettavissa olevia luontaisia turvallisuusominaisuuksia. Erityisesti ydinreaktorin fysikaalisten takaisinkytkentöjen yhteisvaikutuksen on oltava sellainen, että se hillitsee reaktorin tehon kasvua.

Jos turvallisuustoiminnon varmistamisessa ei voida käyttää hyväksi luontaisia turvallisuusominaisuuksia, on ensisijaisesti käytettävä järjestelmiä ja laitteita, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvallisuuden kannalta edulliseen tilaan.

Onnettomuuksien estämiseksi ja niiden seurausten lieventämiseksi ydinvoimalaitoksessa on oltava järjestelmät reaktorin pysäyttämiseen ja alikriittisenä pitämiseen, reaktorissa syntyvän jälkilämmön poistamiseen sekä radioaktiivisten aineiden pidättämiseen laitoksen sisällä. Kyseisten järjestelmien suunnittelussa on sovellettava periaatteita, joilla varmistetaan turvallisuustoiminnon toteutuminen myös vikaantumistilanteissa. Näitä periaatteita ovat moninkertaisuus-, erottelu- ja erilaisuusperiaate. Tärkeimpien hallittuun tilaan siirtymiseksi ja siinä pysymiseksi tarvittavien järjestelmien on pystyttävä toteuttamaan tehtävänsä, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi käyttökunnoton ja vaikka mikä tahansa toinen saman järjestelmän tai sen toiminnan kannalta välttämättömän tuki- tai apujärjestelmän laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä tarvitsemansa korjauksen tai huollon vuoksi.

Turvallisuusjärjestelmien yhteisvikojen vaikutusten laitoksen turvallisuuteen on oltava vähäisiä.

Ydinvoimalaitoksella on oltava ulkoinen ja sisäinen sähkötehon syöttöjärjestelmä. Turvallisuustoiminnot on voitava toteuttaa kumpaa tahansa sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttämällä.

Vakavien reaktorionnettomuuksien hallitsemiseksi ja seuraamiseksi on suunniteltava järjestelmät, rakenteet ja laitteet, jotka ovat riippumattomia laitoksen käyttötilanteita ja oletettuja onnettomuuksia varten suunnitelluista järjestelmistä. Järjestelmien, joita tarvitaan suojarakennuksen tiiveyden varmistamiseksi vakavan reaktorionnettomuuden yhteydessä, on kyettävä suorittamaan turvallisuustoimintonsa myös yksittäisvikaantumisen sattuessa.

Laitos on suunniteltava siten, että se voidaan saattaa turvalliseen tilaan vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa noudatettavat turvallisuustoiminnot kuvataan liitteessä 8 ”Turvallisuusperiaatteet.”

19 §

Ydinvoimalaitoksen valvonta ja ohjaus
Ydinvoimalaitoksen valvomossa on oltava laitteet, jotka antavat tiedon ydinreaktorin tilasta ja ilmaisevat, jos se poikkeaa normaalista. Ydinvoimalaitoksessa on oltava automaattiset järjestelmät, jotka käynnistävät turvallisuustoiminnot tarvittaessa sekä ohjaavat ja valvovat niiden toimintaa käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien aikana.

Automaattisten järjestelmien on kyettävä pitämään laitos hallitussa tilassa niin kauan, että ydinvoimalaitoksen ohjaajille jää riittävästi harkinta-aikaa oikeiden toimenpiteiden tekemiseksi.

Ydinvoimalaitoksessa on oltava valvomosta riippumaton varavalvomo ja tarvittavat paikalliset ohjausjärjestelmät ydinreaktorin pysäyttämiseen ja jäähdyttämiseen sekä reaktorin ja laitoksella varastoituna olevan käytetyn polttoaineen jälkilämmön poistamiseen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa noudatettavat turvallisuustoiminnot kuvataan liitteessä 8 ”Turvallisuusperiaatteet.”

20 §

Käytöstä poistaminen
Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon laitoksen käytöstä poistaminen siten, että voidaan rajoittaa laitosta purettaessa kertyvän loppusijoitettavan jätteen määrää ja laitoksen purkamisesta aiheutuvaa työntekijöiden säteilyaltistusta sekä estää radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytöstäpoistosta on selvitys STUK:lle toimitettavassa alustavassa turvallisuusarviossa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytöstäpoisto voidaan kokonaisuudessaan toteuttaa nykyisin käytössä olevilla laitteilla ja tekniikoilla.

24 §

Käyttökokemukset ja turvallisuustutkimus
Ydinvoimalaitosten käyttökokemuksia on kerättävä ja turvallisuustutkimuksen tuloksia on seurattava ja niitä molempia on arvioitava tavoitteena parantaa turvallisuutta. Turvallisuuden kannalta merkittävät käyttötapahtumat on tutkittava perussyiden selvittämiseksi ja korjaavien toimenpiteiden määrittelemiseksi ja toteuttamiseksi. Turvallisuustutkimuksen esiin tuomat tekniset turvallisuusparannukset on otettava huomioon siinä määrin kuin se on ydinenergialain 7a §:ssä säädettyjen periaatteiden mukaan perusteltua.

Jatkuva omien käyttökokemusten seuranta, arviointi ja niistä johdettavat parannukset kuuluvat olennaisena osana toiminnan kehittämiseen. Myös muiden ydinlaitosten tapahtumat sekä opit esim. kaivosteollisuudesta tai muusta teollisuudesta hyödynnetään käyttökokemustoiminnassa. Ruotsin ja muiden maiden loppusijoitushankkeiden etenemistä seurataan aktiivisesti sekä niiden kanssa tehdään yhteistyötä mm. käyttökokemustoiminnan kehittämisessä.

104.63

Liite 9 Selvitys ydinlaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi [YEA 32 §, kohta 7]

SELVITYS YDINLAITOKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA SEKÄ SELVITYS SUUNNITTELUPERUSTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTAA YMPÄRISTÖVAHINKOJEN VÄLTTÄMISEKSI JA YMPÄRISTÖRASITUKSEN RAJOITTAMISEKSI

1 Posivan ympäristöasioiden hallintajärjestelmä

Posiva Oy:llä (Posiva) on dokumentoitu ja sertifioitu toimintajärjestelmä, joka ympäristöasioiden osalta täyttää kansainväliseen standardin SFS-EN ISO-14001 vaatimukset. Toimintajärjestelmän yhtenä tarkoituksena on varmistaa, että ympäristöasioiden hallinta on ohjattua ja systemaattista. Posiva on asettanut toiminnalleen seuraavat ympäristöpäämäärät:

- Toiminta tähtää turvallisen ydinjätehuollon toteuttamiseen siten, että ympäristöön kohdistuva rasitus on mahdollisimman pieni.
- Mahdolliset ympäristön tilaan vaikuttavat riskit tunnistetaan jo toiminnan suunnitteluvaiheessa.
- Henkilöstö on tietoinen oman työnsä ympäristömerkityksestä.

Posivan toiminnan ympäristönäkökohtia kartoitetaan ja niiden merkittävyys arvioidaan vuosittain. Merkittäviin ympäristönäkökohtiin liittyen laaditaan ja ylläpidetään hallintaohjelmia, joiden avulla pyritään vähentämään toiminnan haitallisia vaikutuksia ympäristöön.

2 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) on järjestelmällinen päätöksentekoa valmisteleva prosessi, jolla pyritään jo tietyn hankkeen alkuvaiheessa tuottamaan systemaattinen ja yhtenäinen kuva hankkeen ja sen toteutusvaihtoehtojen vaikutuksista ympäristöön. Kattavilla ympäristöselvityksillä on jo pitkät perinteet ydinvoima-alalla Suomessa.

Olkiluodon saarelle suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta tehtiin YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi vuonna 1999. YVA-selostuksen tiedot päivitettiin alkuvuodesta 2008 raportissa ”Ajan tasalle saatettu selvitys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista”. Samana vuonna suoritettiin myös uusi YVA-menettely, jossa tarkasteltiin loppusijoituslaitoksen laajentamista 3 000 uraanitonnilla (tU), jolloin loppusijoituslaitoksen kokonaiskapasiteetiksi muodostuu 12 000 (tU).

Ajan tasalle saatettu selvitys käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista, jossa tarkastelun kohteena on 9 000 tU suuruisen käytetyn ydinpolttoainemäärän loppusijoittaminen, on hakemusaineiston liitteenä 16. Tässä asiakirjassa on kuvattu käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen keskeisiä ympäristövaikutuksia sekä suunnitteluperusteita ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi.

3 Arvioidut ympäristövaikutukset

3.1 Tutkimus- ja rakentamisaikaiset sekä käyttötoiminnan ympäristövaikutukset

Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset
Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne muodostaa pienen osan Olkiluodon saaren liikenteestä (noin 5 % kokonaisliikennemäärästä), joten sillä ei ole suurta vaikutusta liikennemääriin eikä liikenteestä aiheutuviin vaikutuksiin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä ydinpolttoainetta Olkiluodon ydinvoimalaitoksen lisäksi myös Loviisan ydinvoimalaitokselta. Loviisan ydinpolttoaineiden kuljetukset Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan vaihtoehtoisesti meri-, maantie- tai rautatiekuljetuksina tai näiden yhdistelminä.

Polttoainekuljetusten määrä riippuu ydinpolttoaineen määrästä, ja kuljetuspakkauksen koosta ja kuljetustavasta. Eri kuljetustapavaihtoehdoissa pakokaasupäästöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat kuljetusten pienestä määrästä johtuen merkityksettömät.

Väestön saama säteilyannos kuljetusten yhteydessä on huomattavasti pienempi kuin mitä samana ajanjaksona aiheutuu normaalista luonnon taustasäteilystä. Kuljetussäiliöiden käsittelijöiden ja kuljetushenkilöstön altistuminen säteilylle kuljetuksissa voi kuitenkin olla tausta-altistusta suurempi.

Liikenneonnettomuuksista aiheutuvat säteilyannokset olisivat vähäiset. Vakavimmissa liikenneonnettomuuksissa seurauksena voisi olla jalokaasun ja muiden haihtuvien aineiden muodostama radioaktiivinen päästö, josta aiheutuisi yksilölle luonnon taustasäteilyyn verrattuna vain noin sadastuhannesosan suuruinen annoskertymä.

Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt tai mahdolliset onnettomuudet eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle maanpäällisen laitosalueen ulkopuolella.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sulkemisluvan myöntämisen yhteydessä voidaan asettaa maankäytön rajoituksia, jotka merkitään asianomaisiin rekistereihin. Rajoitukset voivat koskea esimerkiksi kairaus- ja maankaivuutoimintaa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maisemavaikutukset jäävät vähäisiksi. Alueella ei ole valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia, merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä tai muita kohteita. Olkiluodon alueelta ei ole löydetty muinaismuistokohteita.

Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin
Maanalaisen laitososan tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 tU, on noin 190 hehtaaria. Maanalaisten tunnelien pituus on noin 82 000 metriä.

Loppusijoitettavan polttoainemäärän mukainen louheen kokonaistuotto on noin 1 670 000 kiintokuutiota. Louhetta syntyy vuosittain keskimäärin noin 20 000 kiintokuutiota. Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevalla louheen läjitysalueella. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi. Kaikkea louhetta ei tarvita maanalaisten tilojen täyttömateriaaliksi, vaan sitä voidaan käyttää muihin tarkoituksiin. Yhtenä vaihtoehtona on myydä louhetta joko sellaisenaan tai murskattuna esimerkiksi täyttö- tai rakennusmateriaaliksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen jälkilämpö aiheuttaa kallion laajentumista kohottaen maanpintaa loppusijoitustilan keskikohdalla enimmillään noin seitsemän senttimetriä runsaan tuhannen vuoden kuluttua loppusijoituksesta.

Avoimiin tunnelitiloihin vuotaa pohjavettä, joka pumpataan maanpinnalle. Tämä alentaa pohjaveden painekorkeutta tunneliston ympärillä ja aiheuttaa mahdollisesti myös pohjaveden pinnankorkeuden alenemista Olkiluodon saaren alueella. Vuotovesien määrää ja vaikutusten laajuutta vähennetään rakennustyön edetessä tiivistämällä kalliota tunnelien ympärillä.

ONKALOn ja loppusijoitustilojen vaikutusta pohjaveden pinnankorkeuteen on arvioitu numeerisen virtausmallin avulla. Virtausmallia päivitetään jatkuvasti ja tuloksia verrataan havaittuihin arvoihin. Sekä mallinnuksen että havaittujen tulosten perusteella ONKALOn rakentaminen on aiheuttanut vain hyvin pieniä pysyviä muutoksia pohjaveden pinnankorkeuteen.

Suoranaisia ONKALOn rakentamisesta johtuvia muutoksia matalissa pohjavesissä ei ole havaittu ennen vuotta 2010, jolloin matalien pohjavesien tuloksissa paikoittain ONKALO-alueen ympärillä sekä erityisesti ONKALOn yläpuolella sijaitsevalla näytteenottopaikalla havaittiin nousua sulfaattipitoisuuksissa.

Pohjaveden kemiallisessa koostumuksessa on havaittu pieniä laimenemisen merkkejä kallion pintaosissa sekä viitteitä Korvensuon altaasta suotautuvasta vedestä. Syvällä kalliossa havaitut muutokset ovat olleet pieniä.

Vaikutukset ilmanlaatuun
Maarakennustyöt, työmaaliikenne sekä erillistoiminnot (esim. kivenmurskaus ja louheen läjitys) aiheuttavat paikallista pölyämistä. Ajoneuvot ja työkoneet aiheuttavat päästöjä ilmaan. Nämä päästöt ovat määrältään vähäisiä eikä niillä ole vaikutusta ilmanlaatuun alueen ulkopuolella.

Melu- ja tärinävaikutukset
Maarakennustöistä, räjäytyksistä ja louheen käsittelystä ja murskauksesta sekä ajoneuvojen ja työkoneiden käytöstä aiheutuu melua ja tärinää. Tärinää ja melua aiheuttavat toiminnot toteutetaan siten, ettei niistä aiheudu merkittäviä vaikutuksia ympäristöön.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilaa rakennetaan sitä mukaa, kun käytettyä ydinpolttoainetta loppusijoitetaan. Loppusijoitustilojen louhinnasta syntyvä ääni ei kuulu laitosalueen ulkopuolelle. Rakennustöiden aikana louheen murskaus aiheuttaa melua päiväaikaan. Murskauksen aiheuttamalla melualueella ei ole melusta häiriintyviä kohteita. Vaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienuuden ansiosta. Louheen murskaus päättyy, kun Olkiluodon kallioperään sijoitettava käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu.

Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin sekä suojelukohteisiin
Hankkeen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Loppusijoitustilojen käytön aikana ja sulkemisen jälkeen merkittäviä vaikutuksia ei ole.

Pääosa kasveista ottaa vetensä kalliopinnan yläpuolisesta maavedestä. Tällöin maanalaisten tilojen aiheuttama kalliopohjaveden alenema ei vaikuta kasveihin. Merkittävää vedenpinnan alenemaa maakerroksissa ei ole odotettavissa.

Loppusijoituksen vaikutuksia Liiklankarin Natura-alueeseen on tutkittu ja arvioitu Olkiluodon osayleiskaavoituksen yhteydessä. Natura-arvioinnin tuloksena on todettu, että yleiskaavoituksella Olkiluotoon mahdollistetut hankkeet (ml. kapselointi- ja loppusijoituslaitos) eivät merkittävällä tavalla vaikuta niihin luonnonarvoihin, joiden vuoksi Olkiluodon saaren etelärannalla sijaitseva Liiklankarin luonnonsuojelualue on otettu mukaan Natura 2000 -suojeluohjelmaan.

Loppusijoituslaitostoimintaan varatun alueen ulkopuolella luonnonvarojen hyödyntämistä, kuten sienestystä, marjastusta, metsästystä, kalastusta ja metsänhoitoa, voidaan jatkaa nykyiseen tapaan.

Vaikutukset ihmisiin ja suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen
Käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnissa kapselointi- ja loppusijoituslaitokselta normaalitilanteessa tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömiä. Kapselointilaitoksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin määriin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yleiset säteilyturvallisuusvaatimukset sisältävän valtioneuvoston asetuksen *(736/2008)* mukaan väestön eniten altistuvan yksilön efektiivinen annos ei saa ylittää normaalikäytössä 0,01 mSv. Laskentatulokset osoittavat, että normaalikäytössä vuosittaiset säteilyannokset jäävät merkityksettömän pieniksi eli alle arvon 0,001 mSv (vrt. luonnonsäteily noin 3 mSv / vuosi). *(Rossi ym. 2012.)*

Suomalaisten suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu osana ”Suomalaisten energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Tutkimussarjalla on selvitetty ja seurattu suhtautumista energiapoliittisiin kysymyksiin jo 28 vuoden (1983–2011) ajan. Ydinjätteisiin on aiemmissa tutkimuksissa todettu kohdistuvan selviä ennakkoluuloja. Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa vajaa kolmannes (29 %) katsoo ydinjätteiden loppusijoituksen Suomeen turvalliseksi. Epäileviä on enemmän, runsas puolet (53 %) väestöstä. Suhtautuminen loppusijoitukseen on hieman skeptisempää kuin edellisessä mittauksessa, mutta tulokset eivät ole kovin kaukana viimeisten viidentoista vuoden keskimääräisestä tasosta. Pysyvyys kertoo yleisemminkin, etteivät ydinjätekannat ole suoraan sidoksissa ydinvoiman kannatukseen. Seurannan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella (1983–1993) luottamus oli kuitenkin astetta niukempaa kuin nykyisin.

Varauksellisuutta selittää yhtäältä lähes kolmen neljäsosan (73 %) näkemys, jonka mukaan ydinjätteet muodostavat jatkuvan uhan tulevien sukupolvien elämälle. Eri mieltä on vain noin joka kuudes (16 %). Tämän mittarin valossa ydinjätehuoli on hieman aiempaa laajempaa, joskin silti melko lähellä edeltävien vuosien tasoa. Koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys kertoo uhan kokemisen sitkeähenkisyydestä. Vaikka seurannan alkuvaihe erottuu astetta varauksellisempana myös tässä tarkastelussa, ei koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys ole muuttunut neutraalimpaan suuntaan.

Ydinvoimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtaudutaan aiempaan tapaan vähemmän vieroksuvasti kuin maassa keskimäärin. Luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen on niissä, etenkin loppusijoituskohteeksi valitulla Eurajoella, merkittävästi laajempaa. Tutkimussarjan aiempien vaiheiden tuloksissa on tullut toistuvasti esiin niin eurajokelaisten kuin loviisalaistenkin periaatteellinen valmius ydinjätteiden vastaanottoon, eli sijoitukseen oman kuntansa alueelle. *(Suomalaisten energia-asenteet 2011.)*

Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen vuonna 2008 toteuttaman tutkimuksen *(Litmanen ym. 2010)* mukaan Eurajoen asukkaista kolmannes katsoi saavansa tarpeeksi tietoa loppusijoituksesta, kolmannes oli asiasta eri mieltä ja kolmannes ei osannut arvioida asiaa. Posivaan luottavia ja ei-luottavia oli yhtä suuri osuus (39 %) asukkaista. Tutkimuksen

mukaan 42 % Eurajoen asukkaista on valmiita hyväksymään loppusijoituslaitoksen laajentamisen. Tutkimuksen yleishavaintona voidaan esittää, että asukkaiden luottamus ei perustu niinkään tietoon vaan luottamusta selittäviin muihin tekijöihin. Institutionaalisen luottamuksen ohella merkittäviä selittäjiä ovat hankkeesta koetut taloudelliset ja muut hyödyt, riskikäsitykset, moraalinen vastuu sekä yleinen ydinvoima-asenne. Merkittävää ja huomionarvoista on sekin, että vuosikymmenten saatossa ydinvoimasta on tullut tuttu teknologia paikallisille asukkaille ja osa paikkakunnan identiteettiä.

Vuosina 2007–2008 suoritetussa tutkimuksessa *(Aho 2008)* tarkasteltiin Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen. Lomakekyselyn tulosten perusteella noin 40 % kyselyyn vastanneista Eurajoen kuntalaisista suhtautui käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen myönteisesti ja 12 % neutraalisti. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittaminen kotikuntaan pelotti kuitenkin kyselyn mukaan noin 45 % kuntalaisista. Riskeinä nähtiin erityisesti polttoainekuljetukset, minkä vuoksi nimenomaan Eurajokea pidettiin sopivana loppusijoituspaikkana. Haastattelujen perusteella suurin loppusijoitukseen liittyvä huolenaihe oli käytetyn ydinpolttoaineen tuonti ulkomailta Suomeen ja Eurajoelle loppusijoitettavaksi.

Haastatellut pitivät Posivan toimintaa vakaana ja yllätyksettömänä. Haastateltujen mielestä Posiva ei riskeeraa turvallisuutta ja välittää paitsi kuntalaisista myös kaikista Suomen kansalaisista asettamalla turvallisuustekijät etusijalle. Haastatellut pitivät Posivaa ja sen henkilökuntaa asiantuntevana, rehellisenä ja kyvykkäänä hoitamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus turvallisesti.

Kesäkuussa 2008 tutkittiin eurajokelaisten loppusijoitusta koskevia mielipiteitä, asenteita ja mahdollisia huolia teemahaastattelututkimuksella *(Pöyry Environment Oy 2008)*. Suurin osa haastatelluista suhtautui kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen neutraalisti tai melko myönteisesti. Kalliosijoitusta pidettiin mahdollisista loppusijoitusvaihtoehdoista parhaana. Kuitenkin myös turvallisuusriskejä nähtiin, pääasiassa pidemmällä aikavälillä. Kukaan haastatelluista ei kokenut varsinaisia pelkoja loppusijoitukseen liittyen, vaikka joitain huolia olikin, esimerkiksi ydinjätteen kuljetuksien riskit. Kunnan kannalta positiivisena asiana nähtiin kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutukset työllisyyteen ja verotuloihin. Yksikään haastateltu ei kokenut, että loppusijoitukseen liittyvät huolet varjostaisivat omaa elämää tai aiheuttaisivat stressiä. Vain yksi haastateltu arvioi, että loppusijoituksesta saattaisi aiheutua vaaraa henkilökohtaiselle turvallisuudelle.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon
Vuonna 2007 laaditun selvityksen ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset” *(Laakso et al. 2007)* mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittumispäätöksellä, Posivan siirtymisellä Eurajoelle, Vuojoen kartanon peruskorjauksella ja toiminnan uudistamisella sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimusvaiheen ja ONKALOn rakentamisen aloittamisella on ollut positiivinen vaikutus Eurajoella ja koko seudulla 2000-luvun alkuvuosina toteutuneeseen sosioekonomiseen, aluetaloudelliseen ja kunnallistaloudelliseen kehitykseen.

Hankkeen vaikutuksen kokonaistyöllisyyteen arvioidaan olevan suurimmillaan noin 550 henkilötyövuotta vuodessa. Toimintavaiheen aikana välittömäksi työllisyysvaikutukseksi vuodessa on arvioitu noin 130 henkilötyövuotta. Koko seudun kannalta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen työllistävä vaikutus on merkittävä, enimmillään noin 220 henkilötyövuotta vuodessa. Eurajoen kuntaan ja seudulle kohdentuvat työllisyysvaikutukset vaikuttavat merkittävällä tavalla positiivisesti kunnan ja seudun työllisyyteen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta vaikuttavat Eurajoen kunnallistalouteen. Kiinteistövero merkitsee kunnan verotulopohjan vähittäistä vahvistumis-

ta kiinteistöveron noustessa ainakin vuoteen 2020 asti. Tämä mahdollistaa kunnalle muihin kuntiin verrattuna vahvan vuosikatteen sekä poikkeuksellista liikkumavaraa, joka johtaa potentiaalisten muuttajien kannalta kunnan houkuttelevuuden kasvuun suhteessa seudun muihin kuntiin.

Hankkeen positiivisiin aluetaloudellisiin vaikutuksiin ollaan seudun kunnissa tyytyväisiä. Myönteisenä pidetään erityisesti sitä, että laitoksen rakentaminen ja toiminta ovat pitkäkestoista toimintaa, jossa vaikutukset ovat kohtuullisen hyvin ennakoitavissa ja jakautuvat pitkälle ajalle. Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen ennakkoon liitetyt potentiaaliset negatiiviset ulkoisvaikutukset eivät ole toteutuneet. Käytettävissä olevan tiedon perusteella laitoshanke ei ole haitannut asukkaita eikä yrityksiä, ja Eurajoen kunnan tunnettuus sekä imago ovat vahvistuneet.

3.2 Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

Häiriötilanteet eroavat onnettomuustilanteista siten, että häiriötilanteiden seuraukset ovat onnettomuustilanteita lievemmät, mutta niitä voi tapahtua useammin. Häiriötilanteissa radioaktiivisuutta voi vapautua yksittäisiin kapselointilaitoksen tiloihin, joista päästö ohjataan ilmastoinnin avulla suodatettuna ulos. Loppusijoitustiloissa sellaiset häiriöt ja onnettomuudet, joissa vapautuu radioaktiivisia aineita, ovat erittäin epätodennäköisiä.

Yksittäisen häiriötilanteen aiheuttama annos väestöön kuuluvalle henkilölle 50 vuoden kuluessa on suurella todennäköisyydellä korkeintaan 0,05 mSv. Ensimmäisen vuoden kuluessa aiheutuu maataloustuotteiden nauttimisesta 0,02 mSv:n annos. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset alittavat selvästi vaatimusten mukaisen raja-arvon 0,1 mSv vuodessa.

Loppusijoituslaitoksen rakenteet toteutetaan siten, että sellaisetkaan ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa.

Onnettomuustilanteissa annokset jäävät vuoden kuluessa pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo 1 mSv vuodessa. Pahin onnettomuus, jossa kuljetussäiliön kansi putoaa käsittelykammiossa rikkoen samalla polttoaine-elementtejä kuljetussäiliössä ja päästö vapautuu suodatuksen kautta ulos, aiheuttaisi vuoden kuluessa enintään 0,9 mSv:n annoksen eniten altistuvan ryhmän jäsenelle.

Suurin annos aiheutuu aivan laitosalueen vieressä olettaen, että siinä asutaan vakituisesti, harjoitetaan maataloutta ja käytetään ravinnoksi pääosin omia tuotteita. Pääosa annoksesta kertyy maahan laskeutuneista radionuklideista ravintoketjujen välityksellä samaan tapaan kuin häiriötilanteiden yhteydessä.

Laskeumasta tulevan ulkoisen säteilyannoksen merkitys kasvaa, kun tarkasteluaika pitenee. 50 vuoden kuluessa kertyvästä annoksesta ulkoinen altistus muodostaa valtaosan. Annostasot vuoden aikana jäävät niin pieniksi, että välittömien terveysvaikutusten vaaraa ei ole. Väestöannosten perusteella myös myöhäisvaikutusten riski säilyy hyvin pienenä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Huomioon otettavia luonnonilmiöitä ovat ainakin salamanisku, maanjäristys ja tulva. Muita laitoksen ulkopuolisia tapahtumia ovat ainakin sähkömagneettinen häiriö, pienlentokoneen törmäys, maastopalo ja räjähdys. Nämä luonnonilmiöt ja ulkopuoliset tapahtumat otetaan huomioon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa riittävällä tavalla

4 Pitkäaikaisturvallisuus

Vakaaseen peruskallioon 400–450 metrin syvyyteen sijoitetut, bentoniittisavella ympäröidyt, mekaanisesti vahvat ja korroosiota kestävät kapselit tulevat mitä todennäköisimmin pitämään kaikki radioaktiiviset aineet sisällään vähintään usean miljoonan vuoden ajan. Yksittäisten kapselien rikkoutumisen mahdollisuutta tänä aikana ei kuitenkaan voida kokonaan sulkea pois. Tällaisissa tapauksissa radioaktiiviset aineet voisivat hiljalleen vapautua ympäristöön. Kapselivuotoihin voisi johtaa alun perin viallisen kapselin joutuminen loppusijoitustiloihin, muutaman epäedullisiin paikkoihin sijoitetun kapselin rikkoutuminen voimakkaissa maanjäristyksissä, joita saattaa tapahtua jääkauden aikaisen jään vetäytymisvaiheissa, sekä jään sulamisvesien aiheuttama kapselia ympäröivän bentoniittisaven eroosio ja sitä seuraava kapselin syöpyminen.

Seuraavien satojen tuhansien vuosien aikana kapselirikkoja odotetaan kuitenkin tapahtuvan huonoimmassakin tapauksessa vain muutamia. Niistä aiheutuvilla radioaktiivisten isotooppien päästöillä olisi vain hyvin pieni vaikutus ihmisiin ja muuhun elolliseen ympäristöön. Turvallisuusarvioissa on otettu huomioon myös radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja kulkeutumiseen vaikuttavat epävarmuudet. Teknisten ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja riittävä laatu sekä turvallisuus osoitetaan kokeellisesti. Loppusijoitustilojen rakentamislupahakemusta tukeva täysimittainen turvallisuusperustelu perustuu näihin kokeisiin ja niiden tuloksiin.

Vaatimusten toteutumista tarkastellaan lupahakemusta varten laaditussa, valtioneuvoston asetuksen 14 §:n mukaisessa turvallisuusperustelussa. Sen mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle valtioneuvoston asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmillääkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltistus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

Edellä esitetyt johtopäätökset perustellaan yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavassa turvallisuusperustelu-aineistossa.

5 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun ja ympäristövaikutusten arviointityön aikana on selvitetty mahdollisuudet ehkäistä, rajoittaa tai lieventää hankkeen haittavaikutuksia suunnittelun tai toteutuksen keinoin.

5.1 Säteilysuojelulliset suunnitteluperusteet

Loppusijoituksesta ei saa millään tarkasteluajanjaksolla aiheutua sellaisia terveydellisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia, jotka ylittäisivät loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidettävän enimmäistason.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä edellä esitettyjä enimmäisarvoja.

Radioaktiivisten aineiden vapautumisen rajoittaminen
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötoimet sekä sen rakenteet ja järjestelmät suunnitellaan siten, että radioaktiivisten aineiden vapautuminen laitostiloihin ja ympäristöön estyy tai sitä rajoitetaan kaikin käytännöllisin keinoin. Laitoksella on järjestelmät, joilla otetaan talteen käsittelytiloihin vapautuneet radioaktiiviset aineet, puhdistetaan pinnat niille levinneistä radioaktiivisista aineista sekä käsitellään ja pakataan kertyneet radioaktiiviset jätteet asianmukaisesti.

Sellaisissa laitoksen tiloissa, joiden ilmatilaan voi joutua merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita, on ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät, joiden tehtävä on:
- vähentää radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia näissä tiloissa,
- estää radioaktiivisten aineiden leviäminen muihin laitostiloihin,
- estää radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön.

Nämä ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät toimivat suunnitellulla tehollaan myös odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden tilanteissa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ilmastointijärjestelmien suunnittelussa noudatetaan soveltuvin osin ohjetta YVL B.1. (luonnos)”Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu”.

Työntekijöiden säteilyaltistuksen rajoittaminen
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen säännöllisessä käytössä olevat työtilat ja kulkuväylät suunnitellaan ja sijoitetaan siten, että ulkoisen säteilyn annosnopeus ja sisäisen säteilyaltistuksen vaara on mahdollisimman pieni. Merkittävästi radioaktiivisia aineita sisältävät rakenteet, järjestelmät ja laitteet sijoitetaan omiin huonetiloihinsa tai suojataan tehokkaasti. Säteilysuojaukset suunnitellaan riittävin turvallisuusmarginaalein. Lisäksi osa toiminnoista on kauko-ohjattua.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tilat luokitellaan arvioitujen säteilyolosuhteiden perusteella. Säteilysuojelun kannalta valvontaa vaativat tilat sijoitetaan omalle alueelleen, jonne kulkua voidaan rajoittaa ja valvoa tarkoituksenmukaisella tavalla. Maanalaisten tilojen valvonta-alueiden järjestelyissä otetaan huomioon näiden tilojen ja niissä tehtävien töiden erityispiirteet. Laitteiden käyttöä, tarkastuksia ja huoltoa varten suunnitellaan sellaiset edellytykset ja olosuhteet, että säteilyn alaisena tehtävien työvaiheiden määrät jäävät vähäisiksi ja kestoltaan lyhyiksi.

Säteilyvalvonnassa käytetään hälyttäviä mittalaitteita siten, ettei kukaan altistu tietämättään merkittäville säteilyannoksille kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötilanteissa.
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen säteilysuojelujärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan noudatetaan ohjeita YVL C.2 (luonnos) ”Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu” ja C.1 (luonnos) ”Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioon otettavat säteilyturvallisuusnäkökohdat” soveltuvin osin. Säteilyvalvontajärjestelmiä ja laitteita koskee ohje YVL C.3 (luonnos) ”Ydinvoimalaitoksen säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet”.

Säteilyvalvonta
Säteilyvalvonnan tarkoitus on ehkäistä ihmisiä, eläimiä ja ympäristöä saamasta merkittäviä säteilyannoksia valvomalla säteily- ja aktiivisuustasoja. Pääasialliseksi ilman aktiivisuuslähteeksi oletetaan kalliotiloihin suotautuva radon. Henkilöstö saa säteilyannoksia radonin ohella loppusijoituskapseleista. Kapselointilaitoksessa pääasialliset aktiivisuuslähteet ovat kuljetussäiliön purku, polttoaine-elementtien kapselointi sekä huolto- ja korjaustyöt.

Valvonta-alueen poistoilman aktiivisuutta mitataan jatkuvasti. Jos ilmassa havaitaan aktiivisuutta, loppusijoitustilan poistoilmastointi pysäytetään ja säteilyvuodon lähde selvitetään. Loppusijoitustilan poistoilma kierrätetään tarvittaessa valvonta-alueen poistoilmakuilun ja kapselointilaitoksen valvonta-alueen ilmastoinnin kautta. Jos ilman radonpitoisuus ylittää sallitun rajan, ilmanvaihdon tehoa lisätään.

Käytännössä ihmiset voivat saada säteilyannoksia vain loppusijoituskapselin suorasta säteilystä, ei siis päästöjen seurauksena. Tämä tarkoittaa sitä, että loppusijoituskapselin siirtoreitti muodostaa alueen, jolla ihmisten oleskelu ja kulku rekisteröidään ja saadut säteilyannokset mitataan luotettavasti. Käytännössä tällainen alue erotetaan omaksi suljetuksi alueeksi, valvonta-alueeksi, johon kuljetaan yhden valvontapisteen kautta. Tarkistuspisteessä rekisteröidään henkilöstön ja vierailijoiden saamat säteilyannokset.

Loppusijoitustilan valvonta-alueen vuotovesiä ei ole tarvetta erottaa valvomattoman alueen vuotovesistä, koska vuotovesissä ei suurella varmuudella ole kontaminaatiota.

5.2 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on varauduttu häiriöihin ja onnettomuuksiin. Johtavana periaatteena laitoksen kaikessa toiminnassa on onnettomuuksien ehkäisy.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen häiriötöntä käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan analyysein ja todennetaan laitoksen koekäytön yhteydessä. Myös käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien varalle suunniteltujen turvallisuusjärjestelmien toimivuus todennetaan mahdollisuuksien mukaan koekäytön yhteydessä. Koekäyttöä koskee ohje YVL A.5 (luonnos) ”Ydinvoimalaitoksen käyttöönotto” soveltuvin osin.

Odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja oletettuja onnettomuuksia koskevien turvallisuusmääräysten täyttyminen osoitetaan analyysein, joissa on otettu huomioon erityyppisten kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella mahdollisten häiriöiden ja onnettomuuksien luonne ja vakavuus. Näiden tapahtumien edustavuuden kannalta on myös olennaista, että kunkin turvallisuusjärjestelmän tehtävää ja mitoitusta eniten rajoittavat tapahtumat analysoidaan.

Turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan ensisijaisesti deterministisillä turvallisuusanalyyseillä. Tällaiset analyysit esitettään alustavan turvallisuusselosteen ja lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä.

Kapselien vioittumisen estäminen

Kapselien valmistukseen, täyttöön ja sulkemiseen sovelletaan laadunvarmistus- ja tarkastusohjelmaa, jolla varmistetaan, että loppusijoituskapselit ovat loppusijoitustiloihin siirrettäessä eheitä, tiiviitä ja että ne muidenkin ominaisuuksiensa suhteen täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Kapselien loppusijoitustoiminta tapahtuu tiloissa, jotka on luokiteltu säteilyn kannalta valvotuiksi tiloiksi, ja loppusijoitustilojen rakentaminen puolestaan tapahtuu säteilyn suhteen valvomattomalla alueella. Valvottu ja valvomaton alue erotetaan fyysisesti toisistaan ja niille tapahtuvat tavara- ja materiaalikuljetukset tapahtuvat eri reittejä pitkin.

Louhittavien tunnelien ja kapseleita sisältävien loppusijoitustunnelien väliin jätetään louhintatärinöitä vaimentava riittävä suojaetäisyys. Rakennustarvikkeet, koneet, räjähdysaineet ja louhe kuljetetaan ajotunnelin kautta. Loppusijoituskapselit kuljetetaan kapselikuilun tai vaihtoehtoisesti ajotunnelin kautta. Sijoitusreikien bentoniittilohkot kuljetetaan

kapselikuilun kautta. Mikäli loppusijoituskapselien kuljetukset päädytään suorittamaan vaihtoehtoisen suunnitteluratkaisun mukaisesti ajotunnelin kautta, eriytetään erityyppiset kuljetustapahtumat toisistaan ajallisesti.

Kriittisyysonnettomuuden estäminen
Sellaisten polttoainekeskittymien muodostuminen, joissa neutronien ylläpitämä fissioiden ketjureaktio on mahdollinen, estetään rakenteellisin ratkaisuin.

Käytettyjen polttoaine-elementtien siirtosäiliöt, varastotilat ja käsittelylaitteet sekä kapselit suunnitellaan siten, ettei kriittisiä polttoainekeskittymiä muodostu missään käyttötilanteessa, mukaan lukien odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja oletetut onnettomuudet. Loppusijoitetut kapselit säilyttävät alikriittisyytensä myös pitkällä aikavälillä tilanteissa, joissa kapselin sisärakenteet ovat syöpyneet ja se on täyttynyt pohjavedellä. Tällöin nykyinen alikriittisyysvaatimus voidaan osoittaa toteutuvan, mikäli laskennassa käytetään hyväksi ns. palamahyvitystä (burn-up credit). Kriittisyysturvallisuutta käsitellään yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavaan alustavaan turvallisuuselosteeseen sisältyvässä aihekohtaisessa raportissa.

Palo- ja räjähdysvaaran ehkäiseminen
Kapselointi- ja loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että tulipalon todennäköisyys on pieni ja tulipalon seuraukset turvallisuuden kannalta vähäiset. Myös räjähdykset, jotka voisivat vaarantaa polttoaine-elementtien, kapselien tai radioaktiivisia aineita sisältävien laitteiden tai tilojen eheyden, estetään luotettavasti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen paloturvallisuussuunnittelun tavoitteena on:
- estää palojen syttyminen,
- havaita ja sammuttaa palot nopeasti,
- estää palojen leviäminen tiloihin, joissa ne voisivat vaarantaa käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn tai varastoinnin turvallisuuden,
- räjähdysvaaran minimointi.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa tulipalon ja räjähdysten ehkäiseminen perustuu ensisijaisesti tilasuunnitteluun ja palotekniseen osastointiin. Käytettävät materiaalit ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä. Turvallisuuden kannalta tärkeisiin paloteknisiin osastoihin tai niiden välittömään läheisyyteen ei sijoiteta tarpeettomasti materiaaleja tai laitteita, jotka lisäävät palokuormaa tai aiheuttavat syttymis- ja räjähdysvaaraa. Tilat, joissa on huomattavia palokuormakeskittymiä, erotellaan omiksi paloteknisiksi osastoikseen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos varustetaan automaattisella paloilmoitinjärjestelmällä, joka suunnitellaan siten, että palo voidaan paikantaa riittävällä tarkkuudella. Lisäksi laitoksen tilat varustetaan tarvittaessa kohteeseen soveltuvalla sammutusjärjestelmällä ja operatiiviseen palontorjuntaan soveltuvalla alkusammutuskalustolla. Paloilmoitin- ja sammutusjärjestelmät toimivat tehokkaasti myös odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden sattuessa. Paloturvallisuusjärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan ohjetta YVL B.8 (luonnos) ”Ydinlaitosten palontorjunta” soveltuvin osin.

Kalliorakentamisessa käytettävät räjähdysaineet varastoidaan maanpinnalla omissa suojatuissa varastoissaan. Kerralla ei kuljeteta sallittua määrää enempää räjähteitä ja räjähdysainevarastot sijoitetaan siten, että mahdollinen räjähdys ei vaaranna loppusijoituslaitoksen säteilyturvallisuutta. Räjähdysaineet kuljetetaan maanpinnalta loppusijoitustiloihin eri reittiä tai eri aikaan kuin radioaktiiviset aineet. Usein käytetään myös räjähdysainetta, jonka yksinään turvalliset ainesosat sekoitetaan räjähtäväksi yhdistelmäksi vasta räjäytyspaikalla. Louhintatyössä räjäytyskohteen ja loppusijoituskapseleita sisältävien sijoitustunnelien väliin jätetään aina riittävä suojaetäisyys.

5.3 Ulkoisten tapahtumien huomioon ottaminen suunnittelussa

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Huomioonotettavia luonnonilmiöitä ovat ainakin salamanisku, maanjäristys, myrskytuuli, tulva sekä poikkeuksellinen ulkoilman lämpötila. Muita laitoksen ulkopuolisia tapahtumia ovat ainakin sähkömagneettinen häiriö, pienlentokoneen törmäys, maastopalo ja räjähdys.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maanpäällisen osan suunnittelussa noudatetaan luonnoksia ohjeista YVL B.1, ”Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu”, YVL B.7, ”Ydinlaitoksen varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin” ja YVL E.6, ”Ydinpolttoaineen hankinta ja käyttö”.

5.4 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallinta

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana on erikseen luvanvaraista toimintaa ja Suomessa tarvittavat luvat ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetuksiin myöntää STUK. Kuljetukseen saa ryhtyä vasta sen jälkeen, kun STUK on todennut, että kuljetuskalusto ja kuljetusjärjestelyt sekä turva- ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimukset ja että vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty *(YEA 56 §, 115 §)*. Kuljetusten turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset esitetään ohjeessa YVL D.2, ”Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus”.

Kuljetuspakkaukselle, pakkauksen käsittelylle, onnettomuustilanteisiin varautumiselle ja dokumentaatiolle on asetettu korkeat vaatimukset. Kuljetuspakkaus ei saa menettää säteilysuojeluominaisuuksiaan pahimmassakaan ajateltavissa olevassa onnettomuudessa. Kuljetuspakkauksessa olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä. Kuljetuspakkaukselle asetetaan tavanomaista tiukemmat vaatimukset poikkeustilanteiden varalta.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksia koskevien säännösten tarkoituksena on taata kuljetusten turvallisuus siten, että kulloinkin käytettävä kuljetuspakkaus suojaa riittävästi ympäristöä ja kuljetettavia aineita niin, ettei ympäristölle aiheudu sallittua säteilyannosta suurempaa rasitusta. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkaukseen sovelletaan niin sanotulle B(U)-tyypin säiliölle asetettuja säännöksiä, jotka perustuvat kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n (International Atomic Energy Agency) ohjeisiin radioaktiivisen materiaalin turvallisesta kuljettamisesta *(IAEA 2012 ”Regulations for the safe transport of radioactive material”, SSR-6)*. Kuljetuksessa käytettävän pakkaustyypin tulee kestää kokeet, joilla varmistetaan säiliötyypin soveltuvuus käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen.

Normaalikuljetusten osalta edellytetään, että säteilyannosnopeus yhden metrin etäisyydellä pakkauksen ulkopinnasta ei saa ylittää arvoa 0,1 mSv/tunti eikä pinnalla arvoa 2 mSv/tunti. Lisäksi pakkauksen ja sen sisällä kuljetettavan ydinpolttoaineen tulee kestää kuljetuksessa normaalisti syntyvän tärinän aiheuttama materiaaleja väsyttävä kuormitus. Kuljetusympäristön lämpötilalla on myös merkitystä materiaalien vaurioitumistodennäköisyyden kannalta. Kuljetuksen aikana ympäristön lämpötila ei saa olla liian alhainen. Normaalikuljetuksissa pakkauksesta sallitaan vain hyvin pieni vuotovirtaus ympäristöön. IAEA:n vaatimusten mukaisesti kuljetuspakkauksen tulee kestää normaalikuljetuksessa:

- vesisuihku tunnin ajan,
- pudotus 0,3–1,2 metrin korkeudelta peräänantamattomalle alustalle,
- pakkauksen painoon nähden viisinkertainen levykuorma,
- tunkeumatesti, jossa 6 kilogramman terästanko pudotetaan yhden metrin korkeudelta pakkauksen sivuseinämää kohti.

Pakkauksen pintakontaminaatiosta (pakkauksen pinnalla mahdollisesti olevat radioaktiiviset aineet) aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm^2 ja eräille radionuklideille 0,4 Bq/cm^2.
Poikkeustilanteiden varalta käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkauksen tulee täyttää huomattavasti tiukemmat vaatimukset eli sen tulee kestää muun muassa:

- pudotus peräänantamattomalle alustalle seurauksiltaan epäedullisimmalla kohtaamiskulmalla yhdeksän metrin korkeudelta,
- pudotus halkaisijaltaan 0,15 metrin terästangon päälle yhden metrin korkeudelta,
- altistuminen vähintään 30 minuutin ajan tulipalolle, jossa liekkien lämpötila on vähintään 800 ˚C,
- upotus 200 metrin syvyyteen vähintään tunnin ajaksi.

Poikkeustilanteisiin liittyvät testit pyrkivät kattamaan mahdollisten onnettomuustilanteiden synnyttämät mekaaniset ja termiset kuormitukset, kuten törmäysten aiheuttamat pakkaukseen kohdistuvat iskut ja palavia nesteitä kuljettavan ajoneuvon tulipalon. Lisäksi on otettava huomioon, että todellisuudessa kohde ei ole peräänantamaton. Yhdeksän metrin pudotuskokeessa kuljetuspakkaus saavuttaa iskeytymishetkellä lähes nopeuden 50 km/h, mikä käytännön onnettomuustilanteissakin on mahdollinen törmäysnopeus toiseen ajoneuvoon tai esteeseen. Kuljetuspakkauksessa olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä.

Maantiekuljetukset ovat valvottuja, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö: kuorma-auton kuljettaja, varoitusajoneuvojen kuljettajat, poliisiajoneuvojen kuljettajat sekä tarvittavat muut henkilöt, kuten säteilyvalvoja. Suurempien taajamien läpiajon ajaksi tarvitaan liikenteenohjaukseen useita poliisipartioita. Käytettyä ydinpolttoainetta kuljetettaessa on saattueen mukana lisäksi vartija. Kuljetusten nopeusrajoitukset ovat alhaiset ja kuljetuksissa vältetään suuria taajamia. Vastaavalla tavalla myös muut kuljetusmuodot tapahtuvat valvotusti.

5.5 Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien vaikutusten hallinta

Louhinnan ja murskauksen aikaisen melun ja muun häiriön kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen lähialueella aiheuttamaa haittaa voidaan lieventää ajoittamalla työvaiheet päiväsaikaan. Louhekasaa käytetään murskauksessa melusuojana. Murskaamo ja louhekasa voidaan sijoittaa niin, ettei melu- ja pölyalueille jää rakennuksia.

Olkiluodon seismisen järjestelmän avulla on mitattu maanalaisen tutkimustilan eli ONKALOn rakennustyömaan vaikutuksia kallioperään. Toistaiseksi mitään merkittävää muutosta ei ole havaittu. Olkiluodon tilaa seurataan jatkuvasti mittalaitteiden kautta ja järjestelmän kautta pystytään seuraamaan reaaliajassa, mitä työmaalla tapahtuu. ONKALOn työmaan räjäytykset ovat maksimissaan olleet 0,7 magnitudin luokkaa. Tulokset raportoidaan säännöllisesti ja tiedot toimitetaan Säteilyturvakeskukselle.

5.6 Maanpintayhteyksien rakentaminen

Ajotunnelin suuaukon ja kuilujen yläpään sijainti on valittu niin, että ne ovat Korvensuon vesialtaan pinnan yläpuolella ja myös riittävästi merenpinnan yläpuolella, jotta ulkoisen häiriön seurauksena vesi ei tulvi ajotunneliin tai kuiluihin. Sisäänkäyntiaukon sijoittelussa on huomioitu myös olemassa olevat sähkövoimalinjat, muuntaja-asemat, vesialtaat, putkistot, tiet ja potentiaalisen loppusijoitusalueen sijainti kallioperässä, jotta suuaukko sijaitsee edullisesti myös niiden suhteen. Kallioperässä ajotunneli on sijoitettu siten, että kallion rikkonaisuusvyöhykkeitä läpäistään mahdollisimman vähän ja että tarvittavat tutkimukset haluttujen kallioalueiden karakterisointia varten voidaan toteuttaa.

5.7 Kapselointilaitoksen vaikutusten hallinta

Kapselointilaitos suunnitellaan turvallisuusmääräyksiä noudattaen siten, että radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön häiriö- ja onnettomuustilanteissakin jää merkityksettömän pieneksi. Kaikki kapselointilaitoksen työvaiheet tehdään turvallisesti ilman merkittäviä päästöjä ja henkilöstön säteilyannoksia.

Laitoksessa noudatetaan ohjeen YVL D.1 (luonnos) ”Ydinpolttoaineen ja muiden ydinvoimalaitoksen käytössä tarvittavien ydinmateriaalien valvonta” mukaisia vaatimuksia ydinmateriaalivalvonnasta. Valvonta tapahtuu ydinmateriaalin kirjanpidolla sekä visuaalisilla että teknisillä valvontamenetelmillä ydinpolttoaineen kapselointiprosessin kaikissa vaiheissa.

Kapselin siirrot kapselointilaitokselta maanalaiseen loppusijoitustilaan

Kapselin siirtäminen maanpinnalta loppusijoitussyvyydelle voi tapahtua luotettavasti hissillä. Kuljetusturvallisuus voidaan nostaa hyvällä suunnittelulla ja yksinkertaisin ja luotettavin rakenneratkaisuin korkealle tasolle. Lisäksi luotettavuus, käytettävyys ja turvallisuus varmistetaan ydinlaitokselle vaadittavin kunnossapito- ja määräaikaiskoestuksin sekä varautumalla kuviteltavissa oleviin onnettomuusskenaarioihin.

5.8 Maanalaiset loppusijoitustilat ja loppusijoitustunnelien suojaetäisyydet

Loppusijoitustiloja rakennettaessa ja suljettaessa pyritään säilyttämään kallion alkuperäiset ominaisuudet ja rajoittamaan muutokset mahdollisimman pienelle alueelle tunnelien ja kuilujen ympäristössä. Esimerkiksi kallio louhitaan varovasti, jolloin louhinnan aiheuttama häiriövyöhyke jää mahdollisimman pieneksi. Häiriövyöhykkeen laajuuden selvittämiseksi on kehitetty menetelmä, jonka avulla voidaan seurata louhinnan toteutuvaa laatua *(Mustonen ym. 2010)*. Vesivuotoja rajoitetaan välttämällä vettä johtavia rakenteita ja tiivistämällä vuotokohtia esimerkiksi injektoinnilla.

Loppusijoituksen käyttövaiheen aikana louhittaessa keskus- ja sijoitustunneleita louhintakohteen ja loppusijoitettavien tunnelien välille jätetään riittävästi suojaetäisyyttä työteknisistä ja yleisistä turvallisuussyistä johtuen. Tällöin louhittavasta loppusijoitustunnelista purkautuva räjäytyksen aiheuttama paineaalto ei vaurioita esimerkiksi keskustunnelissa olevaa valvonta-alueen ja valvomattoman alueen välistä seinää.

5.9 Loppusijoituspaikan soveltuvuuden arviointiperusteet

Suomessa vaatimukset loppusijoituspaikan ominaisuuksista on kirjattu valtioneuvoston asetukseen ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta *(736/2008)*. Turvallisuusmääräysten lähtökohtana on, että loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on kokonaisuutena oltava suotuisat loppusijoitettavien aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei tule valita paikkaa, jossa on jotakin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullista.

Sijoituspaikan soveltumattomuutta ilmentäviä tekijöitä voivat olla YVL D.5 (luonnos) muun muassa hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys, epätavallisen suuret kalliojännitykset, seismiset tai tektoniset poikkeamat ja tärkeiden pohjavesiominaisuuksien poikkeukselliset arvot.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan asemointi perustuu paikka- ja turvallisuustutkimusten avulla tehtyyn kallioluokitukseen ja sen soveltuvuuskriteereihin. Soveltuvuuskriteereissä otetaan huomioon muun muassa kallion rakoilu, vedenjohtavuus ja kapselien jälkilämpöteho. Kriteereitä koskevaa tutkimusta tullaan tekemään maanalaisissa tutkimustiloissa (ONKALO). Jälkilämpötehon vaikutusta voidaan hallita asemoinnin keinoin sijoittamalla kapselit ja loppusijoitustunnelit etäämmälle toisistaan ja huolehtimalla kapselien lähialueen lämmönsiirtokyvystä loppusijoitustilassa.

Loppusijoitustilojen eri osien rakentaminen toteutetaan vaiheittain siten, että louhittavaksi suunnitellun kalliolohkon soveltuvuutta koskevat tutkimukset ja kallion luokittelu tehdään ennen kyseisen vaiheen rakentamisen aloittamista. Loppusijoitustiloja ympäröivän kallion rakenteet ja ominaisuudet, joilla voi olla merkitystä pohjaveden virtauksen, kallioliikuntojen tai muiden pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeille seikoille, määritetään ja luokitellaan. Maanalaisten tilojen sijoittelua varaudutaan muuttamaan, mikäli suunniteltuja tiloja ympäröivän kallion laatu osoittautuu merkittävästi suunnitteluperusteita epäedullisemmaksi.

Kunkin käytettyä ydinpolttoainetta sisältävän loppusijoituskapselin siirto voidaan tehdä, kun STUK on todennut, että kyseistä paikkaa ympäröivän kallion ominaisuudet ovat hyväksyttävät. Käytettyä ydinpolttoainetta loppusijoitettaessa käyttöluvan haltijan on kunkin loppusijoituskapselin sijoittamisen yhteydessä tehtävä tarkastus, jossa käydään läpi laadunvalvonnan tulosaineistot sen toteamiseksi, että loppusijoituskapselin sijoitus ja sen ympärillä olevan puskurimateriaalin asennus on tehty hyväksyttävästi. STUK osallistunee tarkastukseen.

5.10 Loppusijoitustunnelien sulkeminen

Loppusijoitustunnelit ja keskustunnelit täytetään loppusijoituksen (kapselin ja puskurimateriaalin asennuksen) jälkeen ja täyttöä tehdään vaiheittain koko laitoksen toiminnan ajan. Lisäksi loppusijoitustilan tekniset tilat ja maanpintayhteydet, kuten ajotunneli ja kuilut, täytetään loppusijoitustoiminnan päätteeksi.

Täyttämisen ja sulkurakenteiden pääasiallinen tarkoitus on palauttaa loppusijoitusolosuhteet mahdollisimman lähelle luonnontilaa, esimerkiksi estämällä tunnelien ja kuilujen muuttuminen pohjaveden päävirtausreiteiksi, sekä estää luvaton pääsy loppusijoitustiloihin.

5.11 Vaikutukset pohjavesiin

Loppusijoitustiloja tiivistetään sementti- tai silicainjektoinneilla, joiden avulla loppusijoitustilojen vaikutukset pohjaveden pinnankorkeuteen jäävät vähäisiksi. Myös painekorkeuden muutoksia rajoitetaan injektoimalla mahdollisimman tehokkaasti kaikki suuret vuotokohdat. Paikallisia pohjaveden painekorkeuden suuriakaan muutoksia ei saatujen kokemusten perusteella voida kokonaan välttää, koska pieneksikin jäävä vuoto on aiheuttanut suuria alenemia etenkin ONKALOn lähellä, mutta paikoin myös useiden satojen metrien päässä. Tämä johtuu siitä, että vuotava rakenne on rajallinen, eikä sillä ole yhteyksiä korvaavaa vettä tuottaviin kallio-osuuksiin. Vuotovirtausten kokonaismäärää rajoitetaan siten, että tunneleita rakennetaan ja niitä suljetaan sitä mukaa kun niihin on sijoitettu loppusijoituskapseleita; käyttövaiheen aikana kerrallaan avoimena olevia kalliotilavuuksia minimoidaan.

5.12 Laitoksen valvonta

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos jaetaan käyttövaiheessa kahteen toisistaan erotettuun alueeseen, valvonta-alueeseen ja valvomattomaan alueeseen. Valvonta-alueelle pääsyä valvotaan säteilysuojelullisista syistä.

Kaikki käytetyn polttoaineen ja kapseleiden käsittely tapahtuu aina valvonta-alueella. Bentoniittilohkojen asentaminen loppusijoitusreikään tapahtuu myös valvonta-alueella. Valvomattomalla alueella tehdään kapselointiprosessin valvonta, maanalaisten tilojen louhinta- ja rakennustyöt sekä tunnelien täyttötyöt.

Valvonta-alueen ilmastointi erotetaan valvomattoman alueen ilmastoinnista, jotta loppusijoituskapseleiden käsittely- ja asennusolosuhteet säilyisivät puhtaina. Poistoilman aktiivisuutta valvonta-alueella mitataan, vaikkakaan ilmaa ei normaalissa käyttötilanteessa suodateta. Radonaltistusta seurataan radonpitoisuuksia tarkkailemalla ja säätämällä ilmanvaihtomääriä kaikissa loppusijoitustiloissa.

Kulunvalvonta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa
Kulunvalvonnan tarkoituksena on olla selvillä siitä, keitä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa kullakin hetkellä työskentelee sekä kontrolloida kulkua sekä valvonta-alueelle että valvomattomalle alueelle. Kulunvalvonnassa sovelletaan nykyaikaisia tietokonepohjaisia valvontamenetelmiä. Asianmukainen kulunvalvonta on yritysturvallisuussyiden lisäksi myös henkilöturvallisuuskysymys, kun kyseessä ovat säteilyvalvottavat ja syvällä kallioperässä olevat tilat.

Valvonta-alueen ja valvomattoman alueen rajan ylitys maan alla on normaaliolosuhteissa kielletty. Hätätilanteessa, esimerkiksi tulipalotilanteessa, siirtyminen valvonta-alueelta valvomattomalle alueelle tai päinvastoin on kuitenkin sallittua.

Kunnonvalvonta
Kunnonvalvonnan tarkoituksena on valvoa käyttövaiheen aikana kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja sen järjestelmien kuntoa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kuntoa valvotaan mittauksin, määräaikaiskokein ja tarkastuksin. Loppusijoitustilan kuntoa valvotaan mittaamalla vuotovesimäärää, kallion jännityksiä ja siirtymiä loppusijoitustiloissa. Myös instrumentointijärjestelmän avulla kerätään ja käsitellään tietoa loppusijoitustilan kunnosta sekä valvotaan, että työturvallisuus säilyy hyvänä loppusijoitustilassa.

Säteilyturvakeskuksen suorittama valvonta
Säteilyturvakeskus valvoo ydinjätteen käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen turvallisuutta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen asianmukaisen suunnittelun varmistamiseksi viranomaiset ovat asettaneet ydinjätteen tuottajille raportointivelvoitteita.

Säteilyturvakeskus tarkastaa ydinjätteiden turvalliseen loppusijoittamiseen tähtäävät tutkimukset ja tekniset suunnitelmat muiden asiantuntijaorganisaatioiden avustamana ja antaa palautteen hankkeen toteuttajalle.

5.13 Sosiaaliset vaikutukset
Sosiaalisia vaikutuksia pyritään vähentämään minimoimalla loppusijoituksen jo lähtökohtaisesti vähäiset vaikutukset vesistöihin, virkistyskäyttöön ja maisemaan. Turvallisuuteen liittyvää epätietoisuutta pyritään vähentämään riittävällä tiedottamisella.

6 Ympäristöluvat

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos vaatii rakentamisen ja käyttötoiminnan aikana muun muassa rakennusluvat sekä luvan räjähteiden tilapäiseen varastointiin ja louheen varastointiin. Nämä luvat haetaan ennen kyseisen toiminnan aloittamista voimassa olevien kansallisten ja kunnallisten säädösten mukaisesti.

Liite 10 Pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellusta käyttöorganisaatiosta [YEA 32 §, kohta 8]

PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUSTA KÄYTTÖORGANISAATIOSTA

1 Yleistä

Tässä liitteessä kuvataan tämänhetkinen suunnitelma luvanhaltijan henkilöstöstä ja organisaatiosta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttövaiheessa.

Tavoitteena on määritellä henkilöstön vastuut ja valtuudet, tarvittava henkilöstöresurssien määrä sekä organisaatiorakenne siten, että

- vastuu ydinlaitoksen käytön turvallisuudesta, ydinmateriaalivalvonnasta sekä turva- ja valmiusjärjestelyistä on selkeä ja näihin tehtäviin on nimetty Säteilyturvakeskuksen hyväksymät vastuuhenkilöt ja varahenkilöt
- ydinturvallisuuden varmistaminen sekä laadunvalvonta ja tarkastustoiminnot tehdään varsinaisesta toiminnasta riippumattomasti ja yhtenäisellä tavalla.
- ydinlaitosten turvalliseen käyttöön sisältyvistä välittömistä käyttö- ja kunnossapitotehtävistä voidaan huolehtia niin normaalitilanteessa kuin hätä-, häiriö- ja onnettomuustilanteissa
- luvanhaltijalla on jatkuvasti käytettävissään riittävä osaaminen ja asiantuntemus loppusijoituksen turvallisuudesta huolehtimiseksi sekä turvallisuusanalyysien tekemiseseksi ja turvallisuuden arvioimiseksi
- luvanhaltijalla on jatkuvasti käytettävissään riittävä osaaminen ja asiantuntemus laitoskonfiguraation ylläpitämiseksi sekä riittävät resurssit siihen liittyvän vaatimustenhallinnan, muutossuunnittelun ja laitosdokumentaation ylläpitoon johtamisresurssit ovat osaavat ja riittävät toiminnan ja henkilöstöresurssien suunnitteluun, johtamiseen ja arviointiin
- toiminta on suunnitelmallista ja kustannustehokasta.

2 Lähtökohtia

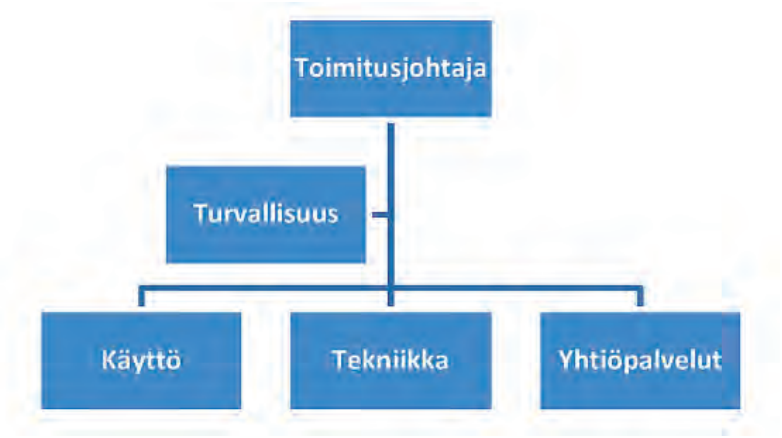
Käyttöorganisaation suunnittelu pohjautuu seuraaviin lähtökohtiin:

- Käytetyn polttoaineen siirto kapseliin, kapselin sulkeminen, koneistus, bentoniittipuskurin ja täyteaineen valmistaminen, kuljetus ja asennus hoidetaan luvanhaltijan henkilöstöllä
- Tietyissä käyttö- ja kunnossapitotoiminnoissa kuten kapselien siirroissa, säteilyvalvonnassa, kunnossapitotehtävissä ja laboratoriopalveluissa voidaan tukeutua Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) organisaation näihin tehtäviin koulutettuihin henkilöihin kuitenkin siten, että kokonaisvastuu toiminnoista säilyy Posiva Oy:llä (Posiva)
- Ulkopuolista työvoimaa voidaan käyttää mm. vartioinnissa, rakentamisessa ja louhinnassa sekä suunnittelu- ja asiantuntijatehtävissä
- Työtä tehdään pääsääntöisesti päivävuorossa
- Ydinlaitoksella on jatkuva valvonta
- Kapselointilaitoksessa ja loppusijoituslaitoksessa työskenneltäessä käytetään mahdollisuuksien mukaan työpareja tai -ryhmiä
- Käytetyn polttoaineen kuljetuksissa Loviisasta ja Olkiluodosta kapselointilaitokseen tukeudutaan omistajayhtiöiden henkilöstöön ja osaamiseen

- Tukipalveluissa kuten talous, henkilöstö, tietohallinto, viestintä, varastointi ja kuljetukset tukeudutaan TVO:n organisaatioon Olkiluodossa.
- Lisäksi asiantuntijapalveluissa voidaan tukeutua Posivan omistajien resursseihin ja osaamiseen.

3 Organisaatiorakenne ja henkilöstöresurssitarpeet

Suunniteltu organisaatiorakenne muodostuu kolmesta osastosta; yhtiöpalvelut, käyttö ja tekniikka sekä erillisestä turvallisuusyksiköstä.



Kuva 1. *Käyttöorganisaation suunniteltu organisaatiorakenne.*

Turvallisuusyksikön tehtäviin kuuluu huolehtia ydin- ja säteilyturvallisuuteen, polttoaineen siirtoihin ja kuljetuksiin liittyvistä luvitus ja viranomaisasioista, sekä käytännön yritysturvallisuuteen, ydinmateriaalivalvontaan, turva- ja valmiusjärjestelyihin, turvallisuuskulttuuriin, turvallisuusperustelun laatimiseen ja ylläpitoon, turvallisuusanalyyseihin, käyttöturvallisuuteen ja monitorointiohjelmiin liittyvistä asioista. Turvallisuusyksikön suunniteltu henkilöstöresurssitarve on noin 25–30 henkilöä.

Käyttöosasto vastaa käyttötoiminnasta kokonaisuudessaan. Käyttöosasto organisoidaan käytön suunnittelusta, kapseloinnista, loppusijoituksesta, rakentamisesta ja kunnossapidosta vastaaviin yksiköihin. Käytön suunnittelu huolehtii käyttötoiminnan kokonaissuunnittelusta, käyttökokemusten raportoinnista, käyttöohjeiden laatimisesta ja ylläpidosta sekä aikatauluhallinnasta. Kapselointi huolehtii kapseloinnin kokonaisvastuusta sisältäen komponenttien hankinnan ja kokoonpanon, polttoaineen käsittelyn ja kuivauksen, kapseloinnin ja kapselin hitsauksen. Kapselointi huolehtii myös käytännön säteilysuojelusta ja kemian toiminnoista. Loppusijoitus huolehtii loppusijoituksen kokonaisvastuusta sisältäen savikomponenttien valmistuksen, siirron ja asennuksen, kapselin siirron loppusijoitustilaan, kapselin asennuksen reikään sekä loppusijoitustunnelien täytön ja tunnelin tulppauksen. Kunnossapito huolehtii kunnossapidon kokonaisvastuusta sisältäen koneiden ja laitteiden sekä tilojen, rakennusten ja järjestelmien kunnossapidon, varastotoiminnot sekä monitoroinnin käytännön toteutuksen. Kukin yksikkö vastaa oman toimintansa laadunvalvonnasta ja työsuojelusta. Käyttöosaston suunniteltu henkilöstöresurssitarve on noin 30–40 henkilöä.

Tekniikkaosasto vastaa tutkimuksesta, vaatimustenhallinnasta, laadunhallinnasta ja laadunvarmistuksesta, laitoskonfiguraation hallinnasta, muutossuunnittelusta ja laitosdokumentaation hallinnasta sekä materiaalien toimintakyvyn varmistamisesta. Rakentaminen huolehtii rakentamisen kokonaisvastuusta sisältäen rakennuttamisen kalliorakentamisen ja muun rakentamisen osalta, loppusijoitustunnelien louhinnan, varustelun, reikien porauksen, kallioluokittelun ja kalliosuunnittelun. Järjestelmistä ja laitteista vastaavat tekniikanaloittain ja järjestelmittäin nimettävät vastuuhenkilöt. Tekniikkaosaston suunniteltu henkilöstöresurssitarve on noin 30–40 henkilöä.

Yhtiöpalvelut-osasto vastaa ydinjätehuollon velvoitteisiin liittyvästä raportoinnista, johtamisjärjestelmän ylläpidosta ja kehittämisestä, toiminnan suunnittelusta, riskienhallinnasta, ympäristöasioista, henkilöstö- ja työsuhdeasioista, osaamisen kehittämisestä ja koulutuksesta, taloushallinnosta, sopimuksista ja hankinnoista, tietohallinnosta ja dokumentoinnin tuesta, viestinnästä ja assistenttipalveluista. Yhtiöpalvelut-osaston suunniteltu henkilöstöresurssitarve on noin 20 henkilöä.

OE-13C

Liite 11 Selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi mukaan luettuina ydinlaitoksen purkaminen ja ydinjätteiden loppusijoitus sekä selvitys ydinjätehuollon aikatauluista ja arvioiduista kustannuksista [YEA 32 §, kohta 10]

SELVITYS HAKIJAN SUUNNITELMISTA JA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA MENETELMISTÄ YDINJÄTEHUOLLON JÄRJESTÄMISEKSI MUKAAN LUETTUINA YDINLAITOKSEN PURKAMINEN JA YDINJÄTTEIDEN LOPPUSIJOITUS SEKÄ SELVITYS YDINJÄTEHUOLLON AIKATAULUISTA JA ARVIOIDUISTA KUSTANNUKSISTA

1 Yleistä

Tässä liitteessä käsitellään käytetyn polttoaineen loppusijoitustoiminnan seurauksena syntyvien jätteiden huoltoa.

Posiva Oy:n (Posiva) laitoskokonaisuus koostuu kahdesta ydinlaitoksesta, jotka ovat kapselointilaitos ja loppusijoituslaitos. Kapselointilaitoksessa kapseloidaan käytetty ydinpolttoaine loppusijoituskapseleihin. Loppusijoituskapselit siirretään kapselointilaitoksesta loppusijoituslaitokseen, joka koostuu maanalaisista loppusijoitustiloista, näitä yhdistävistä keskustunneleista sekä muista maanalaisista ja maanpäällisistä apu- ja teknisistä tiloista.

Uusia radioaktiivisia aineita ei synny normaalista loppusijoituslaitoksen käytöstä, vaan kaikki laitoksella esiintyvä radioaktiivisuus on peräisin loppusijoitettavasta käytetystä polttoaineesta. Polttoaineperäisiä ydinjätteitä muodostuu vain kapselointilaitosta käytettäessä ja tällöinkin niiden määrä ja tilantarve on melko vähäinen. Muualla Posivan ydinlaitoksissa ei synny radioaktiivista jätettä.

Kapselointilaitoksella syntyvä matala- ja keskiaktiivinen jäte varaudutaan loppusijoittamaan maanalaiseen loppusijoitustilaan johtavan ajotunnelin varrelle rakennettavaan tilaan. Periaatteena on, että kapselointilaitoksessa syntyvät radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan sitä mukaa kun niitä syntyy. Koska vuosittaiset jätemäärät ovat hyvin pieniä, myös jätteiden välivarastointi on mahdollista.

Kapselointilaitoksen käytön päättyessä laitoksen järjestelmiin ja laitteisiin jää radioaktiivisia aineita kontaminoitumisen seurauksena. Laitoksen purkamisesta syntyvä radioaktiivinen käytöstäpoistojäte toimitetaan samaan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaan kuin käytönaikainen jäte.

2 Käytönaikaiset jätteet

Kapselointilaitoksen käytön aikana syntyvä aktiivinen jäte on peräisin käytetystä polttoaineesta vapautuvista radioaktiivisista aineista, joista pieni osa päätyy laitoksen huolto- ja puhdistustöiden yhteydessä käyttö- ja käytöstäpoistojätteisiin.

Kapselointilaitoksessa aktiivista jätettä syntyy lähinnä polttoaineen käsittelykammiossa, dekontaminointikeskuksessa ja kuljetussäiliön siirtokäytävässä, jos kuljetussäiliön pinta on kontaminoitunut ja siitä irtoaa kontaminaatiota. Käsittelykammiossa polttoaineesta peräisin olevat kiinteät jätteet (aktivoituneet korroosiotuotteet sekä mahdolliset polttoaineen kappaleet) kerätään talteen ja loppusijoitetaan yhdessä polttoaine-elementtien kanssa.

Matala-aktiivisia nestemäisiä jätteitä syntyy lähinnä käsittelykammion ja dekontaminointikeskuksen teräsvuorauksen sekä tarvittaessa esimerkiksi kuljetussäiliön pesuissa, polttoaineen kuivauksessa ja dekontaminointikeskuksessa käytettävistä liuoksista. Valvonta-alueen lattiaviemäröinnin keräämä vesi luokitellaan myös matala-aktiiviseksi jätteeksi, ellei mittauksilla voida osoittaa vettä puhtaaksi. Puhtaaksi todettu vesi voidaan johtaa laitosalueen viemäröintiin. Kaikki radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan kiinteässä muodossa. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan nestemäiset aktiiviset jätteet kuivataan tynnyreissä. Mikäli päädytään käyttämään suodatinhartseja, voidaan ne kiinteyttää esimerkiksi polymeeriin.

Käsittelykammiosta poistettavat, uusiin vaihdettavat laitteet ja koneet ovat matala- tai keskiaktiivista jätettä. Poistettavat laitteet dekontaminoidaan dekontaminointikeskuksessa ennen mahdollista korjausta aktiivisessa korjaamossa. Jos laitteita ei voida korjata, ne dekontaminoimaan ja vapautetaan valvonnasta, tai ne pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan. Valvotun alueen ja käsittelykammion ilmastoinnin suodattimet sekä imurointijärjestelmän suodattimet pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan.

Käytön aikana syntyvät radioaktiiviset orgaaniset jätteet (mm. suojavarusteet ja siivousvälineet) pakataan ja puristetaan pienempään tilavuuteen ennen loppusijoittamista.Joitakin kuparikapseleita saatetaan joutua hylkäämään, jos kannen hitsaussauma ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia. Silloin kapseli tyhjennetään polttoaineesta ja polttoaine siirretään toiseen kapseliin. Jos hylätyn kapselin sisäosaa ei saada puhdistettua aktiivisuudesta, se loppusijoitetaan kokonaisena. Kapselin kupari- ja teräskansi sekä kuparivaippa irrotetaan sisäosan ympäriltä ja materiaalit toimitetaan kierrätykseen, mikäli niissä ei havaita aktiivisuutta.

3 Käytöstäpoistojätteet

Kapselointilaitoksen käytöstäpoistojäte koostuu mm. prosessien laitteista ja suodattimista, nestemäisistä jätteistä, huoltojätteestä sekä polttoaineen kuljetussäiliöiden sisäkoreista.

Käytöstäpoiston periaatteena on, että puhtaiksi luokiteltuja järjestelmiä ja rakenteita ei loppusijoiteta. Dekontaminoinnilla pyritään vähentämään käytöstäpoistettavan jätteen tilavuutta ja helpotetaan purkutöitä.

Kapselointilaitoksen käytöstäpoistossa purettava materiaali koostuu pääasiassa laitoksen prosessilaitteista. Prosessien komponentit puretaan ja pakataan mahdollisuuksien mukaan kokonaisina, mutta kontaminoituneet putkistot paloitellaan. Komponentit ja putkiston osat pakataan tynnyreihin tai metallilaatikoihin. Huoltojäte pakataan tynnyreihin ja puristetaan pienempään tilavuuteen jäteprässillä. Kuljetussäiliöiden sisäkorit loppusijoitetaan kokonaisina. Käytöstäpoiston aikana syntyvät nestemäiset aktiiviset jätteet käsitellään kuivaamalla tynnyreissä, joissa ne myös loppusijoitetaan.

Osa käytöstäpoistojätteestä tulee todennäköisesti olemaan aktiivisuustasoltaan niin alhaista, että valtioneuvoston asetuksen (VNA 736/2008) mukainen maaperäloppusijoittaminen voi olla mahdollista.

4 Jätemäärät

Arvio kapselointilaitoksessa syntyvistä käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden määristä on esitetty taulukossa 1. Määriin sisältyvät kiinteät ja nestemäiset jätteet käsiteltyinä ja pakattuina. Nestemäisiä jätteitä arvioidaan syntyvän kapselointilaitoksen käytön aikana noin 1 600 m^3 ja käytöstäpoiston aikana noin 100 m^3. Kuivattuna ja pakattuna nestemäisten jätteiden määrä on yhteensä noin 16 m^3.

Taulukko 1. *Matala- ja keskiaktiiviseen loppusijoitustilaan sijoitettavien käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden määrät, joissa huomioituna kiinteät ja kiinteytetyt jätteet.*

Kapselointilaitos	**m^3**
Käyttöjäte	1 270
Käytöstäpoistojäte	230
Yhteensä	**1 500**

5 Jätteiden aktiivisuus

Kapselointilaitoksen käytön aikana syntyvän jätteen aktiivisuus on peräisin käytetystä polttoaineesta vapautuvista radioaktiivisista aineista. Suurin osa radioaktiivisista aineista päätyy käytön aikaiseen jätteeseen, mutta pieni osa voi päätyä kontaminoituneiden rakenteiden kautta myös käytöstäpoistojätteeseen. Pieni osa polttoaine-elementeistä on menettänyt tiiveytensä jo voimalaitoksella ja pienen osan oletetaan vaurioituvan kapseloinnin aikana. Kapseloinnin aikana vaurioituvan polttoaineen määrää on arvioitu niiden kokemusten pohjalta, joita voimalaitoksella on saatu polttoaineen siirroista.

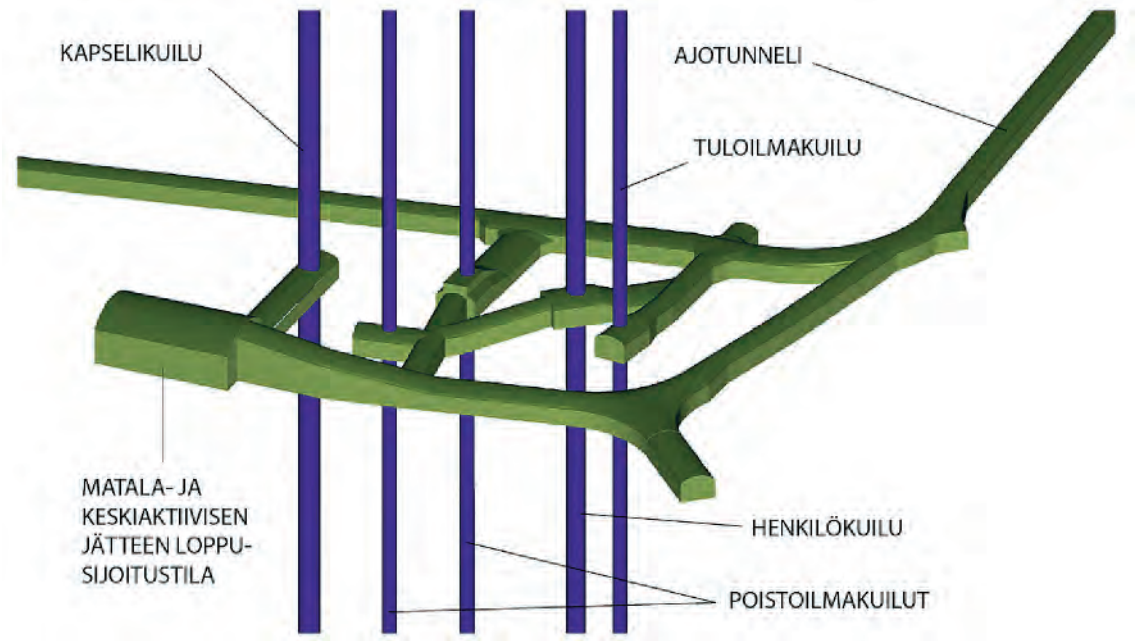
Alustava arvio kapselointilaitoksella syntyvistä jätteistä perustuu oletukseen, että käyttöhäiriöiden seurauksena vaurioituu enintään noin 40 polttoainesauvaa. Sauvojen vaurioituessa kaasuraoista vapautuvan ja siten jätteeseen kertyvän kokonaisaktiivisuuden on arvioitu olevan enintään luokkaa 4 600 GBq, josta valtaosan muodostavat nuklidit Cs-137, Sr-90 ja Ni-63. Pitkäikäisten nuklidien kokonaisaktiivisuus vastaavasti arvioituna on noin 20 GBq. Muita nuklideja ei oleteta merkittävässä määrin päätyvän jätteeseen. Arvioihin sisältyvät Olkiluoto 1–4:n ja Loviisa 1–2:n polttoaineet.

6 Loppusijoitustila

Matala- ja keskiaktiivisen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustila on alustavasti suunniteltu rakennettavaksi ONKALOn ajotunnelin varrelle. Tila on esitetty kuvassa 1.

Loppusijoitustilan tilavuutta arvioitaessa pyritään mahdollisimman optimaaliseen pakkausten sijoitteluun. Kuitenkin täytyy huomioida että pakkauksia ei voida pinota päällekkäin rajattomasti ja pakkausten käsittelyyn on varattava riittävästi tilaa. Tilasuunnittelussa on rajattu pakkausten pinoamiskorkeus 8 metriin. Lisäksi yläpuolelle jätetään tyhjää

tilaa mahdollista nosturia varten. Pakkausten sijoittelussa käytetään karkeaa tilavarauskerrointa 2,5, mikä tarkoittaa 1 500 m^3:n jätemäärälle noin 3 750 m^3 tilavarausta. Alustavan suunnitelman mukaan matala- ja keskiaktiivisen jätteen tila on maksimissaan noin 26 m pitkä ja 18 m leveä halli, jonka holvikaaren muotoinen katto on korkeimmalta kohdalta noin 12 m. Tällöin hallin kokonaistilavuus on 5 600 m^3 ja jätteille käytettävissä oleva tila (korkeus 8 m) on 3 744 m^3. Halliin rakennetaan kiinteytetyille nestemäisille jätteille erillinen tila betonista, jonka koko on noin 5 m x 5 m x 6 m. Kyseiseen betonikuutioon pakattujen tynnyreiden väliin jäävä tyhjä tila täytetään betonilla. Loppusijoituksen päätyttyä käyttö- ja käytöstäpoistojätteen tila täytetään esimerkiksi soralla ja tunnelin suuaukko suljetaan betonitulpalla.



Kuva 1. *Matala- ja keskiaktiivisten käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoitustila syvyydellä -180 m.*

7 Aikataulu

Käytetyn polttoaineen loppusijoitustoiminnan on tarkoitus alkaa noin vuonna 2020. Loppusijoituksen suunnittelussa lähtökohtana pidetään Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden suunniteltuna käyttöikänä 50 vuotta ja Olkiluodon laitosyksiköiden suunniteltuna käyttöikänä puolestaan 60 vuotta. Näin ollen Loviisan laitosyksiköiden käyttö loppuisi noin vuonna 2030 ja Okiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköiden käyttö loppuisi noin vuonna 2040, Olkiluoto 3 -laitosyksikön käyttö noin vuonna 2070 ja Olkiluoto 4 -laitosyksikön noin vuonna 2080. Loppusijoituksen on laskettu jatkuvan noin vuoteen 2120 saakka. Sen jälkeen kapselointilaitos puretaan ja loppusijoituslaitos suljetaan seuraavan noin kuuden vuoden aikana. Kapselointilaitoksen käytöstäpoisto vaatii aluksi noin vuoden valmisteluvaiheen, jona aikana selvitetään lopulliset kapselointilaitoksen eri prosessien aktiivisuustasot ja toteutetaan purettavien järjestelmien dekontaminointi. Sitä seuraavana kahtena vuotena kapselointilaitoksen aktiiviset osat puretaan, pakataan ja viedään loppusijoitustilaan. Loppusijoitustilojen ja maanpintayhteyksien sulkeminen vaati tämän jälkeen vielä kolmisen vuotta.

8 Kustannukset

Kapselointilaitoksen jätehuoltoon tarvittavat varat on otettu huomioon ydinjätehuoltorahastoinnissa. Loppusijoituslaitoksen jätehuoltoon ei liity muuta rahoitustarvetta.

Tämän hetkisen arvion mukaan kapselointilaitoksen käytöstäpoiston kustannukset ovat noin 12 miljoonaa euroa (sis. 20 % epävarmuuslisän).

Liite 12 Selvitys ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä [YEA 32 §, kohta 11]

SELVITYS YDINLAITOSHANKKEEN LIIKETALOUDELLISESTA KANNATTAVUUDESTA JA SEN MUISTA TALOUDELLISISTA EDELLYTYKSISTÄ

Hakijan, Posiva Oy:n (Posiva), taloudellisista toimintaedellytyksistä huolehtivat sen omistajat, Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum). Omistajat perustivat Posivan vuonna 1995 hoitamaan yhtiöiden Suomessa olevien ydinvoimalaitosyksikköjen, siinä vaiheessa Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n sekä Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen. Posiva aloitti toimintansa 1.1.1996. Perustamishetkellä omistajat siirsivät Posivalle ydinjätteen loppusijoittamiseen liittyviä resursseja ja osaamista. Posivan perustaminen ja toiminnan aloittaminen eivät muuttaneet TVO:lla ja Fortumilla olevia ydinenergialain mukaisia vastuita. TVO on edelleen jätehuoltovelvollinen Olkiluodon voimalaitoksen käytetystä ydinpolttoaineesta ja vastaa sen kustannuksista ja vastaavasti Fortum on edelleen jätehuoltovelvollinen Loviisan voimalaitoksen käytetystä ydinpolttoaineesta ja vastaa sen kustannuksista. Posivasta tulee käyttöluvanhaltijana jätehuoltovelvollinen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden osalta. Varautuminen näiden velvoitteiden hoitamiseen sisältyy tällä hetkellä TVO:n ja Fortumin ydinjätehuollon vastuumääriin.

Vuonna 1995 solmitun sopimuksen mukaisesti Posivan päätoimialan tehtäviin kuuluu omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen hoitaminen mukaan lukien tutkimukset, kapselointi- ja loppusijoituslaitosten rakentaminen, käyttö ja käytöstäpoisto, loppusijoitustilojen sulkeminen sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset voimalaitoksilla olevista välivarastoista loppusijoituspaikalle. Sopimuksen mukaisesti Posiva perii tehtäviensä suorittamisen aiheuttamat kustannukset omistajiltaan eikä näin ollen tuota voittoa eikä tappiota.

Vuosina 2000 ja 2003 solmituilla sopimuksilla täydennettiin vuonna 1995 solmittua sopimusta siten, että Posivan tehtäviin kuuluu myös Olkiluoto 3 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ja että Posiva sisällyttää senkin kustannukset omistajilta perimiinsä kustannuksiin. Täydennysten yhteydessä sovittiin myös periaatteesta, että jatkossa on sopimuksia tarkoitus täydentää vastaavasti, mikäli TVO ja/tai Fortum aikovat rakentaa uusia ydinvoimalaitosyksiköitä Suomeen.

Posivan omistajat, TVO ja Fortum, huolehtivat ydinenergialain mukaisina jätehuoltovelvollisina myös käytetyn ydinpolttoaineensa tulevista kustannuksista. Tähän liittyen TVO ja Fortum maksavat osana ydinenergialain mukaista varautumista ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon ja toimittavat valtiolle lain edellyttämiä vakuuksia.

Ydinenergialain mukaisen varautumisjärjestelmän kehittämisen yhteydessä luotiin Suomeen käytäntö, jonka mukaan ydinjätehuoltovelvollisella on oikeus vähentää ydinjätehuoltoa varten hankkimansa käyttöomaisuuden hankintamenot kertapoistona hankintavuonna. Verotuksen osalta tämä vahvistettiin elinkeinoverolaissa (45 § 2). Posivan perustamisen yhteydessä hankitun keskusverolautakunnan ennakkotietopäätöksen (nro 171/1995, 8.6.1995) mukaan myös Posivalla on oikeus vastaavaan menettelyyn suorittaessaan ydinjätehuoltovelvollisten omistajiensa ydinjätehuoltovelvollisuuteen kuuluvia tehtäviä. Tätä kertapoistomenettelyä Posiva on noudattanut koko toimintansa ajan. Näin ollen Posivalla ei ole taseessaan aktivoituja ydinjätehuoltoinvestointeja, joita omistajat joutuisivat jälkikäteen maksamaan.

Ydinenergialain mukainen varautumisjärjestelmä vahvistaa osaltaan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen taloudellisia toimintaedellytyksiä siten, että omistajat huolehtivat jo tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kaikista kustannuksista maksamalla jätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon tai antamalla tarvittaessa turvaavat vakuudet valtiolle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kustannusarviot tarkistetaan kolmen vuoden välein. Arvioiden perusteella määräytyvät vuosittaiset vastuumäärät, rahastotavoitteet sekä mahdollisten vakuuksien tarve. Arviot hyväksytään vuosittain työ- ja elinkeinoministeriön tehdessä tarvittavat päätökset.

Ydinenergialain mukaisesti rahastoitavaa määrää vähentää muun muassa se, että Posiva tekee vuosittain jätehuoltotoimenpiteitä ja laskuttaa omistajia niistä, jolloin jäljellä olevat tulevat kustannukset vähenevät. Rahastoon maksettavia maksuja alentaa myös rahaston varoille tuleva tuotto. Toisaalta vuosittain sähköntuotannossa syntyy lisää käytettyä polttoainetta, joka nostaa rahastointitarvetta. Rahastointitarvetta nostaa myös kustannustason nousu. Käytännössä rahastointitarve on jatkuvasti kasvanut ja kasvaa edelleenkin.

Huhtikuussa 2012 TVO:n rahasto-osuus valtion ydinjätehuoltorahastossa oli 1 179,1 ja Fortumin 940,6 miljoonaa euroa. Nämä osuudet sisältävät muutkin ydinjätehuollon kustannukset kuin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen.

Posivan osakepääoma on 1,682 miljoonaa euroa, jota omistajat ovat varautuneet lisäämään rahoitustarpeen mukaan. Posivan liikevaihto vuonna 2011 oli 68,6 miljoonaa euroa. Tästä varsinaisen käytetyn polttoaineen loppusijoitustoiminnan osuus oli 68,5 miljoonaa euroa ja tämä liikevaihto kertyi Posivan laskuttaessa omistajiaan TVO:ta ja Fortumia. Liikevaihto on kehittynyt nykyiselle tasolleen toiminnan alun noin 10 miljoonasta eurosta vuonna 2001 saadun loppusijoituslaitoksen periaatepäätöksen jälkeen pääosin maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, rakentamisen myötä. Liikevaihto nousee jonkin verran nykyisestä noin 70 milj. € kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikana ja laskee sen jälkeen nykyistä alemmalle tasolle noin 40–50 milj. €.

Yhteenvetona edellä esitetystä voidaan todeta, että Posivalla on riittävät taloudelliset toimintaedellytykset kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiselle.

Liite 13 Ydinlaitoshankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma [YEA 32 §, kohta 12]

YDINLAITOSHANKKEEN KUSTANNUSARVIO JA RAHOITUSSUUNNITELMA

Posiva Oy:n toimintaedellytykset määräytyvät Posivan ja sen omistajien välisistä sopimuksin määritellyistä suhteista. Omistajat ovat ydinenergialain mukaan vastuussa laitosyksiköittensä käytetystä ydinpolttoaineesta ja mm. sen loppusijoituksen kustannuksista. Posiva toteuttaa loppusijoituksen ja veloittaa kustannukset omistajilta.

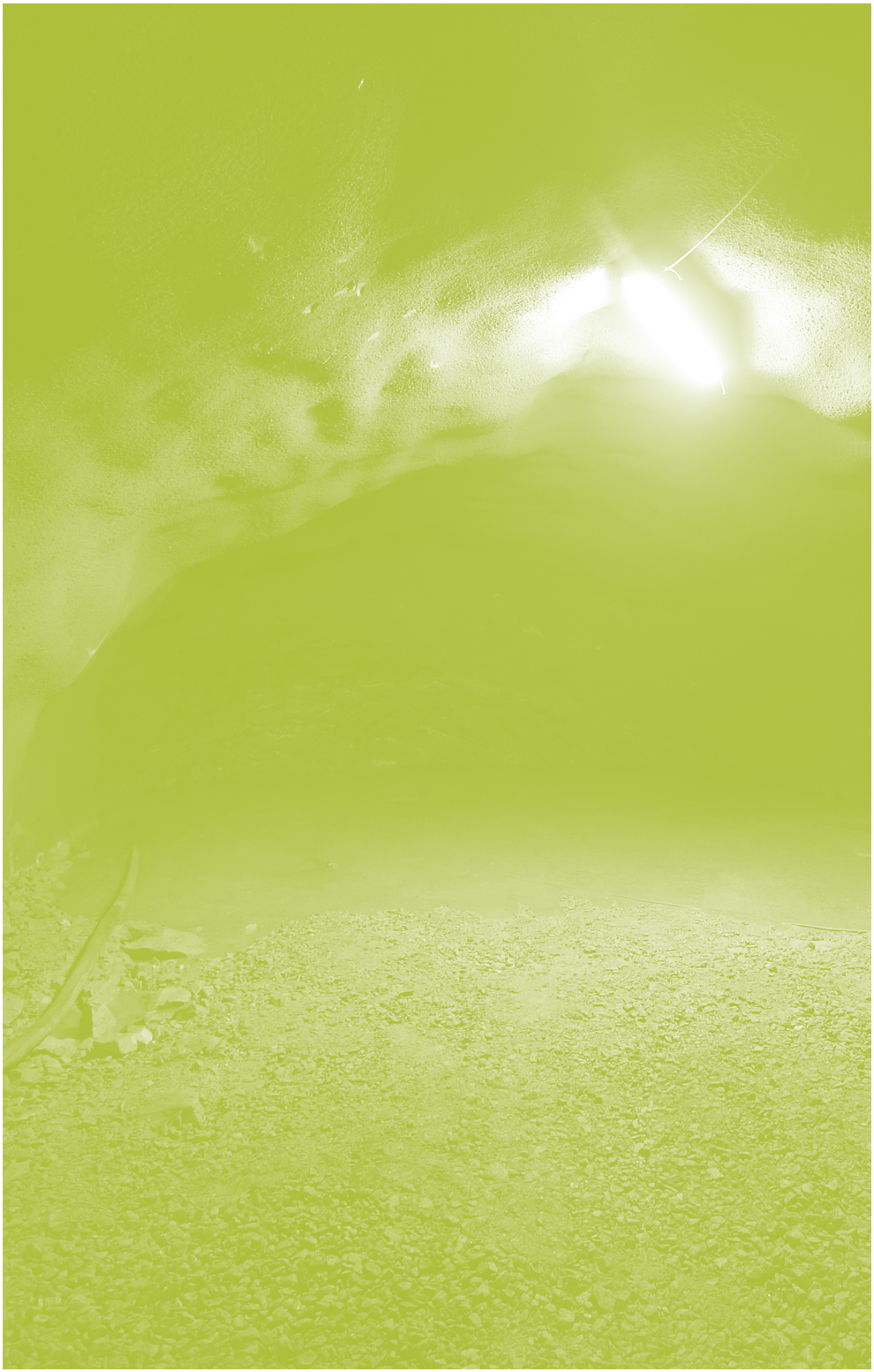
Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kustannusarvio pohjautuu TKS-suunnitelmaan vuodelta 2009, laitoskuvaukseen vuodelta 2009 ja niiden pohjalta vuonna 2010 laadittuun kustannusarvioon. Kustannusarvion pohjana ovat laitosyksiköiden Loviisa 1, Loviisa 2, Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 ja Olkiluoto 3 koko käyttöikinään tuottama, määrältään mahdollisimman tarkkaan arvioitu käytetty ydinpolttoaine, yhteensä 5 550 tonnia uraania (tU). Kustannusarvio on laadittu vuoden 2009 hintatasossa. Arvion mukaan loppusijoitus maksaa yhteensä 3 305 miljoonaa euroa. Tästä ONKALOn ja kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen osuus on 700 miljoonaa euroa. Käyttö, mukaan lukien kapselointi ja kapselimateriaalit sekä loppusijoitusreikien ja -tunnelien täyttö materiaaleineen, 2 405 miljoonaa euroa ja loppusijoitustilojen sulkeminen 200 miljoonaa euroa. Kustannuksia on lisäksi aiheutunut ja aiheutuu toteutusta edeltävästä tutkimustyöstä, hallinnosta, veroista ja viranomaisvalvonnasta. Kustannukset ajoittuvat yli sadan vuoden ajalle, aina lähes vuoteen 2120 saakka.

Edellä esitetyn kustannusarvion perusteella tämän hakemuksen kohteena olevan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen kustannuksiksi on koko 9 000 tU suuruiselle loppusijoitettavalle uraanimäärälle arvioitu 890 miljoonaa euroa.

Ensimmäisessä rakentamisvaiheessa ennen loppusijoitustoiminnan alkua rakennettavan osuuden kustannukseksi on ilman ONKALOa arvioitu noin 180 miljoonaa euroa. Tämän rakennusvaiheen kustannukset sisältyvät jo kokonaan ydinjätehuoltorahastossa oleviin varoihin.

Posivan taloudellisia toimintaedellytyksiä on käsitelty rakentamislupahakemuksen liitteessä 12. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen kustannusten rahoitukseen sovelletaan samaa yleisperiaatetta, jota on käytetty tähän saakka TKS-työn ja ONKALOn rakentamisen rahoitukseen eli Posiva perii tehtäviensä suorittamisen aiheuttamat kustannukset omistajiltaan tehtyjen sopimusten mukaisesti.

Yhteenvetona on todettavissa, että Posivan osalta käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen rahoitus järjestetään noudattaen samaa käytäntöä, jota on sovellettu yhtiön toiminnan alusta saakka. Posiva veloittaa toteutuneet kustannukset laskuttamalla ne omistajiltaan sitä mukaan, kun kustannuksia syntyy.

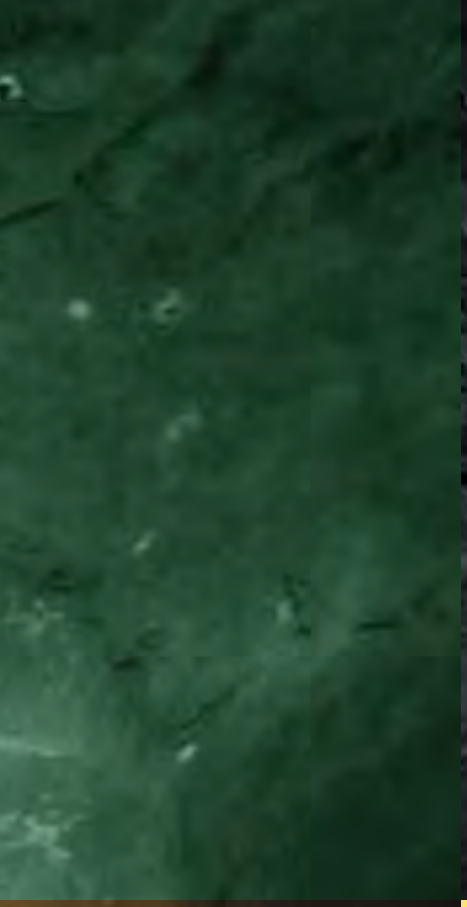


Liite 14 Hakijan tilinpäätösasiakirjat viimeisten viiden vuoden ajalta [YEA 32 §, kohta 13]

VUOSIKERTOMUS

2011

POSIVA



Sisällys

Posiva ja ydinjätehuolto 4
Toimitusjohtajan katsaus 6
Hallituksen toimintakertomus 8
Tilinpäätös 22

Posiva ja ydinjätehuolto

Ydinjätteen tuottaja on ydinenergialain mukaisesti vastuussa kaikista ydinjätehuoltotoimenpiteistä ja niiden kustannuksista. Ydinjätehuoltovelvolliset Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum) huolehtivat itse omien voimalaitosjätteidensä varastoinnista, käsittelystä ja loppusijoituksesta voimalaitospaikoillaan. Kummallakin laitospaikalla on käytössä loppusijoituslaitos, johon sijoitetaan käytön aikana syntyvä jäte. Samojen laitosten yhteyteen on tarkoitus loppusijoittaa aikanaan voimalaitosten käytöstäpoiston yhteydessä syntyvä jäte. Ydinjätehuoltovelvolliset huolehtivat laitospaikoillaan myös ydinpolttoaineen välivarastoinnista.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin jälkeisiä toimenpiteitä varten TVO ja Fortum perustivat vuonna 1995 Posiva Oy:n, jonka tehtävänä on huolehtia omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta. Ydinjätehuollon vastuut säilyivät ennallaan Posivan perustamisen jälkeen. TVO ja Fortum vastaavat edelleen tuottamastaan käytetystä ydinpolttoaineesta. Posivan tehtävänä on ensivaiheessa huolehtia loppusijoitukseen tähtäävästä tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä sekä myöhemmin loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä aina loppusijoituslaitoksen sulkemiseen asti. Posivan tehtävänä on myös huolehtia hoitamiensa tehtävien viranomaisyhteyksistä sekä hankkia toiminnalleen sekä rakentamilleen ja käyttämilleen laitoksille tarvittavat luvat.

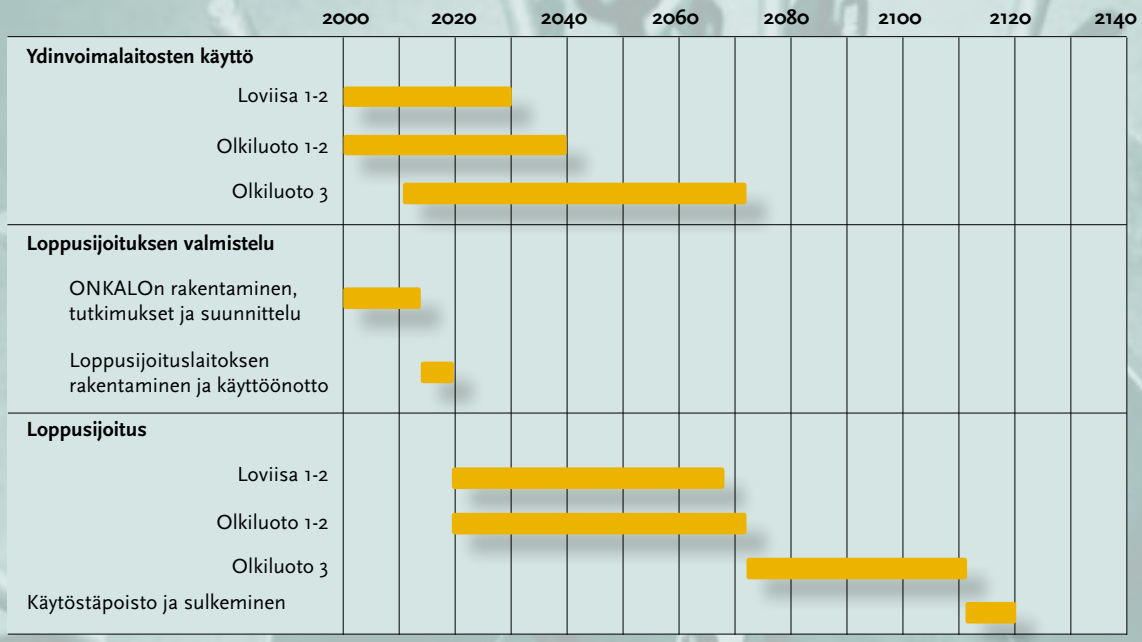
Eduskunnan vuonna 2001 vahvistaman periaatepäätöksen mukaan TVO:n ja Fortumin nykyisistä neljästä laitosyksiköstä kertyvä käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Eurajoen Olkiluotoon. Lisäksi vuonna 2002 tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös rakenteilla olevan OL3-laitosyksikön käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne.

Vuonna 2010 eduskunta vahvisti valtioneuvoston tekemän periaatepäätöksen Olkiluoto 4 -laitosyksikön (OL4) rakentamisesta Eurajoen Olkiluotoon. Samassa yhteydessä tehtiin periaatepäätös loppusijoituslaitoksen laajentamisesta käsittämään OL4-laitosyksikön käytetty ydinpolttoaine 2500 uraanitonnin osalta. Näin ollen eduskunnan vahvistamien periaatepäätösten osalta Olkiluotoon voidaan loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta enintään 9000 uraanitonnia.

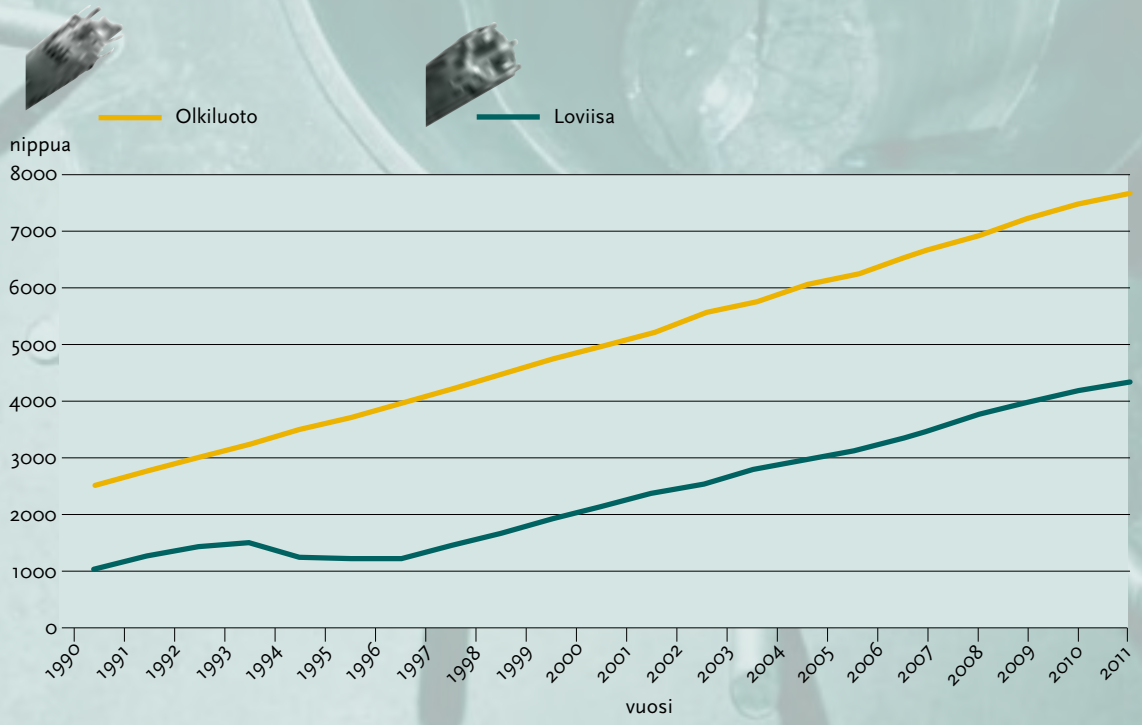
Posiva varautuu loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiseen valtioneuvostolle vuonna 2012, jolloin loppusijoitus on mahdollista aloittaa valtiovallan asettamassa aikataulussa noin vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti TVO:n ja Fortumin laitospaikoilla. Vuoden 2011 lopussa käytettyä ydinpolttoainetta oli välivarastoituna Olkiluodon ydinvoimalaitoksella 1330 uraanitonnia ja Loviisan laitoksella 522 uraanitonnia.

Ydinjätehuollon organisointi

Loppusijoituksen kokonaisaikataulu



Käytetyn polttoaineen määrä



Toimitusjohtajan katsaus

Kuluneena vuotena Posivan toiminta on edennyt hyvin suunnitelmien ja aikataulujen mukaisesti.

Posivan 16. toimintavuosi on ollut valmistautumista rakentamislupahakemuksen jättämiseen vuoden 2012 aikana. Posiva tulee esittämään lupahakemuksessaan selvitykset ja suunnitelmat, joiden perusteella loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että loppusijoituksen aloittaminen on mahdollista Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) vuonna 2003 tekemän päätöksen mukaisesti noin vuonna 2020. Hakemuksen keskeinen ja haastavin asia on pitkäaikaisturvallisuuden osoittaminen. Osana sitä ovat Olkiluodossa meneillään olevat monipuoliset tutkimukset, joilla varmennetaan Olkiluodon kallioperän sopivuus loppusijoitukseen. ONKALOssa on käynnistynyt demonstraatiohanke, jonka tarkoituksena on osoittaa käytännössä, miten Olkiluodon kalliosta voidaan osoittaa loppusijoitusrei´ille sopivia paikkoja. Lupahakemuksen turvallisuusarviointien ja -analyysien tärkeydestä johtuen sekä Posiva että turvallisuusviranomainen STUK käyttävät laajasti maailmalla saatavilla olevaa alan erityisosaamista.

Lupahakemuksessa kuvataan miten loppusijoitus toteutetaan, mitä järjestelmiä ja millaisia laitteita tarvitaan sekä miten laitoshanke toteutetaan. Kapselointilaitoksen ja loppusijoitustilojen suunnittelu näiden kuvaamiseksi on edennyt suunnitellusti. Ensimmäinen loppusijoitukseen liittyvä rakennus – ilmastointirakennus – valmistui raportointivuonna. Sen järjestelmien avulla huolehditaan aikanaan myös loppusijoitustunnelien ilmastoinnista. Ensimmäinen loppusijoitustoimintaan liittyvä laite, kapseleiden sijoitusreikien porakoneen prototyyppi, toimitettiin Posivalle vuoden 2011 aikana. Muidenkin tulevaisuudessa tarvittavien koneiden sekä kapselointilaitoksen ja sen laitteiden yksityiskohtainen suunnittelu on käynnistynyt.

Tutkimustunneli ONKALOssa ollaan siirtymässä suunnittelusta ja louhinnasta loppusijoituksen demonstraatiovaiheeseen. ONKALOn yhteyteen on jo saatu valmiiksi yksi loppusijoitustunnelin mittojen mukainen tunneli. Sen tekemisessä on testattu loppusijoitustunnelien louhintatekniikkaa ja valmiissa tunnelissa sijoitusreiän poraamista uudella porakoneella. Yli 4 kilometriä pitkän ajotunnelin louhinnan valmistuttua töitä on jatkettu teknisten tilojen ja aputilojen louhinnalla sekä ilmastointikuilujen nousuporauksella. Jäljellä olevat louhinta- ja poraustyöt valmistuvat vuoden 2012 alkupuoliskolla.

Vaikka työt ONKALOssa etenivät hyvin suunnitelmien mukaan, tapahtui ONKALOssa alkuvuodesta kuitenkin ikävä työtapaturma. Yksi urakoitsijan kokenut kalliorakentamisen ammattilainen sai surmansa työtapaturmassa, jossa hän jäi putoavan kivilohkareen alle ollessaan rusnaamassa eli irrottamassa irtokiviä tunnelin katosta. Vaikka työssä käytetyt työmenetelmät olivat yleisesti kalliorakentamisessa käytettyjä, on työmenetelmiä kehitetty edelleen turvallisempaan suuntaan.

Suomi ja Posiva ovat toiminnallaan osoittaneet mallia sille, miten loppusijoituksen valmistelussa ja toteutuksessa tulisi edetä EU:ssa. EU julkaisi heinäkuussa uuden, ydinjätteiden huoltoa koskevan direktiivin, joka luo kehyksen kaikille EU:n jäsenvaltioille ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden vastuullista ja turvallista huoltoa varten. Jäsenvaltioiden on saatettava direktiivin noudattamisen edellyttämät lait, asetukset ja määräykset voimaan 23.8.2013 mennessä. Suomen lainsäädäntö ja Posivan loppusijoitustoiminta täyttävät jo nykyisellään kaikki direktiivin vaatimukset. Uusi direktiivi tulee toivon mukaan vaikuttamaan positiivisesti loppusijoitusprojektien aktivoitumiseen ainakin EU-maissa ja ehkäpä myös muissa maissa. Tämä luo mahdollisuuksia Posivan henkilökunnan osaamisen hyödyntämiseen uusissa projekteissa.

Posivassa uskotaan, että rakentamislupa on mahdollista saada vuoden 2014 aikana, jolloin kapselointilaitoksen rakentamiseen liittyvät louhintatyöt voidaan aloittaa. Jotta valmius rakentamisen aloittamiseen olisi tuolloin, tulee kaikkien rakennuspiirustusten sekä laitteiden ja järjestelmien hankinta- ja valmistussuunnitelmien olla myös valmiina sekä tarvittavat viranomaispäätökset hankittuina. Rakentamislupahakemuksen jättämisen jälkeen tämän valmiuden saavuttaminen onkin seuraavana työlistalla.

Posivan yhteistyökumppani ruotsalainen SKB, jonka kanssa Posiva jatkoi yhteistyösopimusta kolmella vuodella, jätti lupahakemuksensa viime maaliskuussa. Sen käsittely on alkanut, mutta johtuen luvitusmenettelyjen eroista Suomessa ja Ruotsissa, hakemuksen käsittely kestää Ruotsissa todennäköisesti pidempään kuin Suomessa. Meidän posivalaisten tuleekin valmistautua viemään hankettamme eteenpäin ensimmäisenä luvanhaltijana. Siinä meillä on haastetta tuleville vuosille.

Reijo Sundell
toimitusjohtaja
Posiva Oy

Hallituksen toimintakertomus 2011

Keskeiset tapahtumat

Luvitusprosessi on edennyt suunnitellusti

Posivan toiminta tähtää siihen, että rakentamislupahakemus jätetään vuoden 2012 aikana. Vuonna 2011 jatkettiin hakemuksen tueksi tarvittavia tutkimuksia ja analyysejä niin, että tulokset ja niitä kuvaavat raportit ovat oikea-aikaisesti käytettävissä. Vuonna 2011 käytiin järjestelmällisesti läpi Säteilyturvakeskukselta ja muilta viranomaisilta vuoden 2009 esiluvitusaineistosta saatu palaute sekä käynnistettiin tarvittavat toimet sen huomioimiseksi hakemusta laadittaessa. Vuoden 2011 lopulla oli koko hakemusaineiston valmistelu organisoitu ja pääosasta aineistoa olivat pitkällä olevat luonnokset valmiina. Keskeneräisen järjestelmäsuunnittelun tehtävät on vastuutettu ja aikataulutettu vuodelle 2012. Hakemusaineiston valmiusaste on riittävän pitkällä vuoden 2012 aikataulutavoitetta silmälläpitäen.

Kapselireiän poraustestit aloitettiin loppusijoitussyvyydellä

Lajissaan ensimmäinen täyden mittakaavan loppusijoitustekniikan testi aloitettiin ONKALOssa. Posivan tilaama kapselireikien porauslaite valmistui ja luovutettiin Posivalle. Ensimmäisen koereiän poraus aloitettiin loppusijoitussyvyydelle (-420 m) louhitussa demonstraatiotunnelissa vuoden lopulla.

Posiva ja SKB jatkoivat yhteistyösopimusta

Posiva ja Ruotsin ydinjätteen huoltoyhtiö SKB allekirjoittivat syyskuussa kolmivuotisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimus- ja kehitystyötä koskevan yhteistyösopimuksen vuosiksi 2012 – 2014. Vuodesta 2001 alkaneen projektiyhteistyön avulla yhtiöt voivat tehokkaasti hyödyntää resursseja kapselointi- ja loppusijoitustekniikassa ja edetä kohti loppusijoituslaitoksen rakentamista.

ONKALOn ilmanvaihtorakennus valmistui

Vuonna 2010 aloitettu ilmanvaihtorakennuksen urakka valmistui ja rakennus luovutettiin Posivalle toimintavuoden lopulla. Noin 20 metriä korkeasta rakennuksesta tullaan tulevaisuudessa hoitamaan ONKALOn ilmanvaihto keskitetysti. Rakennuksen ilmastointijärjestelmien kapasiteetti riittää jatkossa myös tulevien loppusijoitustilojen tarpeisiin.

Posivan toimintajärjestelmälle myönnettiin OHSAS 18001 -sertifikaatti

Posivan toimintajärjestelmän tarkoituksena on varmistaa toiminnan laadukkuus kaikissa toiminnan vaiheissa. Järjestelmän sertifioinnilla Posiva osoittaa sitoutumisensa henkilöstönsä turvallisuudesta huolehtimiseen ja sen jatkuvaan kehittämiseen. OHSAS 18001 on kansainvälinen standardi, joka sisältää vaatimukset työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmälle.

ONKALOn ilmanvaihto tullaan tulevaisuudessa hoitamaan keskitetysti uuden ilmanvaihtorakennuksen kautta.

Porakone "Sannalla" tehdään täyden mittakaavan kapselireikiä loppusijoitustekniikan testaamiseksi.

Tutkimukset

Olkiluodon varmentavat paikkatutkimukset ovat loppusuoralla. Vuoden alkupuolella ONKALOssa käynnistyi demonstraatiohanke, joka on viimeinen vaihe käytetyn polttoaineen loppusijoituspaikan valintaohjelmaa, jonka Teollisuuden Voima Oyj käynnisti jo 1980-luvun alkupuolella ja johon Imatran Voima Oy, sittemmin Fortum Power and Heat Oy, liittyi 1990-luvun puolivälissä. Kuten ohjelmaa suunniteltaessa kolmisenkymmentä vuotta sitten kaavailtiin, paikan soveltuvuus varmistetaan lopulta maanalaisin tutkimuksin. Niiden kohteena ovat erityisesti ne sijoituspaikan kallion ominaisuudet, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa loppusijoituksen pitkäaikaiseen turvallisuuteen. Maanalaiset tutkimukset käynnistyivät kartoituksin ja näytteenotoin yhtä aikaa ONKALOn louhinnan kanssa vuonna 2004, mutta nyt käynnissä olevan hankkeen avulla kallion soveltuvuutta tarkastellaan yksityiskohtaisen, pitkäaikaisturvallisuuden pohjalta kehitetyn kallioluokittelun avulla ja tavoitteena on osoittaa, miten yksittäisten loppusijoitustunnelien ja -reikien paikat käytännössä voidaan valita. Testattavaa menettelyä on tarkoitus soveltaa aikanaan varsinaiseen loppusijoitustoimintaan, ja testi onkin tärkeä osa loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen perustaksi tehtävää työtä.

Käsitys Olkiluodon peruskallion soveltuvuudesta muodostuu kaiken kaikkiaan yli 20 vuotta kestäneistä geotieteellisistä tutkimuksista, jotka ennen ONKALOn rakentamista perustuivat paljolti maan pinnalta käsin tehtyihin syväkairauksiin. Vuoden 2011 aikana kairattu, noin kilometrin syvyinen tutkimusreikä on 57. syvä kairareikä Olkiluodossa ja tässä vaiheessa se tulee olemaan viimeinen maan pinnalta tehtävä kairaus. Tutkimusten tulkinta ja kallion ominaisuuksien mallinnus jatkuvat silti rakentamislupahakemuksen jälkeenkin; tavoitteena on edelleen vähentää laadittujen kalliomallien epävarmuuksia ja hyödyntää mahdollisimman hyvin kaikki se tieto, joka on saatavissa käynnissä olevista kokeista ja viimeksi tehdyistä kairarei'istä.

Kairasydännäytteiden esittelyä vierailuryhmällle ONKALOn tutkmushallissa.

Suurin osa Posivan tekemästä tutkimuksesta tähtää viime kädessä pitkäaikaisturvallisuuden arviointiin. Yhdessä kehitys- ja suunnittelutyön tulosten kanssa se muodostaa perustan turvallisuusperustelulle, jolla rakentamislupahakemuksessa osoitetaan loppusijoitushankkeen täyttävän ne turvallisuuskriteerit, jotka valtioneuvoston asetuksessa ja Säteilyturvakeskuksen ohjeissa asetetaan luvan ehdoiksi. Turvallisuusperustelu tulee sisältämään kymmenkunta erillistä raporttia, joista kuluneen vuoden aikana pääkohteena ovat olleet loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyvaatimuksia ja niiden täyttymistä koskevat raportit. Erikseen tullaan tarkastelemaan tilanteita, joissa joko järjestelmä ei jostakin syystä toimikaan odotetusti tai joissa tulevaisuuden olosuhteet poikkeavatkin merkittävästi siitä, mikä nykyään uskotaan todennäköiseksi.

Loppusijoitustekniikka

Loppusijoitustekniikan kehitys- ja suunnittelutyö painottui rakentamislupahakemusaineistojen valmistamiseen ja loppusijoituksen toteutuksen valmisteluun.

Tulevan loppusijoitustoiminnan suunnittelu sekä sen edellyttämä laitekehitys on edennyt suunnitellusti. Kapselin siirto- ja asennuslaitteen suunnittelussa edettiin vuoden 2011 aikana prototyyppivaiheeseen sekä vietiin valmistelut laitteen hankkimiseksi päätökseen. Bentoniittipuskurin asennuslaitteen suunnittelutyö aloitettiin ja työn kuluessa valittiin laitetyyppi toteutussuunnittelun pohjaksi.

Loppusijoitustekniikan testaus- ja demonstraatiotoimintaa varten louhittiin kaksi koetunnelia ONKALOn loppusijoitussyvyydelle. Tunnelien mitoitusta ja niiden louhintaa koskivat samat vaatimukset kuin tulevaisuuden suunniteltuja loppusijoitustunneleita. Ensimmäinen demonstraatiotunneli valmistui ja varusteltiin testaustoimintaa varten. Vuoden lopussa aloitettiin kapselireikien porausdemonstraatiot tarkoitukseen hankitulla porakoneella. Toisen demonstraatiotunnelin louhinnan yhteydessä on testattu uutta tiivistysmenetelmää: sementtipohjaisen tiivistysaineen sijaan injektoinnissa käytetään kolloidista silikaa. Tämän menetelmäkehityksen avulla varaudutaan kallion tiivistämiseen loppusijoitustunneleiden vaativissa oloissa.

Loppusijoitusratkaisun teknisten vapautumisesteiden kehitystyö painottui savikomponenttien so. bentoniittipuskurin ja tunnelitäytön valmistus- ja asennustekniikoita koskevien suunnitelmien yksityiskohtaistamiseen sekä testaamiseen käytännön kokein. ONKALOon tehtiin koeasennus, jonka avulla hankitaan tietoja kovaksi puristetun saven käyttäytymisestä sekä tarvitta-

Tutkimusjärjestelijä Juha Heine tarkistaa lämmönsyöttöä ”Pose”-kuprikan tutkimusreikiin.

vista instrumentoinneista tulevien täyden mittakaavan asennuskokeiden suunnitteluun. Suuria bentoniittikappaleita puristettiin isostaattisella valmistusmenetelmällä myönteisin tuloksin. Tunnelitäytössä käytettäviä saviharkkoja koevalmistettiin eri materiaaleilla vaatimuksenmukaisuuden testaamiseksi. Tunnelin lattian täyttöä ja erityisesti sen tiivistämistä selvitettiin kenttäkokein suunnitelman toimivuuden varmistamiseksi. Savikomponenttien osalta kehitystyötä tullaan vielä tarvitsemaan, jotta asennusvaiheessa voidaan hallita kallion vuotovesien mahdollinen vaikutus savimateriaaliin.

Loppusijoitusratkaisun teknisiä vapautumisesteitä – kapselia sekä savikomponentteja – koskevat tuotantolinjaraportit valmistuivat vuoden aikana. Niissä esitetään yhteenveto suunnitteluperusteista, suunnitelmista, valmistamisesta, asentamisesta sekä näitä koskevasta laadunhallinnasta. Vuoden 2011 aikana tehdyt loppusijoituskapselin valmistustekniset kokeet osoittivat, että käytetyillä menetelmillä saavutetaan tavoitteeksi asetettu laatu. Vuoden aikana tehdyt pallografiittirautaisen sisäosan koevalut osoittautuivat tähän asti laadultaan parhaiksi.

Vuoden aikana sovittiin SKB:n kanssa vaakasijoitusvaihtoehdon (KBS-3H) kehitystyön jatkamisesta. Jatkoprojektissa toteutetaan Äspön kalliolaboratoriossa täyden mittakaavan asennuskoe, josta saatuja tietoja käytetään vaihtoehdon turvallisuuden ja toteutettavuuden arviointiin. Nyt sovittu jatkoprojekti jatkuu vuoden 2015 loppuun saakka.

Rakentaminen

Maanalaisen tutkimustila ONKALOn viides louhintavaihe saatiin päätökseen ja rakentamisaikataulua arvioitiin uudelleen siten, että myöhemmäksi kaavailtuja teknisten tilojen louhintatöitä aikaistettiin. Teknisten tilojen louhintaa jatkettiin välittömästi TU5-louhintaurakan jälkeen. Tekniset tilat ja ensimmäinen pysäköintihalli saatiin louhittua vuoden loppuun mennessä. Huoltotasolle (-460) johtavaa ajotunnelin louhintaa jatkettiin edelleen paalulle 4913. Poistoilmakuilu nousuporattiin valmiiksi syksyn aikana ja kahden muun kuilun injektointeja jatkettiin vuoden lopussa. Sähkö- ja ilmanvaihtotöiden seuraavat urakat siirrettiin vuodelle 2012.

Maanpäällisessä rakentamisessa saavutettiin merkittävä tavoite, kun ilmanvaihto- ja nostinlaiterakennuksien ensimmäisten vaiheiden urakat vastaanotettiin loppusyksyn aikana.

Laitossuunnittelu tuotti suunnitteluasiakirjoja sekä järjestelmäkuvauksia, jotka liitetään mukaan vuoden 2012 aikana jätettävään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemukseen. Sitä varten vietiin yksityiskohtaisemmalle tasolle runsaasti aikaisempia esisuunnitelmia tarkkojen suunnitteluanalyysien sekä mallinnusten avulla. Eräs merkittävistä töistä on ollut suunnitellun kapselikuilun törmäysvaimentimen analysointi sekä kapselihissin mahdollisen putoamistilanteen mallinnus. Työn tuloksen varmentamiseksi on suunniteltu käytännön koejärjestely, joka toteutetaan vuoden 2012 aikana. Kapselointilaitoksen pääpiirustusten laadinta aloitettiin laitossuunnittelun laatimien konseptisuunnitelmien perusteella.

Suunnittelutehtävät ovat kohdistuneet paitsi työnaikaisten suunnitelmien laadintaan myös tulevien urakkavaiheiden suunnitteluun. Vuoden aikana suunnitelmat on laadittu mm. teknisten tilojen rakennustöiden urakkakyselyjä varten sekä ilmanvaihto- ja sähköurakoiden täytäntöönpanoa varten.

Kansainvälinen yhteistyö

Posivan ja SKB:n välillä on toteutettu kuluneiden yli 10 vuoden aikana lähes 160 yhteistä projektia ja tiedonvaihto yhtiöiden välillä on jatkuvaa. Vuoden 2011 aikana käynnistettiin uusia merkittäviä hankkeita kuten prototyyppiloppusijoituksen purkaminen Äspön kalliolaboratoriossa sekä vaakasijoitusvaihtoehto KBS-3H:n jatkokehitysprojekti.

Posiva on osallistunut aktiivisesti geologista loppusijoitusta valmistelevien eurooppalaisten organisaatioiden muodostaman teknologiayhteisön "Implementing Geological Disposal Technology Platform" (IGDTP) toimintaan. Yhteisö julkaisi vuoden 2011 alkupuolella strategisen tutkimusohjelmansa, jolla tähdätään siihen, että ensimmäiset syvälle kallioon rakennetut loppusijoitustilat pitkäikäisille ydinjätteille voitaisiin ottaa käyttöön 2020-luvun puoliväliin mennessä. Strategisen tutkimusohjelman pohjalta on valmistumassa suunnitelma tutkimusten toteuttamiselle eurooppalaisena yhteistyönä. Yhtenä ensimmäisistä yhteishankkeista on käynnistymässä demonstraatiohanke loppusijoitustilojen sul-

Näkymä ONKALOsta loppusijoitussyvyydellä.

Janne Laihonen esittelee tunnelin lujitusta ONKALOn tutkimustilassa 3 (”Pose”-kuprikka).

kemissuunnitelmien testaamiseksi. Posiva on suomalaisine yhteistyökumppaneineen ottanut vetovastuun hankkeen suunnittelusta.

SKB- ja IGDTP-yhteistyön ohella Posivalla on kahdenkeskisiä yhteistyösopimuksia useiden muiden eurooppalaisten ja Euroopan ulkopuolisten maiden loppusijoituksesta vastaavien organisaatioiden kanssa. Posiva on aktiivisesti mukana myös OECD:n ydinenergiatoimiston käynnistämissä hankkeissa.

Yhteiskuntavastuu ja viestintä

Posivan toiminta ja erityisesti tutkimustunneli ONKALOn rakentaminen on herättänyt varsin suurta kansallista ja kansainvälistä kiinnostusta. Kotimaisille tiedotusvälineille on järjestetty tutustumiskäyntejä ONKALOon. Ulkomaalaisten vieraiden osalta merkille pantavaa on ruotsalaisten sidosryhmien lukuisat vierailut ONKALOssa. Ruotsalaisten kiinnostuksen taustalla on SKB:n maaliskuussa jättämä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus ja sen myötä syntynyt tarve tutustua maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen loppusijoituspaikalle.

Toimintavuoden näkyvin tiedotusaihe oli loppusijoituskapselien sijoitusreikien poraamista varten suunnitellun porakone ”Sannan” valmistuminen. Ensimmäisen täyden mittakaavan testireiän poraaminen aloitettiin ”Sannalla” ONKALOn demonstraatiotunnelissa vuoden lopulla.

Satakunnan alueella keskeinen viestintäkanava on ollut kotitalouksille viidesti jaettu Posiva Tutkii -lehti.

Kouluyhteistyötä jatkettiin Eurajoen yhteiskoulun yläasteen kanssa. Lisäksi Eurajoen lukion toisen vuoden opiskelijoille järjestettiin uravalintaan liittyvä geopäivä, jossa posivalaiset asiantuntijat kertoivat koulutuksestaan ja työstään.

Posiva on osallistunut TVO:n ja Eurajoen kunnan yhteistyöryhmän sekä yhtiöiden ja naapurikuntien yhteistyötoimikunnan (KYT-toimikunta) kokouksiin, joissa on esitelty loppusijoitushankkeen ja ONKALOn rakentamisen ajankohtaisia asioita.

Posivan toimintaan Olkiluodossa tutustui vuoden aikana 55 vierailijaryhmää ja 550 henkilöä. Olkiluodon vierailukeskuksessa kävi vuoden aikana yli 17 000 vierasta. Vierailukeskuksessa on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta käsittelevä näyttelykokonaisuus.

Ympäristövaikutusten hallinta

Yhtiön ympäristöasioista huolehditaan sertifioidun toimintajärjestelmän ja vuosittaisen ympäristöohjelman mukaisesti. Posivan ympäristönäkökohtien arviointi päivitettiin syksyllä. Arvioinnin mukaan merkittävimmät normaalin toiminnan ympäristönäkökohdat liittyivät edellisvuosien tapaan ONKALOn rakentamiseen, jätteiden käsittelyyn ja energian käyttöön. Häiriötilanteita tarkasteltaessa merkittävin ympäristöriski on kemikaalivuoto.

ONKALOn louhinnasta syntyi louhetta vuonna 2011 noin 125 000 irto-m^3, josta osa käytettiin aluerakentamiseen ja tunnelin kunnossapitoon. Tunnelin rakentamisessa käytettiin vettä 28 000 m^3. ONKALOn keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä oli noin 33 l/min. Tunnelista pumpatut vedet (käyttövesi ja vuotovedet) johdettiin selkeytyksen ja öljynerotuksen jälkeen avo-ojaa pitkin mereen. Veden laatua mitattiin aiempien vuosien tapaan säännöllisesti.

Ympäristöohjelman tarkoituksena on vähentää yhtiön toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja. Vuoden 2011 ohjelman puitteissa jatkettiin kehitystyötä ympäristövahinkojen ennaltaehkäisyssä. Vuoden aikana tehtiin myös valmisteluja kaukolämmön hyödyntämiseksi jatkossa mm. ONKALOn lämmityksessä.

Eurajoen kunta myönsi 8.3.2011 jatkoaikaa louheen varastoinnin ympäristöluvalle vuoden 2015 loppuun asti.

Posivan esittelyä Olkiluodon ”sisäisillä messuilla” joulukuussa.

Mittausdatan kokoamista ONKALOn tutkimustilassa 3.

Toimintajärjestelmä

Posivan toimintajärjestelmä muodostuu käsikirjoista, jotka antavat yleiskuvan Posivan toiminnasta ja niitä täydentävistä prosessikuvauksista, toimintasäännöistä ja ohjeista. Toimintajärjestelmän tehtävänä on varmistaa, että Posivan loppusijoituslaitos täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset ja että Posivan toiminta on turvallista, oikea-aikaista ja kustannustehokasta.

Vuoden 2011 helmikuussa, toimintakäsikirjalle saadun viranomaishyväksynnän jälkeen, julkaistiin uusi toimintajärjestelmä, joka kuvaa Posivan työn prosesseina. Prosessijohtamisella tehostetaan resurssien käyttöä ja tavoitteiden saavuttamista Posivan loppusijoitushankkeessa. Uudessa toimintajärjestelmässä Strategiaprosessi ohjaa Hankesuunnittelu ja kustannushallinta -, TKS- sekä Investoinnit ja rakentaminen -pääprosesseja sekä tukiprosesseja, jotka on jaettu hallinnollisiin sekä laadun- ja turvallisuudenhallinnan tukiprosesseihin. Päivitetyllä toimintajärjestelmällä pyritään varmistamaan kommunikaatio ja vuorovaikutus eri prosessien välillä sekä täsmentämään työnjakoa prosessien ja linjaorganisaation välillä.

Toimintajärjestelmän kattavuutta ja toimivuutta arvioitiin kahdesti johdon katselmuksella sekä kerran toimintajärjestelmän itsearvioinnilla. Viitekehyksenä käytettiin kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n johtamisjärjestelmiä koskevia vaatimuksia (GS-R-3) sekä uuden YVL A.3-ohjeen vaatimuksia. Toimintajärjestelmän toiminnan arvioimiseksi vuonna 2011 tehtiin kymmenen sisäistä auditointia toimintajärjestelmän prosesseille. Lisäksi tehtiin toimittaja-auditointeja merkittävimmille toimittajille.

DNV Certification Oy teki ISO 9001 -laatusertifikaatin uudelleensertifioinnin, ISO 14001 -ympäristösertifikaatin

ONKALOn tutkimustilassa 3 (Pose-kuprikka) tutkitaan lämmön vaikutusta kallion hilseilyyn tutkimustilan lattiaan poratuissa testirei'issä.

määräaikaisauditoinnin sekä OHSAS 18001 -standardin mukaisen työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmän sertifiointiauditoinnin. OHSAS 18001 -sertifikaatti myönnettiin Posivalle 23.12.2011.

Riskienhallinta

Posivan merkittävimpiä riskejä ovat asiat, jotka voivat vaarantaa tai hidastaa loppusijoitukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamisen.

Riskienhallintaa toteutetaan kokonaisvaltaisesti Posivan omistajien asettamien toiminnan tavoitteiden ja hyvän hallintotavan mukaisesti. Posivan riskienhallinta tukee yhtiön strategiasuunnitelman ja siihen liittyvän hankesuunnitelman toteutumista pitkällä aikavälillä sekä toimintasuunnitelman toteutumista lyhyellä aikavälillä. Posivan riskienhallinta on järjestelmällistä toimintaa siten, että riskit tunnistetaan, arvioidaan ja niiden hallintakeinoja suunnitellaan, toteutetaan sekä seurataan suunnitelmallisesti. Riskienhallintaa toteutetaan strategisella ja operatiivisella tasolla toimintajärjestelmään sisältyvien ohjeiden mukaisesti.

Vuoden 2011 aikana otettiin pääprosessitasolla käyttöön edellisvuonna kehitetty kokonaisvaltainen riskienhallinnan toimintamalli. Aliprosessit arvioivat toimintaansa sisältyvät riskit ja raportoivat niistä pääprosessilleen. Operatiivinen ryhmä käsitteli strategisia riskejä kahdesti vuodessa.

Yhtiön merkittävimmät riskit liittyvät kansainvälisiin tapahtumiin ja loppusijoitukselle asetettaviin uusiin vaatimuksiin, jotka vaikuttavat Posivan hankkeen etenemiseen. Lisäksi riskejä sisältyy henkilöresurssien ja asiantuntemuksen saatavuuteen sekä kustannusten ennakoimattomiin muutoksiin esim. suunnitelmien muutosten tai kustannustason nousun johdosta. Myös rakentamiseen liittyy huomioon otettavia riskejä. Työturvallisuuden mitatun heikkenemisen vuoksi on aliurakoitsijoiden valintaan, opastukseen ja valvontaan ryhdytty kiinnittämään kasvavaa huomiota.

Posivan arvot

VASTUULLISUUS
LUOTETTAVUUS
AVOIMUUS
PITKÄJÄNTEISYYS

Hallitus: eturivissä Reijo Sundell (vas) ja Jarmo Tanhua (oik).
takarivissä Sami Hautakangas (vas), Pekka Leskelä ja Veijo Ryhänen (oik)

Operatiivinen ryhmä vasemmalta oikealle: Timo Seppälä, Reijo Sundell, Elisa Vahteristo, Vesa Ruuska, Anja Smeekes, Erkki Palonen, Timo Äikäs, Juhani Vira.

Hallintoelimet

HALLITUS

Teollisuuden Voima Oyj
Jarmo Tanhua, puheenjohtaja
Veijo Ryhänen
Fortum Power and Heat Oy
Sami Hautakangas
Pekka Leskelä

Jenni Takala, sihteeri, Teollisuuden Voima Oyj (31.8.2011 asti)
Ulla-Maija Moisio, sihteeri, Teollisuuden Voima Oyj (1.9.2011 alkaen)
Posiva Oy:n toimitusjohtaja Reijo Sundell ja varatoimitusjohtaja Timo Äikäs ovat osallistuneet hallituksen kokouksiin.

Hallitus kokoontui kuusi kertaa.

TOIMITUSJOHTAJA

Reijo Sundell

OPERATIIVINEN RYHMÄ

Reijo Sundell, puheenjohtaja
Jäsenet
Markku Friberg, turvallisuuspäällikkö (31.5.2011 asti)
Vesa Ruuska, turvallisuuspäällikkö (1.6.2011 alkaen)
Pertti Huovinen, rakennusjohtaja (31.1.2011 asti)
Erkki Palonen, rakennusjohtaja (1.2.2011 alkaen)
Timo Seppälä, viestintäpäällikkö, sihteeri
Anja Smeekes, talouspäällikkö
Elisa Vahteristo, henkilöstöpäällikkö
Juhani Vira, tutkimusjohtaja
Timo Äikäs, varatoimitusjohtaja

Operatiivinen ryhmä kokoontui 24 kertaa.

HALLITUKSEN ASETTAMAT TOIMIKUNNAT

Tekninen toimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Liisa Heikinheimo
Mikko Kosonen
Juha Riihimäki
Fortum Power and Heat Oy
Jari Tuunanen, puheenjohtaja
Ilpo Kallonen
Harriet Kallio (kokouksesta nro 2 alkaen)
Jyrki Kohopää (kokoukseen nro 1 asti)
Posiva
Juhani Vira
Timo Äikäs
Pertti Huovinen (kokoukseen nro 1 asti)
Erkki Palonen (kokouksesta nro 2 alkaen)
Kimmo Lehto, sihteeri

Toimikunta kokoontui kuusi kertaa.

Taloustoimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Klaus Luotonen
Veijo Ryhänen
Timo Palomäki
Fortum Power and Heat Oy
Tiina Tuomela, puheenjohtaja
Sami Hautakangas
Mikko Huopalainen
Posiva
Reijo Sundell
Anja Smeekes
Jussi Palmu, sihteeri

Toimikunta kokoontui kuusi kertaa.

Tilintarkastajat

KHT Eero Suomela, PricewaterhouseCoopers Oy:n nimeämänä
KHT Robert Kajander, Deloitte & Touche Oy:n nimeämänä

Omistusosuudet

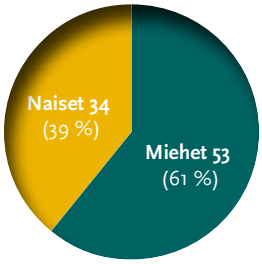
Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n yhteisyritys. Teollisuuden Voima Oyj:n omistusosuus on 60 % ja Fortum Power and Heat Oy:n 40 %.

Henkilöstö ja organisaatio

Henkilöstön määrä oli vuoden lopussa 94 (vuonna 2010: 92) henkilöä, kun mukaan lasketaan vakinaiset ja määräaikaiset työsuhteet. Vuoden aikana Posivan palveluksessa oli keskimäärin 98 (96) henkilöä, joista osa oli määräaikaisessa työsuhteessa ja kesätyössä. Yhtiöön palkattiin vuoden aikana 9 (5) uutta vakituista henkilöä pääasiassa erilaisiin ydinjätehuollon asiantuntijatehtäviin. Yhtiön palveluksesta erosi 4 (4) henkilöä, joista 1 (1) siirtyi eläkkeelle.

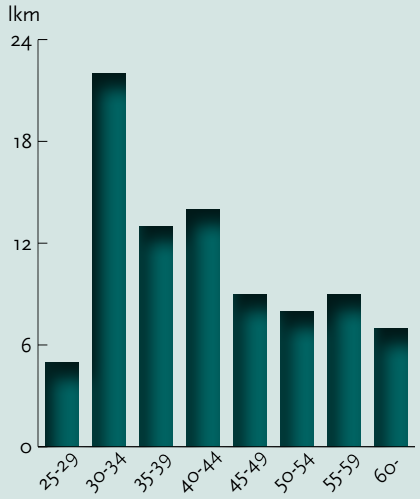
Vuoden 2011 aikana henkilöstön sisäisen koulutuksen painopisteitä olivat turvallisuuskulttuuri, turvallisuusperusteluun liittyvät syventävät koulutukset, prosessijohtaminen sekä työturvallisuus. Koulutuspäiviä posivalaisille kertyi vuoden aikana keskimäärin 11,1 päivää/henkilö (7,7). Posivan järjestämän ONKALO-työmaan perehdytyskoulutuksen on käynyt tähän mennessä 1077 henkilöä ja ONKALO-työmaan koulutuspäivät järjestettiin neljättä kertaa. Uusille posivalaisille suunnattu ydinjätehuollon kurssi järjestettiin kansallisena ydinjätehuollon kurssina, jota koordinoi Aalto-yliopisto. Sisäisen koulutuksen lisäksi posivalaisia osallistui kansalliselle ydinalan kurssille sekä useisiin ulkopuolisiin oman alansa koulutuksiin ja seminaareihin. Posiva osallistui vuoden aikana asiantuntijana myös työ- ja elinkeinoministeriön asettamaan ydinenergia-alan osaamista varmistavia toimenpiteitä valmistelevaan työryhmään, jonka raportti julkaistaan vuonna 2012.

Energiateollisuuden työehtosopimuksissa tehtiin vuoden 2011 aikana raamisopimuksen mukaiset palkkaratkaisut. Työsuhdeasioita käsiteltiin eri henkilöstöryhmien työsuhdekokouksissa sekä koko henkilöstöä koskevia asioita YT-kokouksissa. Posivan koko henkilöstö on tulospalkkauksen piirissä. Tulospalkkio on mahdollista ohjata konsernin henkilöstörahastoon.

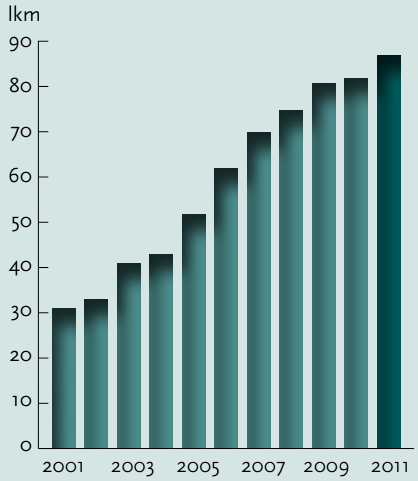


Sukupuolijakauma

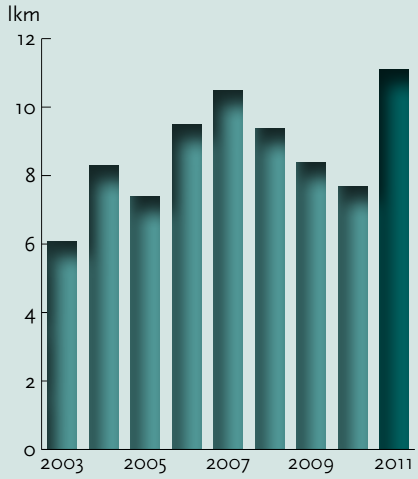
Posivan ikärakenne



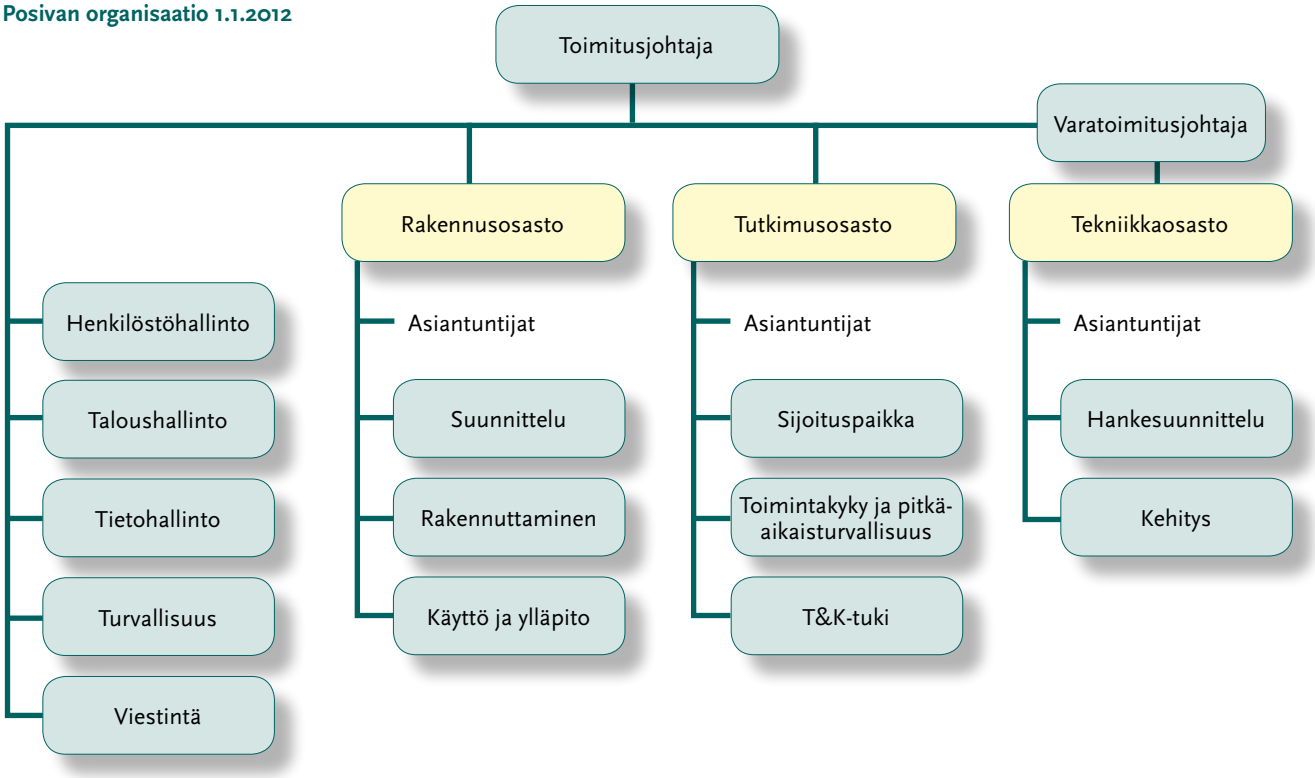
Henkilöstömäärän kehitys



Koulutuspäivien määrä/hlö



Posivan organisaatio 1.1.2012



ONKALO-työmaa Olkiluodossa.

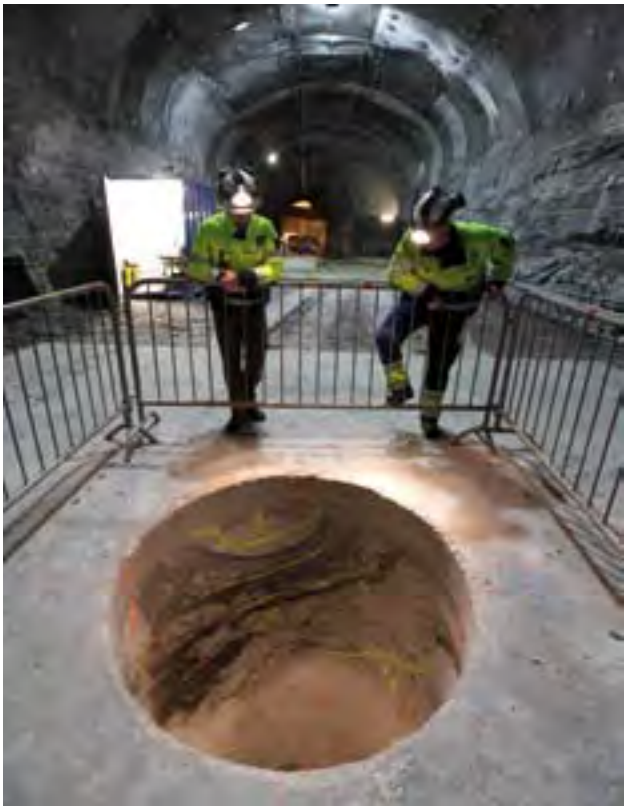
Toimitilat

Posivalla on toimitilat Eurajoella Olkiluodossa ja Vuojoen kartanossa. Olkiluodossa posivalaisia työskentelee sekä keskuskonttorin tiloissa että ONKALO-työmaan toimistorakennuksessa.

Talous ja rahoitus

Posivan osakkaat vastaavat yhtiön päätoimialaan – Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon ja sen edellyttämään tutkimus- ja kehitystyöhön – liittyvistä kuluista, jotka veloittamalla yhtiö saa pääosan liikevaihdostaan. Sen lisäksi yhtiö tekee vähäisessä määrin muita toimeksiantoja omistajille ja ulkopuolisille asiakkaille. Yhtiön liikevaihto oli 68,6 (60,5) miljoonaa euroa, josta päätoimialan osuus oli 68,5 (60,5) miljoonaa euroa.

Posiva hoitaa ydinjätehuoltovelvollisten voimayhtiöiden – yhtiön omistajien – ydinenergialaissa säädettyjä ydinjätehuollon tehtäviä. Tämän mukaisesti yhtiö perii näistä toimenpiteistä vuosittain aiheutuneet kustannukset mukaan lukien käyttöomaisuuden hankintamenot. Koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa, on Posivan



Kallion hilseilykokeita varten porattu testireikä ONKALON tutkimustilassa 3.

Ruiskubetonointiin käytettävä työkone ONKALOn teknisellä tasolla. ►

▲ Loppusijoitustunnelin mitoituksella louhittu demonstraatiotunneli loppusijoitussyvyydellä.

ydinjätehuollon menot silloinkin, kun kysymys on käyttöomaisuuden hankintamenosta, vähennetty kokonaan vuosikuluina. Jätehuoltovelvolliset varautuvat ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan laajuus

Posivan tämänhetkinen toiminta on pääasiassa valmistautumista hankkeen luvitukseen ja toteuttamiseen. Sen edellyttämään tutkimus- ja kehitystoimintaan käytettiin vuonna 2011 yhteensä noin 52,7 (43,9) miljoonaa euroa, mikä on 76,8 % (72,6 %) liikevaihdosta. Tutkimus- ja kehitystoiminta käsittää ONKALOn rakentamisen lisäksi maanpäälliset tutkimukset, kapselointitekniikan kehittämisen ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun.

Tunnusluvut

Yhtiön toimintaperiaatteen vuoksi taloudellisten tunnuslukujen esittäminen ei ole tarkoituksenmukaista liiketoiminnan, taloudellisen aseman tai tuloksen ymmärtämiseksi. Tilinpäätös ei osoita voittoa eikä tappiota.

Tilikauden päättymisen jälkeiset tapahtumat

Olennaisia liiketoiminnan kehittymiseen vaikuttavia tapahtumia ei ole ilmennyt.

Arvio todennäköisestä tulevasta kehityksestä

Yhtiön toiminnan arvioidaan jatkuvan alkaneella tilikaudella pääosin edellisen vuoden tapaan. Liikevaihdon arvioidaan kasvavan jonkin verran edellisestä tilikaudesta.

Voitonjako

Yhtiöllä ei ole voitonjakokelpoisia varoja, joten osinkoa ei voida jakaa.

Tilinpäätös

TULOSLASKELMA

	1.1. - 31.12.2011	1.1. - 31.12.2010
Liikevaihto	68 622 212,91	60 518 853,76
Liiketoiminnan muut tuotot	462 704,52	131 665,21
Henkilöstökulut	-6 604 676,32	-6 042 381,93
Poistot	-362 256,18	-374 453,01
Liiketoiminnan muut kulut	-62 148 762,45	-54 202 286,38
Liikevoitto/-tappio	-30 777,52	31 397,65
Rahoitustuotot ja -kulut	34 300,20	-27 987,22
Voitto/tappio ennen satunnaisia eriä	3 522,68	3 410,43
Satunnaiset erät +/-	0,00	0,00
Voitto/tappio ennen tilinpäätössiirtoja ja veroja	3 522,68	3 410,43
Tuloverot	-3 522,68	-3 410,43
Tilikauden voitto/tappio	0,00	0,00

TASE

VASTAAVAA	31.12.2011	31.12.2010
Pysyvät vastaavat		
Aineettomat hyödykkeet		
Aineettomat oikeudet	9 115,31	10 544,25
Muut pitkävaikutteiset menot	1 047 846,50	1 352 485,83
	1 056 961,81	1 363 030,08
Aineelliset hyödykkeet		
Rakennukset	84 801,86	88 335,28
Koneet ja kalusto	158 804,75	184 414,10
	243 606,61	272 749,38
Sijoitukset		
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50	208 771,50
Muut lainasaamiset	4 158 661,25	4 499 316,69
	4 367 432,75	4 708 088,19
Pysyvät vastaavat yhteensä	5 668 001,17	6 343 867,65
Vaihtuvat vastaavat		
Lyhytaikaiset saamiset		
Myyntisaamiset	170 283,92	119 024,45
Lainasaamiset	340 655,44	333 126,78
Muut saamiset	0,00	479 378,67
Siirtosaamiset	1 859 676,94	1 614 761,90
	2 370 616,30	2 546 291,80
Rahat ja pankkisaamiset	21 141 906,46	15 922 459,40
Vaihtuvat vastaavat yhteensä	23 512 522,76	18 468 751,20
Vastaavaa	29 180 523,93	24 812 618,85

VASTATTAVAA		
Oma pääoma		
Osakepääoma	1 682 000,00	1 682 000,00
Edellisten tilikausien voitto/tappio	0,00	0,00
Tilikauden voitto/tappio	0,00	0,00
	1 682 000,00	1 682 000,00
Vieras pääoma		
Pitkäaikainen vieras pääoma	6 243 245,67	6 641 882,10
Lyhytaikainen vieras pääoma		
Saadut ennakkomaksut	1 820 235,86	2 300 641,10
Ostovelat	9 873 970,51	7 425 593,75
Muut velat	757 991,03	732 078,14
Siirtovelat	8 803 080,86	6 030 423,76
	21 255 278,26	16 488 736,75
Vastattavaa	29 180 523,93	24 812 618,85

RAHOITUSLASKELMA

1 000 €	2011	2010
Liiketoiminnan rahavirta		
Liikevoitto/-tappio	-31	31
Oikaisut liikevoittoon/-tappioon *	362	374
Käyttöpääoman muutos **	4 941	2 737
Saadut korot	209	146
Maksetut korot	-174	-173
Maksetut välittömät verot	-2	-2
Liiketoiminnan rahavirta	5 306	3 113
Investointien rahavirta		
Investoinnit aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin	-27	-18
Aineellisten ja aineettomien hyödykkeiden luovutustulot	0	1
Osakkeiden ostot	0	0
Lainasaamisten takaisinmaksut	333	326
Investointien rahavirta	306	309
Rahoituksen rahavirta		
Pitkäaikaisten lainojen nostot	221	221
Pitkäaikaisten lainojen takaisinmaksut	-613	-607
Rahoituksen rahavirta	-392	-386
Rahavarojen muutos	5 220	3 036
Rahavarat 1.1.	15 922	12 886
Rahavarat 31.12.	21 142	15 922

* Oikaisut liikevoittoon/-tappioon		
Poistot ja arvonalentumiset	362	374
Pysyvien vastaavien myyntivoitot (-) tai -tappiot (+)	0	0
Yhteensä	362	374
** Käyttöpääoman muutos		
Korottomien saamisten lisäys (-) tai vähennys (+)	181	-359
Lyhytaikaisten korottomien velkojen lisäys (+) tai vähennys (-)	4 760	3 096
Yhteensä	4 941	2 737

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2011

YHTIÖN PERUSTIEDOT

Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n yhteisyritys.
Jäljennöksiä Posivan tilinpäätöksestä on saatavilla internet-osoitteessa www.posiva.fi ja osoitteessa Olkiluoto, 27160 Eurajoki.

TILINPÄÄTÖKSEN LAADINTAPERIAATTEET

Arvostusperiaatteet ja -menetelmät sekä jaksotusperiaatteet ja -menetelmät

Pysyvien vastaavien arvostus
Aineettomat oikeudet, muut pitkävaikutteiset menot sekä koneet ja kalusto on aktivoitu välittömään hankintamenoon suunnitelmanmukaisilla poistoilla vähennettynä. Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistot.

Ydinenergialaissa tarkoitetun ydinjätehuoltoon hankitun käyttöomaisuuden hankintamenot on vähennetty kokonaan vuosikuluina, koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eivätkä Posivalle tulevaisuudessa tuloa.

Muun käyttöomaisuuden poistoajat ovat seuraavat:	Aineettomat oikeudet	10 vuoden tasapoisto
	Muut pitkävaikutteiset menot	10 vuoden tasapoisto
	Atk-ohjelmat	5 vuoden tasapoisto
	Koneet ja kalusto	25 % menojäännöspoisto

Tutkimus- ja tuotekehitysmenot
Tutkimus- ja tuotekehitysmenot on kirjattu vuosikuluiksi niiden syntymisvuonna.

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2011	2010
1. Liikevaihto		
Tuotot, päätoimiala	68 549 764,14	60 479 560,08
Tuotot, sivutoimiala, osakkaat	45 361,07	15 287,45
Tuotot, sivutoimiala, muut yritykset	27 087,70	24 006,23
Yhteensä	68 622 212,91	60 518 853,76
2. Liiketoiminnan muut tuotot		
Vuokratuotot	74 051,36	64 946,25
Saadut avustukset	388 653,16	66 071,54
Muut tuotot	0,00	647,42
Yhteensä	462 704,52	131 665,21
3. Henkilöstö		
Henkilöstön lukumäärä keskimäärin	98	96
Henkilöstön lukumäärä 31.12.	94	92
Henkilöstökulut		
Palkat ja palkkiot	5 445 748,26	5 017 543,96
Eläkekulut	893 350,78	779 967,60
Muut pakolliset henkilösivukulut	265 577,28	244 870,37
Yhteensä	6 604 676,32	6 042 381,93
4. Poistot		
Poistosuunnitelma		
Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistojen suuruiset.		
Suunnitelman mukaiset poistot		
Aineettomista oikeuksista	1 428,94	1 595,72
Muista pitkävaikutteisista menoista	304 639,33	307 985,75
Rakennuksista	3 533,42	3 680,64
Koneista ja kalustosta	52 654,49	61 190,90
Yhteensä	362 256,18	374 453,01

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2011	2010
5. Liiketoiminnan muut kulut		
Vuokrakulut	2 732 696,45	2 824 670,43
Infrastruktuuripalvelut	5 199 967,06	5 851 194,86
Tutkimuskulut	28 849 299,26	25 894 078,44
Onkalon tutkimustyöhön liittyvät kulut	19 132 474,51	13 542 009,99
Muut kulut	6 234 325,17	6 090 332,66
Yhteensä	62 148 762,45	54 202 286,38
Ydinjätehuoltoon kuuluvan käyttöomaisuuden hankintameno on vähennetty vuosikuluna (KPL 5:1 §).	20 203 480,67	13 594 666,74
Tilintarkastajien palkkiot		
Tilintarkastus	12 000,00	18 000,00
Tilintarkastajan lausunnot	0,00	600,00
Yhteensä	12 000,00	18 600,00
6. Rahoitustuotot ja -kulut		
Korkotuotot ja muut rahoitustuotot		
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista	109 213,22	116 575,50
Muut korko- ja rahoitustuotot	99 509,94	29 083,31
Yhteensä	208 723,16	145 658,81
Korkokulut ja muut rahoituskulut		
Muille	174 422,96	173 646,03
Rahoitustuotot (+) ja -kulut (-) yhteensä	34 300,20	-27 987,22

TASEEN LIITETIEDOT

7. Pysyvät vastaavat	Aineettomat oikeudet	Muut pitkävaikutteiset menot	Yhteensä
Aineettomat hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2011	43 923,50	3 260 179,14	3 304 102,64
Lisäykset	0,00	0,00	0,00
Hankintameno 31.12.2011	43 923,50	3 260 179,14	3 304 102,64
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	33 379,25	1 907 693,31	1 941 072,56
Suunnitelman mukaiset poistot	1 428,94	304 639,33	306 068,27
Kirjanpitoarvo 31.12.2011	9 115,31	1 047 846,50	1 056 961,81
	Rakennukset	Koneet ja kalusto	Yhteensä
Aineelliset hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2011	138 183,20	851 838,91	990 022,11
Lisäykset	0,00	27 045,14	27 045,14
Vähennykset	0,00	0,00	0,00
Hankintameno 31.12.2011	138 183,20	878 884,05	1 017 067,25
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	49 847,92	667 424,81	717 272,73
Vähennysten kertyneet poistot	0,00	0,00	0,00
Suunnitelman mukaiset poistot	3 533,42	52 654,49	56 187,91
Kirjanpitoarvo 31.12.2011	84 801,86	158 804,75	243 606,61

Sijoitukset	2011	2010
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50	208 771,50
Muut lainasaamiset	4 158 661,25	4 499 316,69
Yhteensä	4 367 432,75	4 708 088,19

TASEEN LIITETIEDOT

	2011	2010
8. Siirtosaamisten olennaiset erät		
Vuokramenoennakko	1 769 360,00	1 548 190,00
Muut tulojäämät	89 800,00	64 265,00
Muut menoennakot	516,94	2 306,90
Yhteensä	1 859 676,94	1 614 761,90
9. Osakepääoma		
Osakepääoma 1.1.	1 682 000,00	1 682 000,00
Osakepääoman muutos	0,00	0,00
Osakepääoma 31.12.	1 682 000,00	1 682 000,00
10. Velat, jotka erääntyvät myöhemmin kuin viiden vuoden kuluttua	5 052 643,22	5 228 472,96
11. Siirtovelkojen olennaiset erät		
Korot	2 266,63	1 982,07
Palkat sosiaalikuluineen	1 707 745,37	1 597 186,37
Arviot laskuttamattomista suoritteista	7 093 068,86	4 431 255,32
Yhteensä	8 803 080,86	6 030 423,76
12. Vastuusitoumukset		
Muut vuokravastuut		
Alle vuoden sisällä erääntyvät vuokravastuut	442 340,00	442 340,00
Myöhemmin erääntyvät vuokravastuut	4 865 740,00	5 308 080,00
Yhteensä	5 308 080,00	5 750 420,00

Posiva on vuokrannut Teollisuuden Voima Oyj:ltä Olkiluodosta maa-alueen ydinjätteen loppusijoitustoimintaa varten. Vuokra-aika on 1.7.2003 - 30.6.2103. Vuokrasopimus on irtisanottavissa, jos vuokra-alue osoittautuu loppusijoitukseen sopimattomaksi. Vuokra tarkistetaan elinkustannus-indeksin mukaisesti kahden vuoden välein. Vuokran määrä vuonna 2011 oli 449 190,53 € (394 999,24 € vuonna 2010).

TOIMINTAKERTOMUKSEN JA TILINPÄÄTÖKSEN ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 28. päivänä helmikuuta 2012

Jarmo Tanhua, pj

Pekka Leskelä

Veijo Ryhänen

Sami Hautakangas

Reijo Sundell, toimitusjohtaja

TILINTARKASTUSKERTOMUS

Posiva Oy:n yhtiökokoukselle

Olemme tilintarkastaneet Posiva Oy:n kirjanpidon, tilinpäätöksen, toimintakertomuksen ja hallinnon tilikaudelta 1.1.-31.12.2011. Tilinpäätös sisältää taseen, tuloslaskelman, rahoituslaskelman ja liitetiedot.

Hallituksen ja toimitusjohtajan vastuu

Hallitus ja toimitusjohtaja vastaavat tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisesta ja siitä, että ne antavat oikeat ja riittävät tiedot Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten mukaisesti. Hallitus vastaa kirjanpidon ja varainhoidon valvonnan asianmukaisesta järjestämisestä ja toimitusjohtaja siitä, että kirjanpito on lainmukainen ja varainhoito luotettavalla tavalla järjestetty.

Tilintarkastajan velvollisuudet

Velvollisuutenamme on antaa suorittamamme tilintarkastuksen perusteella lausunto tilinpäätöksestä ja toimintakertomuksesta. Tilintarkastuslaki edellyttää, että noudatamme ammattieettisiä periaatteita. Olemme suorittaneet tilintarkastuksen Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti. Hyvä tilintarkastustapa edellyttää, että suunnittelemme ja suoritamme tilintarkastuksen hankkiaksemme kohtuullisen varmuuden siitä, onko tilinpäätöksessä tai toimintakertomuksessa olennaista virheellisyyttä, ja siitä, ovatko hallituksen jäsenet tai toimitusjohtaja syyllistyneet tekoon tai laiminlyöntiin, josta saattaa seurata vahingonkorvausvelvollisuus yhtiötä kohtaan, taikka rikkoneet osakeyhtiölakia tai yhtiöjärjestystä.

Tilintarkastukseen kuuluu toimenpiteitä tilintarkastusevidenssin hankkimiseksi tilinpäätökseen ja toimintakertomukseen sisältyvistä luvuista ja niissä esitettävistä muista tiedoista. Toimenpiteiden valinta perustuu tilintarkastajan harkintaan, johon kuuluu väärinkäytöksestä tai virheestä johtuvan olennaisen virheellisyyden riskien arvioiminen. Näitä riskejä arvioidessaan tilintarkastaja ottaa huomioon sisäisen valvonnan, joka on yhtiössä merkityksellistä oikeat ja riittävät tiedot antavan tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisen kannalta. Tilintarkastaja arvioi sisäistä valvontaa pystyäkseen suunnittelemaan olosuhteisiin nähden asianmukaiset tilintarkastustoimenpiteet mutta ei siinä tarkoituksessa, että hän antaisi lausunnon yhtiön sisäisen valvonnan tehokkuudesta. Tilintarkastukseen kuuluu myös sovellettujen tilinpäätöksen laatimisperiaatteiden asianmukaisuuden, toimivan johdon tekemien kirjanpidollisten arvioiden kohtuullisuuden sekä tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen yleisen esittämistavan arvioiminen.

Käsityksemme mukaan olemme hankkineet lausuntomme perustaksi tarpeellisen määrän tarkoitukseen soveltuvaa tilintarkastusevidenssiä.

Lausunto

Lausuntonamme esitämme, että tilinpäätös ja toimintakertomus antavat Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten mukaisesti oikeat ja riittävät tiedot yhtiön toiminnan tuloksesta ja taloudellisesta asemasta. Toimintakertomuksen ja tilinpäätöksen tiedot ovat ristiriidattomia.

Muut lausunnot

Puollamme tilinpäätöksen vahvistamista. Puollamme vastuuvapauden myöntämistä hallituksen jäsenille sekä toimitusjohtajalle tarkastamaltamme tilikaudelta.

Helsingissä 21. päivänä maaliskuuta 2012

PricewaterhouseCoopers Oy
KHT-yhteisö

Eero Suomela
KHT

Itämerentori 2, PL 1015, 00101 Helsinki
kotipaikka Helsinki, y-tunnus 0486406-8

Deloitte & Touche Oy
KHT-yhteisö

Robert Kajander
KHT

Porkkalankatu 24, 00180 Helsinki
kotipaikka Helsinki, y-tunnus 0989771-5

Posiva Oy
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3809
www.posiva.fi

POSIVA

VUOSIKERTOMUS 2010

2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
2110
2120
2130

Sisällys

Posiva ja ydinjätehuolto 4
Toimitusjohtajan katsaus 6
Hallituksen toimintakertomus 8
Tilinpäätös 22

Posiva ja ydinjätehuolto

Ydinjätteen tuottaja on ydinenergialain mukaisesti vastuussa kaikista ydinjätehuoltotoimenpiteistä ja niiden kustannuksista. Ydinjätehuoltovelvolliset Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum) huolehtivat itse omien ydinjätteidensä varastoinnista, käsittelystä ja loppusijoituksesta voimalaitospaikoillaan. Kummallakin laitospaikalla on käytössä oleva loppusijoituslaitos, johon sijoitetaan käytön aikana syntyvä voimalaitosjäte. Samojen laitosten yhteyteen on tarkoitus loppusijoittaa aikanaan voimalaitosten käytöstäpoiston yhteydessä syntyvä jäte.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin jälkeisiä toimenpiteitä varten TVO ja Fortum perustivat vuonna 1995 Posiva Oy:n, jonka tehtävänä on huolehtia omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta. Ensivaiheessa yhtiö huolehtii tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä sekä myöhemmin loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä aina loppusijoituslaitoksen sulkemiseen asti. Posiva huolehtii myös hoitamiensa tehtävien viranomaisyhteyksistä sekä hankkii rakentamilleen ja käyttämilleen laitoksille tarvittavat luvat. Ydinjätehuollon vastuut säilyivät ennallaan Posivan perustamisen jälkeen, eli TVO ja Fortum vastaavat edelleen tuottamastaan käytetystä polttoaineesta.

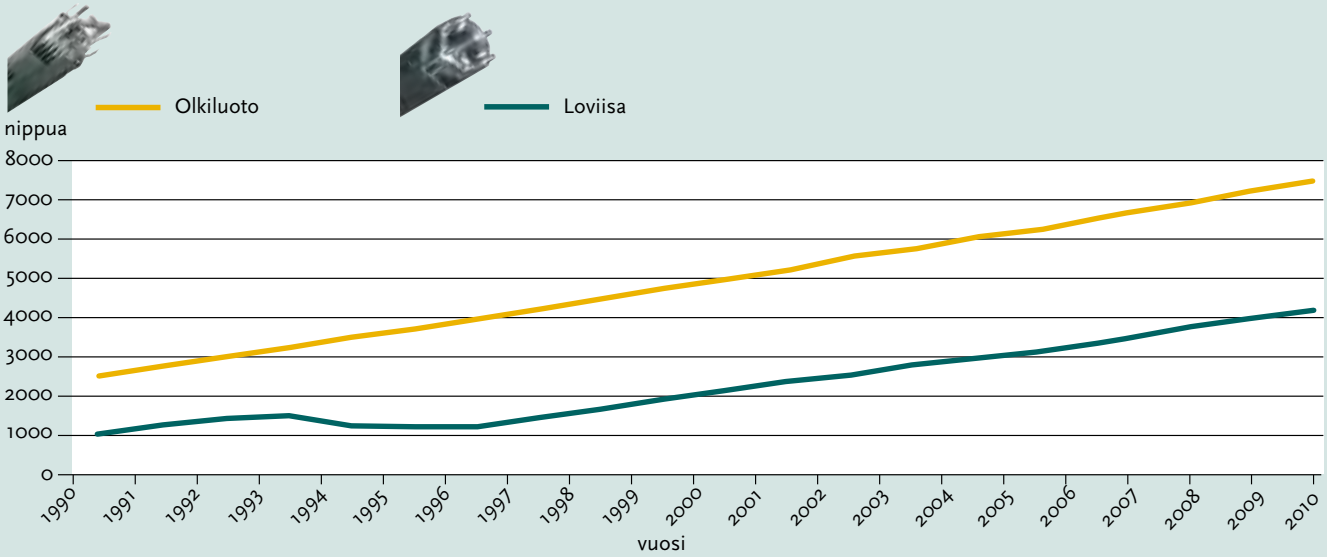
Vuonna 2001 eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen mukaan TVO:n ja Fortumin nykyisistä neljästä laitosyksiköstä kertyvä käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Eurajoen Olkiluotoon. Lisäksi vuonna 2002 tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös rakenteilla olevan OL3-laitosyksikön käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne.

Toimintavuoden kesällä eduskunta vahvisti valtioneuvoston periaatepäätöksen Olkiluoto 4-yksikön rakentamisesta Eurajoen Olkiluotoon. Samassa yhteydessä tehtiin periaatepäätös loppusijoituslaitoksen laajentamisesta käsittämään Olkiluoto 4-yksikön käytetty ydinpolttoaine 2500 uraanitonnin osalta. Näin ollen eduskunnan vahvistamien periaatepäätösten perusteella Olkiluotoon voidaan loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta enintään 9000 uraanitonnia.

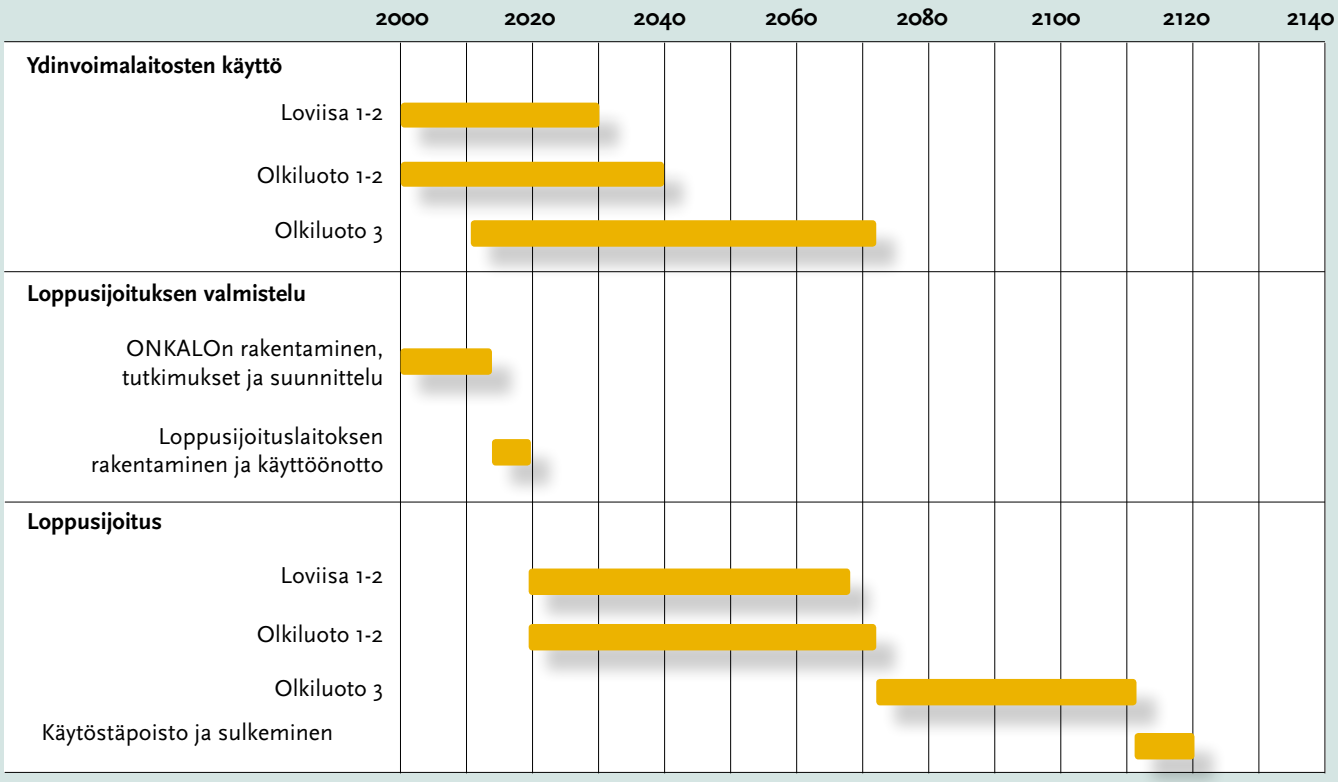
Posiva varautuu loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiseen valtioneuvostolle vuonna 2012. Säteilyturvakeskus sekä työ- ja elinkeinoministeriö ovat arvioineet Posivan rakentamislupahakemuksen laadinnan valmiusastetta Posivan toimittaman esiluvitusaineiston pohjalta. Viranomaisten rakentamislupavalmiudesta antamien lausuntojen perusteella Posivan hankkeen valmistelu on edennyt siten, että Posivalla on edellytykset jättää rakentamislupahakemus aikataulun mukaisesti vuonna 2012.

Loppusijoitus aloitetaan valtiovallan asettaman aikataulun mukaisesti noin vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosalueilla. Vuoden 2010 lopussa käytettyä ydinpolttoainetta oli välivarastoituna Olkiluodon ydinvoimalaitoksella noin 1290 tonnia ja Loviisan laitoksella noin 500 tonnia.

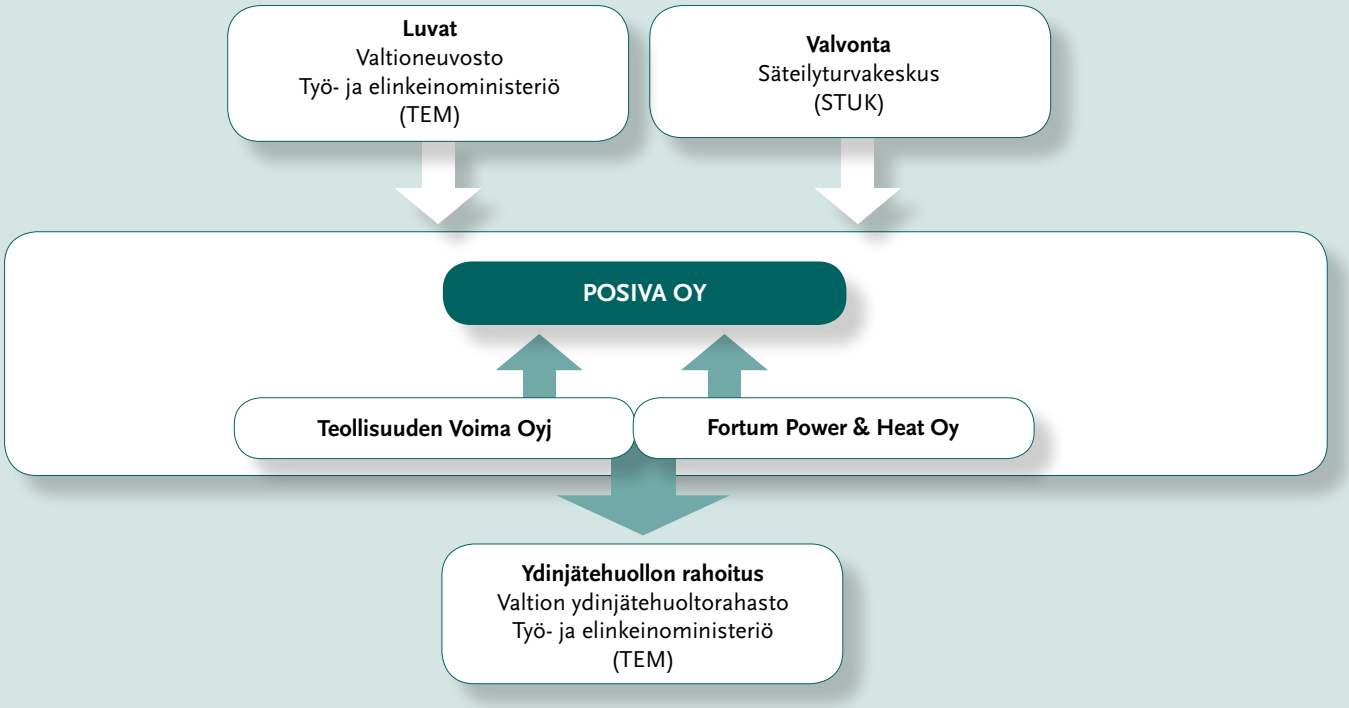
Käytetyn polttoaineen määrä



Loppusijoituksen kokonaisaikataulu



Ydinjätehuollon organisointi



Toimitusjohtajan katsaus

Ensimmäinen kokonainen vuosi Posivan toimitusjohtajana on takanani ja kaksi vuotta rakentamisluvan jättämiseen on edessä. Merkittäviä asioita on tapahtunut ja saatu aikaiseksi kuluneen vuoden aikana. Voidaankin sanoa, että Posiva etenee suunnitelmallisesti ja vakaasti kohti rakentamislupahakemuksen jättämistä vuonna 2012.

Posivan toiminta Fortumin ja TVOn käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta huolehtivana yrityksenä arvostettiin korkealle, kun valtioneuvosto teki 6.5.2010 periaatepäätöksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamisesta, todeten sen olevan yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Eduskunta vahvisti em. valtioneuvoston periaatepäätöksen 1.7.2010.

POSIVAn toimintaa ohjaa omistajien vuonna 2010 hyväksymä strategiakartta, joka määrittelee yhtiön arvot – vastuullisuus, luotettavuus, avoimuus ja pitkäjänteisyys – sekä vision, toiminta-ajatuksen ja tavoitetilat vuosille 2012 ja 2018. Strategiassa ovat määriteltyinä lisäksi tavoitteiden saavuttamisen kannalta keskeiset menestystekijät ja avaintoiminnot.

Tutkimustunneli ONKALOn rakentaminen on edennyt suunnitelmallisesti. Loppusijoitussyvyys 420 metriä saavutettiin kesäkuussa, mitä juhlittiin perinteisin pohjantervajaismenoin. ONKALOn rakentaminen on loppusuoralla. Kahden ilmastointi- ja yhden nostinlaitekuilun poraaminen lopulliseen syvyyteen sekä eräiden teknisten aputilojen louhiminen on enää jäljellä. Nämä työt valmistuvat vuoden 2011 aikana.

Myös maanpinnalla tapahtuu. Keväällä aloitettiin ilmastointi- ja nostinlaiterakennuksen rakentaminen. Rakennuksessa sijaitsevat ilmastointijärjestelmät huolehtivat maanalaisten loppusijoitustilojen ilmastoinnista. Rakennus on yhdistetty TVO:n laitosyksiköiltä saatavaan kaukolämpöön. Kaukolämpöputkiston rakentaminen Posivan työmaalle oli merkittävä ympäristöteko, koska näin voidaan hyödyntää laitosyksiköiltä muuten mereen menevää lämpöä Posivan tilojen lämmittämiseen.

ONKALOn louhinnan pääurakoitsija vaihtui vuoden 2010 aikana. Valintaprosessissa uudeksi urakoitsijaksi valittiin Destia Oy. Kalliotilojen louhintaa tullaan tekemään Olkiluodossa seuraavat 100 vuotta. Siksi urakoitsijan vaihtamisen yhtenä pyrkimyksenä on lisätä niiden yritysten ja henkilöiden määrää, joilla on loppusijoitustilojen louhinnan osaamista.

EU-komissio on toimittanut joulukuussa jäsenvaltioilleen kommentoitavaksi uuden ydinjätedirektiiviluonnoksen. Se määrittelee yhteiset EU:n perusvaatimukset jäsenvaltioilleen radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn polttoaineen hallinnoimiseksi ja käsittelemiseksi. Luonnos edellyttää kultakin EU:n jäsenvaltiolta ohjelmaa käytetyn polttoaineen hallinnoimiseksi ja käsittelemiseksi. Siinä tuodaan selvästi esiin, että kukin jätteen tuottaja eli käyttöluvan haltija on vastuullinen tuottamansa jätteen käsittelystä ja loppusijoittamisesta. Suomen ydinenergialainsäädäntö, jossa jätteen tuottajat velvoitetaan huolehtimaan syntyvistä jätteistään, täyttää kaikki direktiiviluonnoksen asettamat vaatimukset. Posiva toteuttaa lainsäädännön omistajilleen Fortumille ja TVO:lle asettamaa velvoitetta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta.

Posiva toimitti vuoden 2009 lopussa työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) ja Säteilyturvakeskukselle (STUK) selostuksen valmiudestaan jättää rakentamislupahakemus vuonna 2012. TEM ja STUK totesivat tekemissään arvioissa Posivan olevan etenemässä hyvin kohti lupahakemusvalmiutta. Mitään sellaista merkittävää puutetta, joka voisi vaarantaa lupahakemuksen jättämisen aikataulussaan, TEM tai STUK ei todennut lausunnoissaan. Työtä toki on vielä paljon jäljellä.

Olkiluodon kallioperätutkimuksia jatkettiin vuonna 2010 sekä maan pinnalla että ONKALOssa. Kahden uuden kairanreiän avulla tutkittiin kallioperän rakennetta sekä hankittiin lisätietoja pohjavedestä. ONKALOssa jatkettiin tutkimuksia louhinnan etenemisen myötä ja aloitettiin yksityiskohtaisia uusia tutkimuksia. Rakentamislupahakemuksen tueksi tuotettava turvallisuusperustelutyö etenee sille laaditun suunnitelman mukaisesti.

Posivan toiminta on lähivuosina muutosten edessä. Painotus tulee muuttumaan pitkään päätoimintoina olleista tutkimuksesta ja kehityksestä suunnittelun sekä rakentamisen kautta käyttöön. Tämä tulee näkymään myös muutoksena organisaatiossa ja vaadittavan osaamisen kehittämisessä. Osana tulevaan valmistautumisessa aloitettiin Posivan johtamisjärjestelmän kehittäminen vuoden 2010 alussa. Työn tuloksena päätettiin siirtyä perinteisestä linjaorganisaatiosta prosessijohtamismalliin. Prosessijohtamisella tehostetaan resurssien käyttöä, organisaatioiden välistä yhteistyötä ja tavoitteiden saavuttamista oikea-aikaisesti rakentamislupahakemuksen kannalta. Uusi johtamisjärjestelmä on valmis käyttöön otettavaksi vuoden 2011 alussa. Myös linjaorganisaatioon tehtiin muutoksia ja käyttö päätettiin ensimmäisen kerran ottaa mukaan omana toimintonaan.

Yhteistyö ruotsalaisen loppusijoitusyhtiön SKB:n kanssa on jatkunut hyvin tiiviinä. Kuluneen vuoden aikana merkittävimpiä yhteistyökohteita ovat olleet vaakasijoitusvaihtoehdon kehittäminen sekä Grönlannissa tapahtuva tutkimustyö jääkausi-ilmiöiden kuvaamiseksi turvallisuusperusteluun. POSIVAN rooli loppusijoitusyhteistyössä SKB:n kanssa tulee muuttumaan, koska SKB esitti suunnitelmissaan aloittavansa loppusijoitustoiminnan vasta vuoden 2027 jälkeen, kun taas Posiva käynnistää aikataulunsa mukaisesti loppusijoituksen noin 2020. SKB tulee kuitenkin jättämään rakentamislupahakemuksen jo vuoden 2011 maaliskuussa. Sen käsittelyä tullaan Posivassa seuraamaan luonnollisesti suurella mielenkiinnolla.

Eurooppalainen loppusijoitusyhteistyö tiivistyi merkittävästi, kun geologisen loppusijoituksen toteuttamiseen tähtäävän teknologiayhteisön "Implementing Geological Disposal – Technology Platform" (IGD-TP) työ lähti käyntiin ja yhteisö toimitti ehdotuksensa strategiseksi tutkimusohjelmaksi alan toimijoiden käsiteltäväksi. Yhteisön tavoitteena on kehittää ja tiivistää EU:n jäsenvaltioiden välistä ydinjäteyhteistyötä siten, että Euroopan ensimmäiset loppusijoituslaitokset saadaan toimintaan vuoteen 2025 mennessä.

Posivan ja sen omistajien pitkäjänteistä loppusijoitusohjelmaa on noudatettu lähes 30 vuotta. Sen toteuttaminen on vaatinut posivalaisilta, sen omistajilta sekä kaikilta työhön osallistuneilta asiantuntijoilta ja viranomaisilta vastuullisuutta, luottamusta tulevaisuuteen, pitkäjänteisyyttä ja avoimuutta sekä mielestäni myös ennakkoluulotonta toimintaa. Kiitos teille kaikille siitä hyvästä työstä, mitä olette tehneet ja tuloksista, jotka olette saavuttaneet.

Reijo Sundell
toimitusjohtaja
Posiva Oy

Päätapahtumat

Periaatepäätös loppusijoituslaitoksen laajentamisesta

Täysistunnossaan 1. heinäkuuta eduskunta päätti äänin 159–35 jättää voimaan valtioneuvoston periaatepäätöksen Olkiluodon loppusijoituslaitoksen laajentamisesta Olkiluoto 4 -yksikön käytetylle ydinpolttoaineelle. Päätös merkitsee Olkiluodon loppusijoituslaitoksen kapasiteetin lisäämistä enintään 2500 uraanitonnilla käytettyä ydinpolttoainetta. Kaikkiaan eduskunnan vahvistamien periaatepäätösten nojalla Olkiluotoon voidaan sijoittaa enintään 9000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.

ONKALOn pääurakoitsija vaihtui

Posiva valitsi vuoden vaihteessa ONKALOn viidennen tunneliurakan (TU5) pääurakoitsijaksi Destia Oy:n. Destian kanssa tehty sopimus käsittää ajotunnelin louhinnan teknisten tilojen tasolle -437 metrin syvyyteen sekä loppusijoitussyvyydelle (-420 m) rakennettavat testaus- ja demonstraatiotilat. Destia aloitti urakoinnin ONKALOn työmaalla toimintavuoden huhtikuussa.

ONKALO saavutti loppusijoitussyvyyden

Vuonna 2004 aloitettu ONKALOn louhinta eteni loppusijoitussyvyydelle, -420 m, toimintavuoden kesällä. Tunnelissa tehdyt tutkimukset ovat vahvistaneet maan pinnalta saatua käsitystä Olkiluodon kallioperän soveltuvuudesta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen. Maanalaisen tutkimuksen ohella kallioperätutkimukset jatkuivat myös maan pinnalla. Olkiluodon kallioperään kairattiin toimintavuonna järjestyksessään 55. syvä tutkimusreikä.

Posivan toimintajärjestelmä uudistettiin

Posivan toimintajärjestelmää kehitettiin prosessijohtamismallin avulla. Kehitystyössä tunnistettiin ja kuvattiin Posivan työ prosesseina. Niiden välinen työnjako ja vuorovaikutukset määriteltiin. Prosessijohtamisella tehostetaan resurssien käyttöä ja tavoitteiden saavuttamista Posivan loppusijoitushankkeessa. Uudistetun toimintajärjestelmän on tarkoitus astua voimaan alkuvuodesta 2011 viranomaishyväksynnän jälkeen.

Viranomaisarvio Posivan lupahakemusvalmiudesta

TEM ja STUK arvioivat vuonna 2009 jätetyn aineiston perusteella Posivan rakentamislupahakemusvalmiuden. Arvioissa todettiin Posivan olevan etenemässä hyvin kohti lupahakemusvalmiutta. TEM:n ja STUK:n toteamat puutteet liittyivät vielä työn alla oleviin tehtäväkokonaisuuksiin, ja kaikkea niihin liittyvää asiakirja-aineistoa ei ollut mahdollista liittää osaksi arvioitavaksi toimitettua aineistoa.

ONKALOn pohjantervajaisia vietettiin 17.6.2010. Tervaamassa rakennusjohtaja Pertti Huovinen (vasemmalla) ja varatoimitusjohtaja Timo Äikäs (oikealla)

Tutkimukset

Rakentamislupahakemukseen liitettävän turvallisuusperustelun (”Safety Case”) sisältöä on tarkistettu Säteilyturvakeskukselta saatujen suositusten perusteella. Uusitun suunnitelman mukaan loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden taustalla olevien toimintakykytavoitteiden määrittelyä ja toteutumista tullaan tarkastelemaan erillisissä raporteissa, joiden avulla toimintakykyvaatimusten käsittely pyritään saattamaan entistä läpinäkyvämmäksi ja systemaattisemmaksi. Muutokset ovat yhteydessä Posivan vaatimustenhallintajärjestelmän kehittämiseen ja vaatimuksenmukaisuustarkastelujen helpottamiseen tulevassa loppusijoituksen luvitusprosessissa. Kaikkia turvallisuusperustelun laadunvarmistusmenettelyjä on tarkennettu lähtötietojen hallinnan ja raporttien ennakkotarkastusten osalta. Kaikki turvallisuusperustelun pääraportit käyvät läpi tieteellisen julkaisutoiminnan periaatteiden mukaisen dokumentoidun tarkastusmenettelyn ennen niiden julkaisemista.

ONKALOssa on käynnistetty tai ollaan parhaillaan käynnistämässä useita pitkäaikaiskokeita, joilla pyritään varmistamaan eräiden kallioperän käyttäytymisestä esitettyjen mallien pätevyys Olkiluodon olosuhteissa. Tarkasteltavat ilmiöt liittyvät kallion jännitystilamuutosten vaikutuksiin, pohjaveden rikkiyhdisteiden käyttäytymiseen, virtausolosuhteisiin ja kallion kykyyn hidastaa pohjaveteen liuenneiden aineiden liikkumista. Kokeiden ei oleteta enää merkittävästi vaikuttavan Olkiluodon kallion soveltuvuudesta esitettyihin päätelmiin, mutta niillä on merkittävä

rooli turvallisuusperustelun lähtötietojen luotettavuuden kannalta.

Olkiluodon kallion soveltuvuustarkastelut ovat huipentumassa kallioluokittelutestiin. Posiva on useiden vuosien ajan kehittänyt menettelyä, jolla pitkäaikaisturvallisuusnäkökohtien perusteella on määritelty yleiset kallioperää koskevat vaatimukset loppusijoitustunnelien ja -reikien sijoittelulle ja niiden pohjalta edelleen käytännön kriteerit vaatimustenmukaisuuden toteamiselle itse kalliotiloissa. Menettely testataan kahdessa ONKALOon louhittavassa tunnelissa, joiden louhinta alkaa vuoden 2011 alussa.

Huomattava osa Posivan tutkimuksesta suuntautuu nykyisin loppusijoituksessa käytettävien savimateriaalien ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen. Erityishuomiota on pantu bentoniittisaven käyttäytymiseen nykyisestä poikkeavissa, jääkausia edeltävissä tai niiden jälkeisissä oloissa.

Yhtenä osana näitä tutkimuksia on Grönlannissa käynnissä oleva kansainvälinen GAP-projekti, jossa pyritään saamaan tietoa niistä olosuhteista, joihin bentoniittisavi joutuu tulevien jääkausien yhteydessä.

Testitunnelin pilottireiän kairausta loppusijoitussyvyydellä ONKALOssa.

Loppusijoitustekniikka

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelua jatkettiin. Työ painottui erilaisten järjestelmien yksityiskohtaisempaan suunnitteluun tulevan toteutuksen pohjaksi. Oman suunnittelukokonaisuuden muodostavat loppusijoitustoiminnassa tarvittavat siirto- ja asennuslaitteet, joita koskevassa suunnittelutyössä edettiin prototyyppivaiheeseen. Tärkeän osan työstä muodosti kapselointilaitoksen käsittelykammion laitteiden suunnittelu ja todennäköisyyspohjaisen analyysin valmistelu. Tätä varten tulevan laitoskokonaisuuden käyttötoiminnan prosessit mallinnettiin, minkä tuloksena saatiin toiminnan optimaalisen suorittamisen kannalta keskeiset parannus- ja lisäselvityskohteet.

Maanalaisten tilojen tulevan toteutuksen demonstrointi rakentamislupahakemuksen tarpeisiin tehdään ONKALOon louhittavien kahden tunnelin avulla. Louhinnan valmistelu tehtiin vuoden 2010 aikana. Tunnelit on tarkoitus toteuttaa loppusijoitustunneleita koskevien vaatimusten mukaisesti. Demonstraatiotunnelien toteutusta varten käytiin läpi asetetut vaatimukset, laadittiin työtä koskevat toteutussuunnitelmat sekä arvioitiin rakennuspaikan kallioperän soveltuvuutta esitutkimusten avulla. Tunnelien lattiaan tullaan poraamaan osana demonstraatiota myös kapselien sijoitusreikiä. Tätä varten suunniteltiin vuoden 2010 aikana työhön sopiva uusi porakone.

Loppusijoitusratkaisun tekninen kehitystyö painottui nk. tuotantolinjakuvausten laatimiseen rakentamislupahakemuksen sekä pitkäaikaisturvallisuusperustelun tarpeisiin. Tähän liittyvät kapselin, bentoniittipuskurin ja täytön suunnitelmaraportit valmistuivat vuoden aikana. Puskurin ja täytön osalta suunnittelu jatkuu yksityiskohtaisena suunnitteluna ja sen yhteydessä tehdään runsaasti kehitys- ja koetoimintaa yhteistyötahojen laboratorioissa. ONKALOssa aloitettiin myös puskurin kehittämiseen liittyvä koevalmistelu. Valmistustekniikoiden kehitystä ja testausta jatkettiin pitkäjänteisen ohjelman mukaisesti.

Loppusijoituksen referenssiratkaisuna olevan KBS-3-pystyratkaisun rinnalla on yhdessä ruotsalaisen SKB:n kanssa kehitetty useiden vuosien ajan vaakasijoitusvaihtoehtoa. Menossa olleen projektivaiheen työ saatiin päätökseen, tulokset arvioitiin sekä todettiin, että työ voi siirtyä seuraavaan suunniteltuun projektivaiheeseen. Siinä on tarkoituksena tehdä täyden mittakaavan asennuskoe Äspön kalliolaboratoriossa. Jatkoprojektin asettamisesta vuosiksi 2011–2014 sovittiin SKB:n kanssa loppuvuodesta. Osaa tulevasta projektista esitettiin EU:n 7. puiteohjelman projektiksi, mikä komission toimesta hyväksyttiinkin. Samaan LUCOEX-nimiseen projektiin hyväksyttiin mukaan myös posivavetoinen bentoniittipuskurin asennusta kehittävä projekti.

Posiva aloitti ONKALOssa kaksivuotisen bentoniittikokeen, jossa tutkimusperään porattiin kaksi koereikää. Niihin asennetaan metallikapseli ja sen ympärille bentoniittipuskuri.

ONKALOn ilmanvaihtorakennus saavutti harjakorkeuden loppuvuodesta.

Rakentaminen

Maanalaisen tutkimustilan eli ONKALOn ajotunnelin louhinnassa edettiin runsaat 500 metriä. Tunnelin kokonaispituus toimintavuoden lopussa oli 4 570 metriä. Loppusijoituksen taso (- 420 metriä) saavutettiin kesällä. Ajotunneli saavutti vuoden lopulla 434 metrin syvyyden.

Sähkö- ja LVI-töiden osalta ajotunnelissa edettiin noin 300 metriä. Molempien töiden osalta asennukset ulottuivat vuoden lopussa 3900 metriin.

Toimintavuoden aikana ONKALOn layout-suunnitelmaa kehitettiin edelleen tason -400 metriä alapuolisella osuudella. Samalla tarkennettiin sekä tutkimustarpeisiin että tekniseen huoltamiseen liittyviä tilatarpeita ja louhintatilavuuksia.

ONKALOn kallioteknistä toteutussuunnittelua jatkettiin niin ajotunnelin kuin kuilujenkin osalta. Kuilujen lujitustöiden vaihtoehtotarkastelut valmistuivat. Samoin sähkö-, LVI- ja rakennustöiden suunnittelu jatkui suunnitelmien mukaisesti.

Maanpäällisen alueen rakentamista jatkettiin ilmastointi- ja nostinlaiterakennuksen osalta. Ilmastointirakennuksen runkotyöt valmistuivat vuoden lopulla. Nostinlaiterakennuksen kellarikerroksen runko valmistui ja maanpäällinen rakentaminen pääsi alkuun vuoden lopulla.

Kansainvälinen yhteistyö

Ruotsin SKB on rinnan Posivan kanssa valmistautumassa loppusijoituslaitoksen luvitukseen lähivuosina ja lupahakemukset tulevatkin pitkälti perustumaan samanlaisiin teknisiin suunnitelmiin ja turvallisuusperusteluihin. Tämän on mahdollistanut vuonna 2001 solmittu ja sittemmin vuonna 2006 jatkettu sopimus laajasta, koko loppusijoitustekniikan kattavasta tutkimus- ja kehitysyhteistyöstä. SKB ja Posiva ovat yhdessä pyrkineet edistämään myös koko Euroopan kattavaa yhteistyötä geologisen loppusijoituksen alalla. Yhteistyön tehostamiseksi perustettu teknologiayhteisö ”Implementing Geological Disposal” tukeutuu paljolti SKB:n ja Posivan tarjoamaan sihteeristöpanokseen, josta merkittävä osa on vuonna 2010 suuntau-

tunut yhteisön strategisen tutkimusohjelman laatimiseen. Ohjelmaluonnos muodostaa pohjan helmikuussa 2011 Pariisissa järjestettävälle ensimmäiselle yhteistyöfoorumille ja myöhemmin ohjelma toimii perustana yhteisön pyrkimyksille saada ensimmäiset geologiset loppusijoituslaitokset toimintaan 2020-luvun puoleen väliin mennessä.

SKB-sopimuksen lisäksi Posivalla on kahdenkeskisiä yhteistyösopimuksia useiden muiden eurooppalaisten ja Euroopan ulkopuolisten maiden loppusijoituksesta vastaavien organisaatioiden kanssa. Posiva on aktiivisesti mukana myös OECD:n ydinenergiatoimiston käynnistämissä hankkeissa.

Yhteiskuntavastuu ja viestintä

Posivan loppusijoitushanke oli toimintavuonna esillä julkisuudessa poikkeuksellisen paljon, koska loppusijoituslaitoksen laajentamista Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn polttoaineen osalta käsiteltiin niin valtioneuvostossa kuin eduskunnassakin. Median kiinnostus Posivan loppusijoitushanketta ja ONKALOa kohtaa näkyi lukuisina toimittajien vierailuina Olkiluodossa.

Loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan uutisoinnin ohella Posiva tiedotti muun muassa rakentamislupahakemukseen ulottuvasta tutkimus- ja suunnittelutyön ohjelmasta kansainvälisen TKS-seminaarin yhteydessä Helsingissä. Toinen huomionarvoinen tiedotusaihe oli ONKALOn loppusijoitussyvyyden saavuttaminen ja sen kunniaksi järjestetty pohjantervaustilaisuus toimintavuoden kesällä.

Posiva osallistui ympäristömessuille Helsingissä lokakuussa.

Kansainvälinen TKS-seminaari järjestettiin Finlandia-talolla maaliskuussa.

Satakunnan alueella keskeinen viestintäkanava on ollut viidesti kotitalouksille jaettu Posiva Tutkii -lehti.

Kouluyhteistyötä jatkettiin Eurajoen yhteiskoulun yläasteen kanssa. Lisäksi Eurajoen lukion toisen vuoden opiskelijoille järjestettiin uravalintaan liittyvä geopäivä, jossa posivalaiset asiantuntijat kertoivat koulutuksestaan ja työstään.

Eurajoen kunnan ja Posivan välistä yhteistyötä koordinoiva ryhmä kokoontui kerran. Kokouksessa oli esillä muun muassa osapuolten ajankohtaiset tiedotusasiat, ONKALOn rakentaminen ja Olkiluodon paikkatutkimukset sekä loppusijoitushankkeen luvituksen eteneminen. Posivan asiat ovat olleet säännöllisesti esillä myös Teollisuuden Voima Oyj:n ja ympäristökuntien välisessä yhteistyötoimikunnassa.

Posivan toimintaan Olkiluodossa tutustui vuoden aikana 64 vierailijaryhmää ja noin 900 henkilöä. Olkiluodon vierailukeskuksessa kävi vuoden aikana runsaat 19 000 vierasta. Vierailukeskuksessa on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta käsittelevä näyttelykokonaisuus.

Ympäristövaikutusten hallinta

Yhtiön ympäristöasioista huolehditaan toimintajärjestelmän ja vuosittaisen ympäristöohjelman mukaisesti. Toimintajärjestelmälle myönnettiin helmikuussa 2010 ympäristöasioiden johtamisjärjestelmästandardiin ISO 14001 perustuva sertifikaatti. Järjestelmän määräaikaisauditointi pidettiin lokakuussa 2010. Posivan ympäristönäkökohtien arviointi päivitettiin syksyllä. Arvioinnin mukaan merkittä-

vimmät normaalin toiminnan ympäristönäkökohdat liittyivät ONKALOn rakentamiseen, jätteiden käsittelyyn ja energian käyttöön. Häiriötilanteita tarkasteltaessa merkittävimmäksi ympäristöriskiksi osoittautui kemikaalivuoto.

ONKALOn louhinnasta syntyi louhetta vuonna 2010 noin 60 000 m^3, josta pääosa käytettiin aluerakentamiseen. Tunnelin rakentamisessa käytettiin vettä noin 25 000 m^3. ONKALOn keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä oli noin 33 l/min. Tunnelista pumpatut vedet (käyttövesi ja vuotovedet) johdettiin selkeytyksen ja öljynerotuksen jälkeen avo-ojaa pitkin mereen. Veden laatua mitattiin säännöllisesti.

Vuoden aikana sattui yksi ympäristövahinko, jonka johdosta oltiin yhteydessä ympäristöviranomaisiin. Ympäristölle haitalliseksi luokiteltua merkkiainetta (NaI) sisältävää vettä pääsi valumaan maastoon. Alue puhdistettiin ympäristöviranomaisten ohjeiden mukaisesti.

Ympäristöohjelman tarkoituksena on vähentää yhtiön toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja. Vuoden 2010 ohjelman puitteissa muun muassa kehitettiin ONKALO-työmaan jätehuoltoa sekä edelleen jatkettiin kehitystyötä ympäristövahinkojen ennaltaehkäisyssä ja torjunnassa. Edellisenä kesänä tehty tutkimuskaivanto maisemoitiin puuntaimien istutuksella.

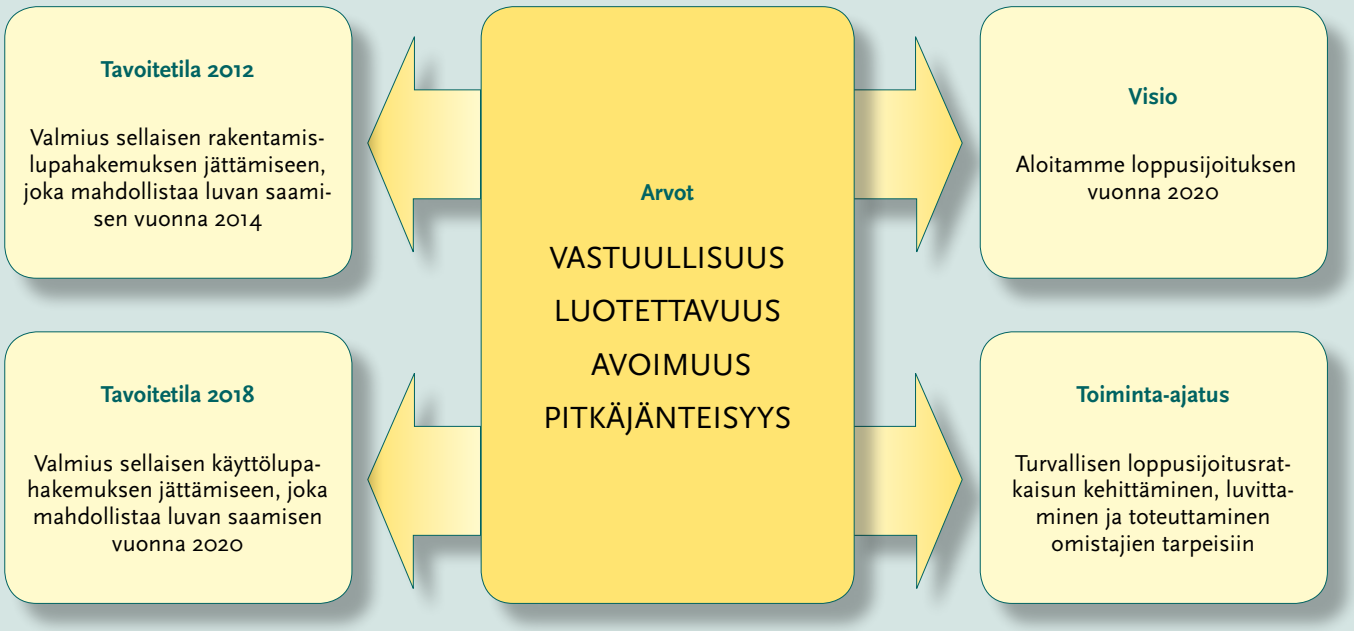
Toimintajärjestelmä

Posivan toimintajärjestelmä muodostuu käsikirjoista, jotka antavat yleiskuvan Posivan toiminnasta, ja niitä täydentävistä kuvauksista, toimintasäännöistä ja ohjeista. Toimintajärjestelmän tehtävänä on varmistaa, että Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitos täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset ja että Posivan toiminta on turvallista, oikea-aikaista ja kustannustehokasta.

Vuoden 2010 kuluessa toimintajärjestelmää kehitettiin prosessijohtamismallin avulla. Kehitystyössä tunnistettiin ja kuvattiin Posivan työ prosesseina. Niiden välinen työnjako ja vuorovaikutukset määriteltiin. Prosessijohtamisella tehostetaan resurssien käyttöä ja tavoitteiden saavuttamista Posivan loppusijoitushankkeessa. Uudistetun toimintajärjestelmän on tarkoitus astua voimaan alkuvuodesta 2011 viranomaishyväksynnän jälkeen.

Toimintajärjestelmän kattavuutta ja toimivuutta arvioivat johdon katselmukset pidettiin keväällä ja syksyllä. Posivan toimintajärjestelmän itsearviointi tehtiin syyslokakuussa. Viitekehyksenä käytettiin kansainvälisen atomienergiajärjestön johtamisjärjestelmiä koskevia suosituksia (GS-R-3). Toimintajärjestelmän toiminnan arvioimiseksi vuonna 2010 tehtiin neljä toimintajärjestelmän prosesseja koskevaa sisäistä auditointia. Lisäksi tehtiin toimittajaauditointeja merkittävimmille toimittajille.

Posivan strategiakartta 2010



ONKALOn ilmanvaihtorakennuksessa päästiin sisätiloihin toimintavuoden lopulla.

Det Norske Veritas teki 15.12.2008 myönnetyn johtamisjärjestelmästandardin ISO 9001 mukaisen laatusertifikaatin määräaikaisauditoinnit tammi- ja lokakuussa.

Riskienhallinta

Posivassa riskeiksi ymmärretään asiat, jotka voivat vaarantaa tavoitteiden saavuttamisen tai yhtiön toiminnan.

Riskienhallinta järjestetään kokonaisvaltaisesti Posivan omistajien asettamien toiminnan tavoitteiden ja hyvän hallintotavan mukaisesti. Posivan riskienhallinta tukee yhtiön strategiasuunnitelman ja siihen liittyvän hankesuunnitelman toteutumista pitkällä aikavälillä sekä toimintasuunnitelman toteutumista lyhyellä aikavälillä. Posivan riskienhallinta on järjestelmällistä toimintaa siten, että riskit tunnistetaan, arvioidaan ja niiden hallintakeinoja suunnitellaan, toteutetaan sekä seurataan tehokkaasti. Riskienhallintaa toteutetaan strategisella ja operatiivisella tasolla toimintajärjestelmään sisältyvien ohjeiden mukaisesti.

Vuoden 2010 aikana kehitettiin Posivalle kokonaisvaltaista riskienhallinnan toimintamallia. Riskienhallinnan periaatteet kirjattiin ja hallitus hyväksyi ne joulukuussa. Riskienhallinnan prosessikuvaus päivitettiin uuden toimintamallin mukaiseksi ja riskienhallintatyön tueksi tehtiin ohje. Toimintamallia testattiin ja edelleen kehitettiin pilottiprojektissa, jossa kohteena oli tekniset vapautumisesteet -prosessi. Toimintamallin sisällyttäminen osaksi koko Posivan toimintaa jatkuu 2011.

Edellisvuoden lopulla päivitetyn strategisten riskien riskikartan perusteella suunniteltuja riskienhallintatoimenpiteitä toteutettiin vuoden aikana. Syksyllä operatiivinen ryhmä päivitti strategisten riskien riskiarvion uuden toimintamallin mukaisesti.

Yhtiön merkittävimmät riskit liittyvät Posivan toimintaympäristössä tehtäviin päätöksiin, jotka vaikuttavat Posivan etenemiseen. Lisäksi riskejä sisältyy henkilöresurssien ja asiantuntemuksen saatavuuteen sekä kustannusten ennakoimattomiin muutoksiin esim. suunnitelmien muutosten tai kustannustason nousun johdosta.

Hallitus vasemmalta oikealle: Pekka Leskelä, Veijo Ryhänen, Reijo Sundell, Sami Hautakangas, Jarmo Tanhua.

Hallintoelimet

HALLITUS

Teollisuuden Voima Oyj
- Jarmo Tanhua, puheenjohtaja
- Veijo Ryhänen

Fortum Power and Heat Oy
- Sami Hautakangas
- Pekka Leskelä

Jenni Takala, sihteeri, Teollisuuden Voima Oyj

Posiva Oy:n toimitusjohtaja Reijo Sundell ja varatoimitusjohtaja Timo Äikäs ovat osallistuneet hallituksen kokouksiin.

Hallitus kokoontui seitsemän kertaa.

TOIMITUSJOHTAJA

Reijo Sundell

OPERATIIVINEN RYHMÄ

Reijo Sundell, puheenjohtaja

Jäsenet
- Markku Friberg, turvallisuuspäällikkö
- Pertti Huovinen, rakennusjohtaja
- Timo Seppälä, viestintäpäällikkö, sihteeri
- Anja Smeekes, talouspäällikkö
- Elisa Vahteristo, henkilöstöpäällikkö
- Juhani Vira, tutkimusjohtaja
- Timo Äikäs, varatoimitusjohtaja

Operatiivinen ryhmä kokoontui 23 kertaa.

Operatiivinen ryhmä
takarivissä vasemmalta oikealle: Timo Äikäs, Anja Smeekes, Timo Seppälä
eturivissä vasemmalta oikealle: Elisa Vahteristo, Juhani Vira, Pertti Huovinen, Reijo Sundell, Markku Friberg

HALLITUKSEN ASETTAMAT TOIMIKUNNAT

Tekninen toimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
- Liisa Heikinheimo
- Mikko Kosonen
- Juha Riihimäki

Fortum Power and Heat Oy
- Jari Tuunanen, puheenjohtaja
- Ilpo Kallonen
- Jyrki Kohopää

Posiva
- Juhani Vira
- Timo Äikäs
- Pertti Huovinen
- Kimmo Lehto, sihteeri

Toimikunta kokoontui neljä kertaa.

Taloustoimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
- Klaus Luotonen, puheenjohtaja
- Veijo Ryhänen
- Timo Palomäki

Fortum Power and Heat Oy
- Tiina Tuomela
- Sami Hautakangas
- Mikko Huopalainen

Posiva
- Reijo Sundell
- Anja Smeekes
- Jussi Palmu, sihteeri

Toimikunta kokoontui viisi kertaa.

Tilintarkastajat

KHT Eero Suomela, PricewaterhouseCoopers Oy:n nimeämänä
KHT Robert Kajander, Deloitte & Touche Oy:n nimeämänä

Omistusosuudet

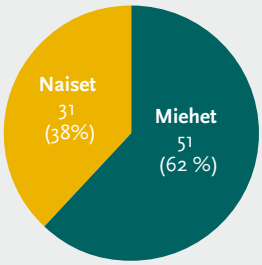
Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n yhteisyritys. Teollisuuden Voima Oyj:n omistusosuus on 60 % ja Fortum Power and Heat Oy:n 40 %.

Henkilöstö ja organisaatio

Henkilöstön määrä oli vuoden lopussa 92 (vuonna 2009: 88) henkilöä, kun mukaan lasketaan vakinaiset ja määräaikaiset työsuhteet. Vuoden aikana Posivan palveluksessa oli keskimäärin 96 (90) henkilöä, joista osa oli määräaikaisessa työsuhteessa ja kesätyössä. Yhtiöön palkattiin vuoden aikana viisi (12) uutta vakituista henkilöä pääasiassa erilaisiin ydinjätehuollon asiantuntijatehtäviin. Yhtiön palveluksesta erosi neljä (6) henkilöä, joista yksi (3) siirtyi eläkkeelle.

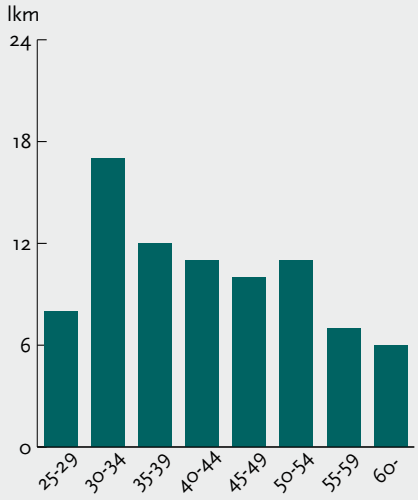
Vuoden 2010 aikana toteutettiin tukitoimintojen ja osaamisen johtamisen kehittämisprojekti. Uusille posivalaisille suunnattu ydinjätehuollon kurssi – ”Johdanto käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusarvioinnin perusteisiin” – integroitiin vuonna 2010 ensimmäistä kertaa toteutettuun kansalliseen ydinjätehuollon pilot-kurssiin, jota koordinoi Aalto-yliopisto. Vuosikoulutussuunnitelman mukaisesti sisäistä koulutusta järjestettiin myös muun muassa pitkäaikaisturvallisuuteen, pohjaveteen, esimiestaitoihin, viranomaisasioihin, työturvallisuuteen ja pelastukseen liittyvissä aiheissa. Sisäisten koulutusten lisäksi posivalaisia osallistui kansalliselle ydinalan kurssille sekä useisiin ulkopuolisiin oman alansa koulutuksiin ja seminaareihin. Posiva osallistuu asiantuntijana työ- ja elinkeinoministeriön asettamaan ydinvoima-alan osaamista varmistavia toimenpiteitä valmistelevaan työryhmään.

Energiateollisuuden uudet työehtosopimukset tulivat voimaan keväällä 2010. Työsuhdeasioita käsiteltiin henkilöstöryhmien työsuhdekokouksissa. Posivan koko henkilöstö on tulospalkkauksen piirissä. Tulospalkkio on mahdollista ohjata konsernin henkilöstörahastoon.

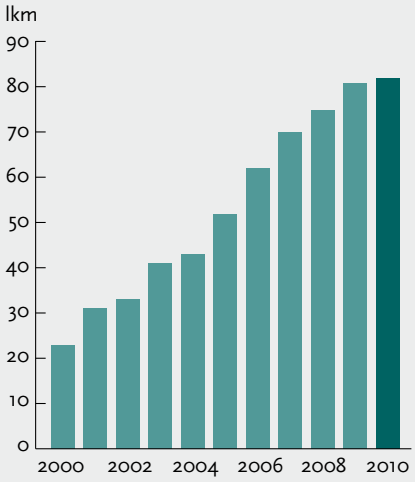


Sukupuolijakauma

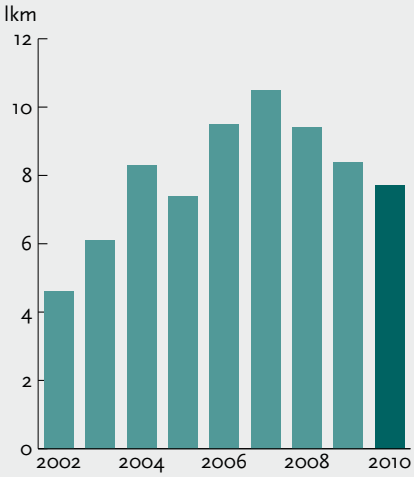
Posivan ikärakenne



Henkilöstömäärän kehitys

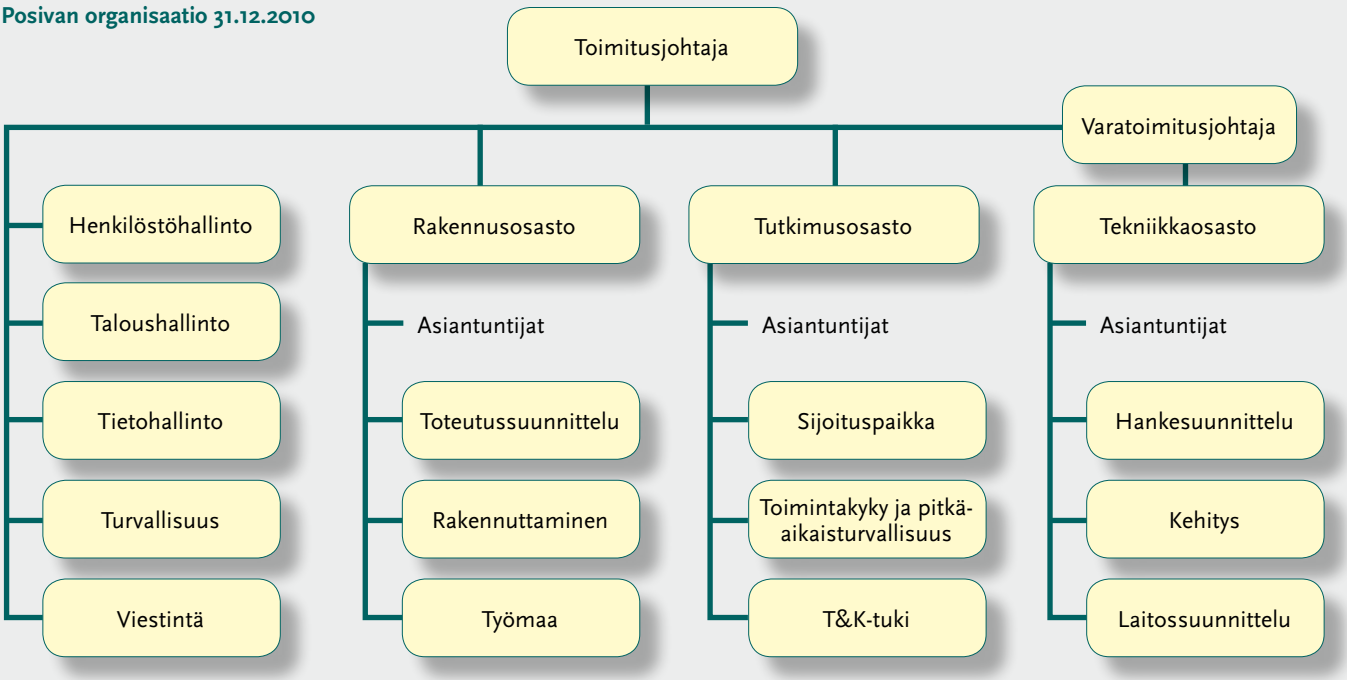


Koulutuspäivien määrä/hlö



Posivan henkilöstö Vuojoen kartanolla marraskuussa.

Posivan organisaatio 31.12.2010



Jännitystilamittausta ONKALOn ajotunnelissa loppusijoitussyvyydellä.

Toimitilat

Posivalla on toimitilat Eurajoella Olkiluodossa ja Vuojoen kartanossa. Olkiluodossa posivalaisia työskentelee sekä keskuskonttorin tiloissa että ONKALO-työmaan toimistorakennuksessa.

Talous ja rahoitus

Posivan osakkaat vastaavat yhtiön päätoimialaan – Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon ja sen edellyttämään tutkimus-, rakentamis- ja kehitystyöhön – liittyvistä kuluista, jotka veloittamalla yhtiö saa pääosan liikevaihdostaan. Sen lisäksi yhtiö tekee vähäisessä määrin muita toimeksiantoja omistajille ja ulkopuolisille asiakkaille. Yhtiön liikevaihto oli 60,5 (58,3) miljoonaa euroa, josta päätoimialan osuus oli 60,5 (58,1) miljoonaa euroa.

Posiva hoitaa ydinjätehuoltovelvollisten voimayhtiöiden – yhtiön omistajien – ydinenergialaissa säädettyjä ydinjätehuollon tehtäviä. Tämän mukaisesti yhtiö perii näistä toimenpiteistä vuosittain aiheutuneet kustannukset mukaan lukien käyttöomaisuuden hankintamenot. Koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa, on Posivan ydinjätehuollon menot silloinkin, kun kysymys on käyttöomaisuuden hankintamenosta, vähennetty kokonaan vuosikuluina. Jätehuoltovelvolliset varautuvat ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan laajuus

Posivan tämänhetkinen toiminta on pääasiassa loppusijoitusedellytysten selvittämiseen tähtäävää laaja-alaista tutkimus- ja kehitystyötä. Tutkimus- ja kehitystoimintaan käytettiin vuonna 2010 yhteensä noin 43,9 (45,8) miljoonaa euroa, mikä on 72,6 % (78,6 %) liikevaihdosta. Tutkimus- ja kehitystoiminta käsittää ONKALOn rakentamisen lisäksi maanpäälliset tutkimukset, kapselointi- ja loppusijoitustekniikan kehittämisen ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun.

Tunnusluvut

Yhtiön toimintaperiaatteen vuoksi taloudellisten tunnuslukujen esittäminen ei ole tarkoituksenmukaista liiketoiminnan, taloudellisen aseman tai tuloksen ymmärtämiseksi. Tilinpäätös ei osoita voittoa eikä tappiota.

Tilikauden päättymisen jälkeiset tapahtumat

Olennaisia liiketoiminnan kehittymiseen vaikuttavia tapahtumia ei ole ilmennyt.

Arvio todennäköisestä tulevasta kehityksestä

Yhtiön toiminnan arvioidaan jatkuvan alkaneella tilikaudella pääosin edellisen vuoden tapaan. Liikevaihdon arvioidaan kasvavan jonkin verran edellisestä tilikaudesta.

Voitonjako

Yhtiöllä ei ole vapaata omaa pääomaa, joten osinkoa ei voi jakaa.

ONKALO-työmaa sijaitsee vajaan kahden kilometrin päässä Olkiluodon ydinvoimalaitoksilta.

Tilinpäätös

TULOSLASKELMA

	1.1. - 31.12.2010	1.1. - 31.12.2009
Liikevaihto	60 518 853,76	58 316 524,12
Liiketoiminnan muut tuotot	131 665,21	131 848,44
Henkilöstökulut	-6 042 381,93	-5 847 095,61
Poistot	-374 453,01	-391 873,11
Liiketoiminnan muut kulut	-54 202 286,38	-52 104 704,29
Liikevoitto/-tappio	31 397,65	104 699,55
Rahoitustuotot ja -kulut	-27 987,22	-101 995,02
Voitto/tappio ennen satunnaisia eriä	3 410,43	2 704,53
Satunnaiset erät +/-	0,00	0,00
Voitto/tappio ennen tilinpäätössiirtoja ja veroja	3 410,43	2 704,53
Tuloverot	-3 410,43	-2 704,53
Tilikauden voitto/tappio	0,00	0,00

TASE

VASTAAVAA	31.12.2010	31.12.2009
Pysyvät vastaavat		
Aineettomat hyödykkeet		
Aineettomat oikeudet	10 544,25	10 324,38
Muut pitkävaikutteiset menot	1 352 485,83	1 660 471,58
	1 363 030,08	1 670 795,96
Aineelliset hyödykkeet		
Rakennukset	88 335,28	92 015,92
Koneet ja kalusto	184 414,10	231 033,58
	272 749,38	323 049,50
Sijoitukset		
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50	208 771,50
Muut lainasaamiset	4 499 316,69	4 832 443,52
	4 708 088,19	5 041 215,02
Pysyvät vastaavat yhteensä	6 343 867,65	7 035 060,48
Vaihtuvat vastaavat		
Lyhytaikaiset saamiset		
Myyntisaamiset	119 024,45	323 010,38
Lainasaamiset	333 126,78	325 764,48
Muut saamiset	479 378,67	108 835,76
Siirtosaamiset	1 614 761,90	1 423 900,00
	2 546 291,80	2 181 510,62
Rahat ja pankkisaamiset	15 922 459,40	12 886 054,31
Vaihtuvat vastaavat yhteensä	18 468 751,20	15 067 564,93
Vastaavaa	24 812 618,85	22 102 625,41

VASTATTAVAA		
Oma pääoma		
Osakepääoma	1 682 000,00	1 682 000,00
Edellisten tilikausien voitto/tappio	0,00	0,00
Tilikauden voitto/tappio	0,00	0,00
	1 682 000,00	1 682 000,00
Vieras pääoma		
Pitkäaikainen vieras pääoma	6 641 882,10	7 034 095,68
Lyhytaikainen vieras pääoma		
Saadut ennakkomaksut	2 300 641,10	1 492 146,46
Ostovelat	7 425 593,75	5 577 657,43
Muut velat	732 078,14	1 272 859,21
Siirtovelat	6 030 423,76	5 043 866,63
	16 488 736,75	13 386 529,73
Vastattavaa	24 812 618,85	22 102 625,41

RAHOITUSLASKELMA

1 000 €	2010	2009
Liiketoiminnan rahavirta		
Liikevoitto/-tappio	31	105
Oikaisut liikevoittoon/-tappioon *	374	402
Käyttöpääoman muutos **	2 737	1 129
Saadut korot	146	148
Maksetut korot	-173	-251
Maksetut välittömät verot	-2	0
Liiketoiminnan rahavirta	3 113	1 533
Investointien rahavirta		
Investoinnit aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin	-18	-11
Aineellisten ja aineettomien hyödykkeiden luovutustulot	1	34
Osakkeiden ostot	0	-7
Lainasaamisten takaisinmaksut	326	319
Investointien rahavirta	309	335
Rahoituksen rahavirta		
Pitkäaikaisten lainojen nostot	221	221
Pitkäaikaisten lainojen takaisinmaksut	-607	-601
Rahoituksen rahavirta	-386	-380
Rahavarojen muutos	3 036	1 488
Rahavarat 1.1.	12 886	11 398
Rahavarat 31.12.	15 922	12 886

* Oikaisut liikevoittoon/-tappioon		
Poistot ja arvonalentumiset	374	392
Pysyvien vastaavien myyntivoitot (-) tai -tappiot (+)	0	10
Yhteensä	374	402
** Käyttöpääoman muutos		
Korottomien saamisten lisäys (-) tai vähennys (+)	-359	-233
Lyhytaikaisten korottomien velkojen lisäys (+) tai vähennys (-)	3 096	1 362
Yhteensä	2 737	1 129

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2010

YHTIÖN PERUSTIEDOT

Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n yhteisyritys.
Jäljennöksiä Posivan tilinpäätöksestä on saatavilla internet-osoitteessa www.posiva.fi ja osoitteessa Olkiluoto, 27160 Eurajoki.

TILINPÄÄTÖKSEN LAADINTAPERIAATTEET

Arvostusperiaatteet ja -menetelmät sekä jaksotusperiaatteet ja -menetelmät

Pysyvien vastaavien arvostus
Aineettomat oikeudet, muut pitkävaikutteiset menot sekä koneet ja kalusto on aktivoitu välittömään hankintamenoon suunnitelmanmukaisilla poistoilla vähennettynä. Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistot.

Ydinenergialaissa tarkoitetun ydinjätehuoltoon hankitun käyttöomaisuuden hankintamenot on vähennetty kokonaan vuosikuluina, koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eivätkä Posivalle tulevaisuudessa tuloa.

Muun käyttöomaisuuden poistoajat ovat seuraavat:	Aineettomat oikeudet	10 vuoden tasapoisto
	Muut pitkävaikutteiset menot	10 vuoden tasapoisto
	Atk-ohjelmat	5 vuoden tasapoisto
	Koneet ja kalusto	25 % menojäännöspoisto

Tutkimus- ja tuotekehitysmenot
Tutkimus- ja tuotekehitysmenot on kirjattu vuosikuluiksi niiden syntymisvuonna.

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2010	2009
1. Liikevaihto		
Tuotot, päätoimiala	60 479 560,08	58 076 929,13
Tuotot, sivutoimiala, osakkaat	15 287,45	23 677,54
Tuotot, sivutoimiala, muut yritykset	24 006,23	215 917,45
Yhteensä	60 518 853,76	58 316 524,12
2. Liiketoiminnan muut tuotot		
Vuokratuotot	64 946,25	71 771,40
Saadut avustukset	66 071,54	46 687,31
Muut tuotot	647,42	13 389,73
Yhteensä	131 665,21	131 848,44
3. Henkilöstö		
Henkilöstön lukumäärä keskimäärin	96	90
Henkilöstön lukumäärä 31.12.	92	88
Henkilöstökulut		
Palkat ja palkkiot	5 017 543,96	4 819 845,88
Eläkekulut	779 967,60	822 227,33
Muut pakolliset henkilösivukulut	244 870,37	205 022,40
Yhteensä	6 042 381,93	5 847 095,61
4. Poistot		
Poistosuunnitelma		
Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistojen suuruiset.		
Suunnitelman mukaiset poistot		
Aineettomista oikeuksista	1 595,72	1 802,66
Muista pitkävaikutteisista menoista	307 985,75	309 505,74
Rakennuksista	3 680,64	3 834,00
Koneista ja kalustosta	61 190,90	76 730,71
Yhteensä	374 453,01	391 873,11

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2010	2009
5. Liiketoiminnan muut kulut		
Vuokrakulut	2 824 670,43	2 803 559,37
Infrastruktuuripalvelut	5 851 194,86	4 804 597,06
Tutkimuskulut	25 894 078,44	23 301 555,76
Onkalon tutkimustyöhön liittyvät kulut	13 542 009,99	15 519 282,17
Muut kulut	6 090 332,66	5 675 709,93
Yhteensä	54 202 286,38	52 104 704,29
Ydinjätehuoltoon kuuluvan käyttöomaisuuden hankintameno on vähennetty vuosikuluna (KPL 5:1§).	13 594 666,74	15 742 952,17
Tilintarkastajien palkkiot		
Tilintarkastus	18 000,00	12 000,00
Tilintarkastajan lausunnot	600,00	2 780,00
Yhteensä	18 600,00	14 780,00
6. Rahoitustuotot ja -kulut		
Korkotuotot ja muut rahoitustuotot		
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista	116 575,50	123 775,09
Muut korko- ja rahoitustuotot	29 083,31	23 877,68
Yhteensä	145 658,81	147 652,77
Korkokulut ja muut rahoituskulut		
Muille	173 646,03	249 647,79
Rahoitustuotot (+) ja -kulut (-) yhteensä	-27 987,22	-101 995,02

TASEEN LIITETIEDOT

7. Pysyvät vastaavat	Aineettomat oikeudet	Muut pitkävaikutteiset menot	Yhteensä
Aineettomat hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2010	42 107,91	3 260 179,14	3 302 287,05
Lisäykset	1 815,59	0,00	1 815,59
Hankintameno 31.12.2010	43 923,50	3 260 179,14	3 304 102,64
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	31 783,53	1 599 707,56	1 631 491,09
Suunnitelman mukaiset poistot	1 595,72	307 985,75	309 581,47
Kirjanpitoarvo 31.12.2010	10 544,25	1 352 485,83	1 363 030,08
	Rakennukset	Koneet ja kalusto	Yhteensä
Aineelliset hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2010	138 183,20	837 604,36	975 787,56
Lisäykset	0,00	15 004,55	15 004,55
Vähennykset	0,00	-770,00	-770,00
Hankintameno 31.12.2010	138 183,20	851 838,91	990 022,11
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	46 167,28	606 570,78	652 738,06
Vähennysten kertyneet poistot	0,00	-336,87	-336,87
Suunnitelman mukaiset poistot	3 680,64	61 190,90	64 871,54
Kirjanpitoarvo 31.12.2010	88 335,28	184 414,10	272 749,38

Sijoitukset	2010	2009
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50	208 771,50
Muut lainasaamiset	4 499 316,69	4 832 443,52
Yhteensä	4 708 088,19	5 041 215,02

TASEEN LIITETIEDOT

	2010	2009
8. Siirtosaamisten olennaiset erät		
Vuokramenoennakko	1 548 190,00	1 327 020,00
Muut tulojäämät	64 265,00	55 200,00
Muut menoennakot	2 306,90	41 680,00
Yhteensä	1 614 761,90	1 423 900,00
9. Osakepääoma		
Osakepääoma 1.1.	1 682 000,00	1 682 000,00
Osakepääoman muutos	0,00	0,00
Osakepääoma 31.12.	1 682 000,00	1 682 000,00
10. Velat, jotka erääntyvät myöhemmin kuin viiden vuoden kuluttua	5 228 472,96	5 697 303,51
11. Siirtovelkojen olennaiset erät		
Korot	1 982,07	1 813,19
Palkat sosiaalikuluineen	1 597 186,37	1 468 142,57
Arviot laskuttamattomista suoritteista	4 431 255,32	3 573 910,87
Yhteensä	6 030 423,76	5 043 866,63
12. Vastuusitoumukset		
Muut vuokravastuut		
Alle vuoden sisällä erääntyvät vuokravastuut	442 340,00	442 340,00
Myöhemmin erääntyvät vuokravastuut	5 308 080,00	5 750 420,00
Yhteensä	5 750 420,00	6 192 760,00

Posiva on vuokrannut Teollisuuden Voima Oyj:ltä Olkiluodosta maa-alueen ydinjätteen loppusijoitustoimintaa varten. Vuokra-aika on 1.7.2003 – 30.6.2103. Vuokrasopimus on irtisanottavissa, jos vuokra-alue osoittautuu loppusijoitukseen sopimattomaksi. Vuokra tarkistetaan elinkustannusindeksin mukaisesti kahden vuoden välein. Vuokran määrä vuonna 2010 oli 394 999,24 € (395 132,80 € vuonna 2009).

TOIMINTAKERTOMUKSEN JA TILINPÄÄTÖKSEN ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 24. päivänä helmikuuta 2011

Jarmo Tanhua, pj

Pekka Leskelä

Veijo Ryhänen

Sami Hautakangas

Reijo Sundell, toimitusjohtaja

TILINTARKASTUSKERTOMUS

Posiva Oy:n yhtiökokoukselle

Olemme tilintarkastaneet Posiva Oy:n kirjanpidon, tilinpäätöksen, toimintakertomuksen ja hallinnon tilikaudelta 1.1.-31.12.2010. Tilinpäätös sisältää taseen, tuloslaskelman, rahoituslaskelman ja liitetiedot.

Hallituksen ja toimitusjohtajan vastuu

Hallitus ja toimitusjohtaja vastaavat tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisesta ja siitä, että ne antavat oikeat ja riittävät tiedot Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten mukaisesti. Hallitus vastaa kirjanpidon ja varainhoidon valvonnan asianmukaisesta järjestämisestä ja toimitusjohtaja siitä, että kirjanpito on lainmukainen ja varainhoito luotettavalla tavalla järjestetty.

Tilintarkastajan velvollisuudet

Velvollisuutenamme on antaa suorittamamme tilintarkastuksen perusteella lausunto tilinpäätöksestä ja toimintakertomuksesta. Tilintarkastuslaki edellyttää, että noudatamme ammattieettisiä periaatteita. Olemme suorittaneet tilintarkastuksen Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti. Hyvä tilintarkastustapa edellyttää, että suunnittelemme ja suoritamme tilintarkastuksen hankkiaksemme kohtuullisen varmuuden siitä, onko tilinpäätöksessä tai toimintakertomuksessa olennaista virheellisyyttä, ja siitä, ovatko hallituksen jäsenet tai toimitusjohtaja syyllistyneet tekoon tai laiminlyöntiin, josta saattaa seurata vahingonkorvausvelvollisuus yhtiötä kohtaan, taikka rikkoneet osakeyhtiölakia tai yhtiöjärjestystä.

Tilintarkastukseen kuuluu toimenpiteitä tilintarkastusevidenssin hankkimiseksi tilinpäätökseen ja toimintakertomukseen sisältyvistä luvuista ja niissä esitettävistä muista tiedoista. Toimenpiteiden valinta perustuu tilintarkastajan harkintaan, johon kuuluu väärinkäytöksestä tai virheestä johtuvan olennaisen virheellisyyden riskien arvioiminen. Näitä riskejä arvioidessaan tilintarkastaja ottaa huomioon sisäisen valvonnan, joka on yhtiössä merkityksellistä oikeat ja riittävät tiedot antavan tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisen kannalta. Tilintarkastaja arvioi sisäistä valvontaa pystyäkseen suunnittelemaan olosuhteisiin nähden asianmukaiset tilintarkastustoimenpiteet mutta ei siinä tarkoituksessa, että hän antaisi lausunnon yhtiön sisäisen valvonnan tehokkuudesta. Tilintarkastukseen kuuluu myös sovellettujen tilinpäätöksen laatimisperiaatteiden asianmukaisuuden, toimivan johdon tekemien kirjanpidollisten arvioiden kohtuullisuuden sekä tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen yleisen esittämistavan arvioiminen.

Käsityksemme mukaan olemme hankkineet lausuntomme perustaksi tarpeellisen määrän tarkoitukseen soveltuvaa tilintarkastusevidenssiä.

Lausunto

Lausuntonamme esitämme, että tilinpäätös ja toimintakertomus antavat Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten mukaisesti oikeat ja riittävät tiedot yhtiön toiminnan tuloksesta ja taloudellisesta asemasta. Toimintakertomuksen ja tilinpäätöksen tiedot ovat ristiriidattomia.

Muut lausunnot

Puollamme tilinpäätöksen vahvistamista. Hallituksen esitys taseen osoittaman voiton käyttämisestä sekä muun vapaan oman pääoman jakamisesta on osakeyhtiölain mukainen. Puollamme vastuuvapauden myöntämistä hallituksen jäsenille sekä toimitusjohtajalle tarkastamaltamme tilikaudelta.

Helsingissä 17. päivänä maaliskuuta 2011

PricewaterhouseCoopers Oy
KHT-yhteisö

Eero Suomela
KHT

Itämerentori 2, PL 1015, 00101 Helsinki
kotipaikka Helsinki, y-tunnus 0486406-8

Deloitte & Touche Oy
KHT-yhteisö

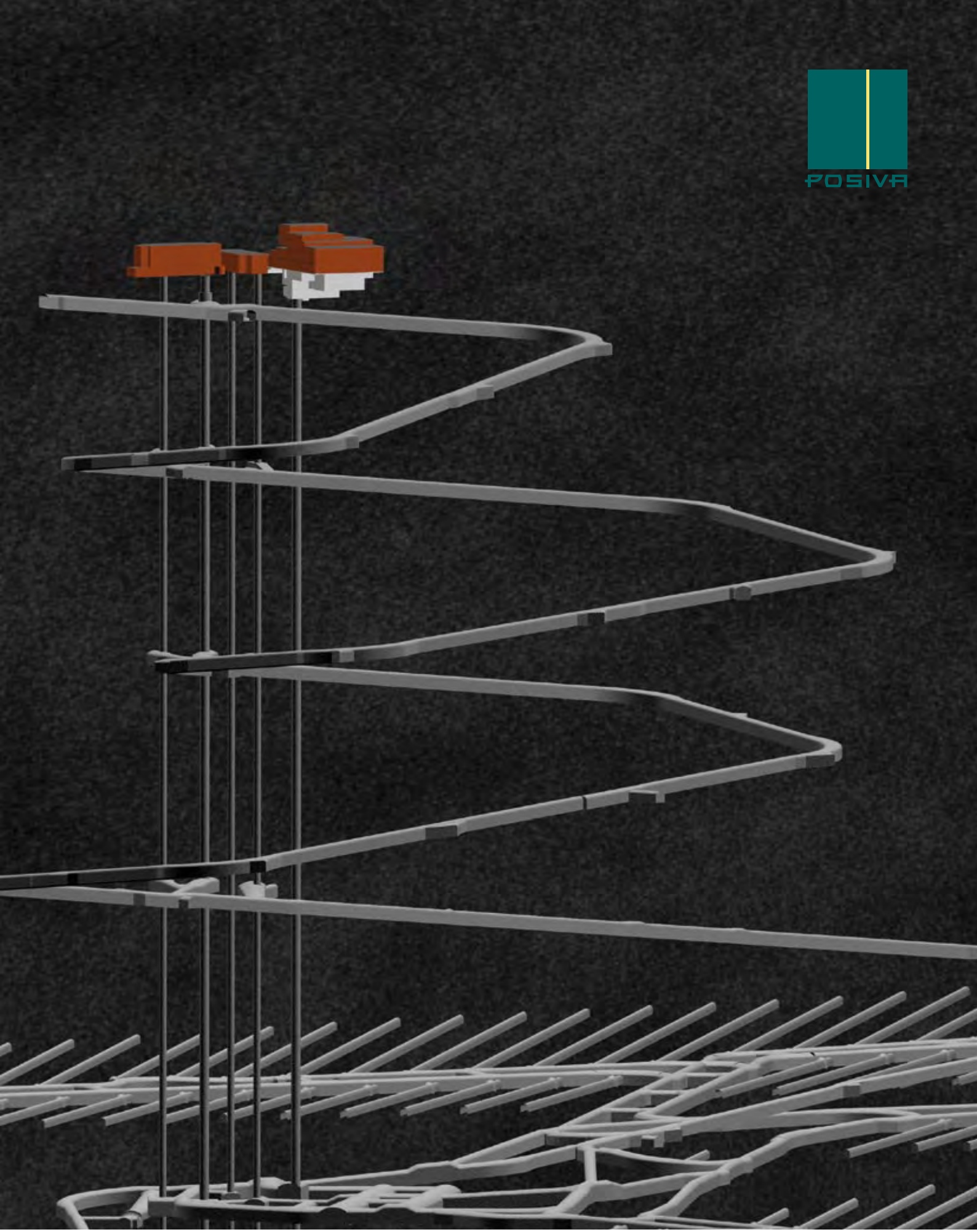
Robert Kajander
KHT

Porkkalankatu 24, 00180 Helsinki
kotipaikka Helsinki, y-tunnus 0989771-5

POSIVA

Posiva Oy
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3809
www.posiva.fi

POSIVA

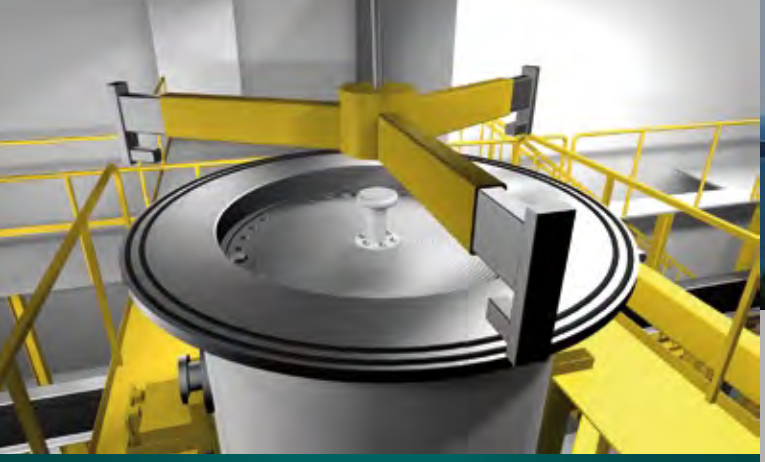


Vuosikertomus 2009

Sisällys

Posiva ja ydinjätehuolto 4
Toimitusjohtajan katsaus 6
Hallituksen toimintakertomus 8
Tilinpäätös 18

2009



Posiva ja ydinjätehuolto

Ydinjätteen tuottaja on ydinenergialain mukaisesti vastuussa kaikista ydinjätehuoltotoimenpiteistä ja niiden kustannuksista. Ydinjätehuoltovelvolliset Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum) perustivat vuonna 1995 Posiva Oy:n huolehtimaan omistajayhtiöidensä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta.

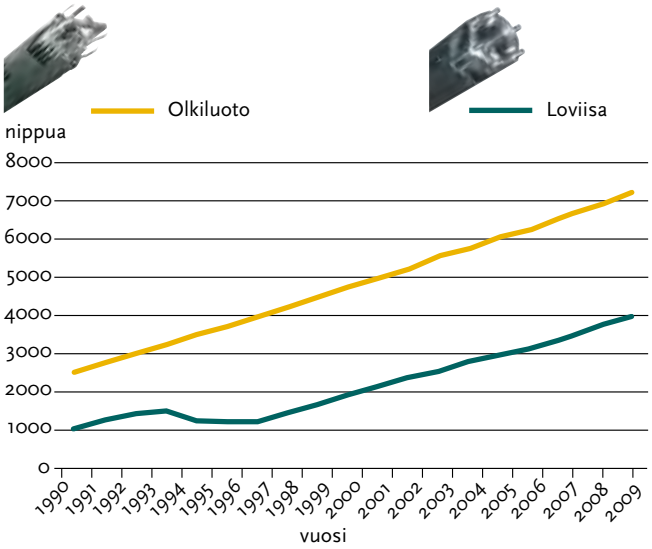
Ensivaiheessa yhtiö huolehtii loppusijoitukseen tähtäävästä tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä sekä myöhemmin loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä aina loppusijoituslaitoksen sulkemiseen asti. Posiva huolehtii myös hoitamiensa tehtävien viranomaisyhteyksistä sekä hankkii rakentamilleen ja käyttämilleen laitoksille tarvittavat luvat. Ydinjätehuollon vastuut ovat säilyneet ennallaan Posivan perustamisen jälkeen. TVO ja Fortum vastaavat edelleen tuottamastaan käytetystä polttoaineesta.

Eduskunnan vuonna 2001 vahvistaman periaatepäätöksen mukaan TVO:n ja Fortumin nykyisistä neljästä laitosyksiköstä kertyvä käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Eurajoen Olkiluotoon. Lisäksi vuonna 2002 tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös rakenteilla olevan OL3-laitosyksikön käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne. Nykyisten periaatepäätösten nojalla Olkiluotoon voidaan loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 6 500 uraanitonnia. Vuosina 2008 ja 2009 Posiva jätti valtioneuvostolle periaatepäätöshakemukset loppusijoituslaitoksen laajentamisesta käsittämään myös mahdollisen Olkiluoto 4 -yksikön ja Loviisa 3 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen, yhteensä 12 000 uraanitonnia.

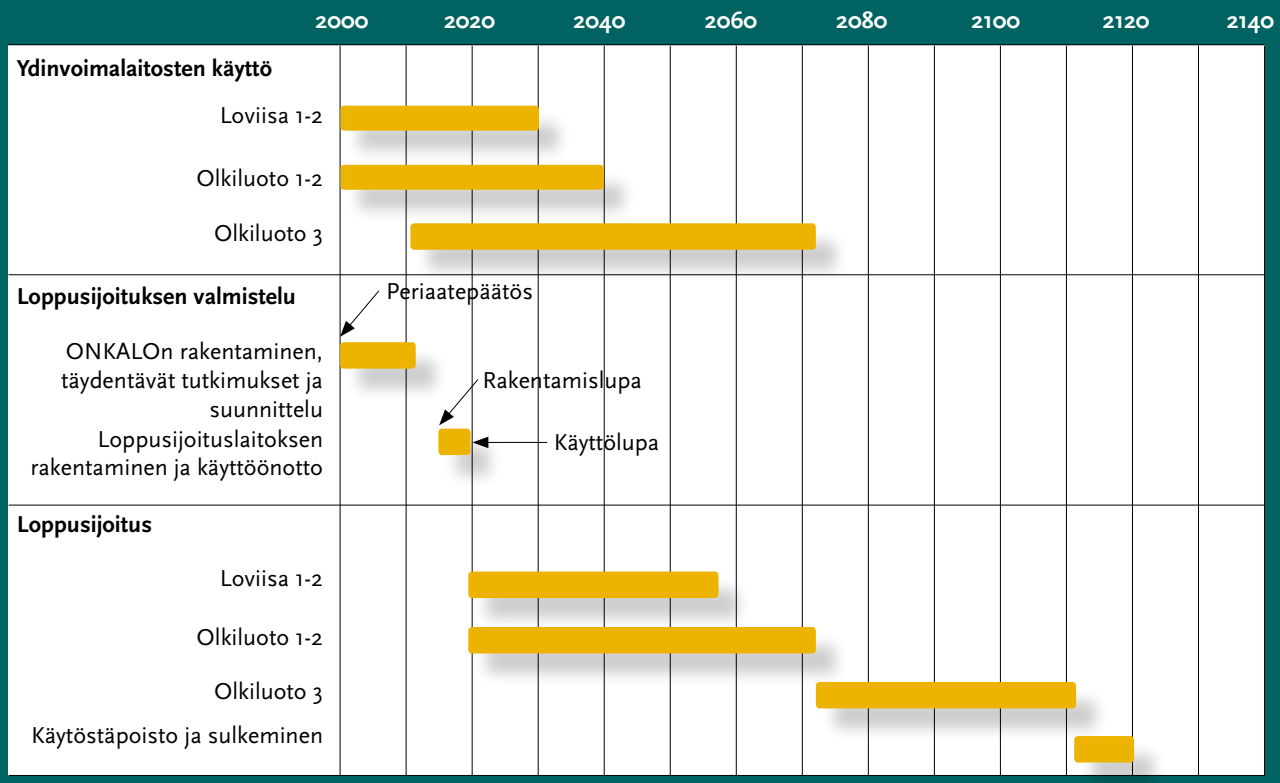
Posiva varautuu loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiseen valtioneuvostolle vuonna 2012. Rakentamislupavalmiuden arviointia varten Posiva jätti viranomaisille, työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) ja Säteilyturvakeskukselle (STUK), tätä koskevat selvitykset toimintavuonna. Niistä ilmenee, missä määrin rakentamislupahakemukseen tarvittava aineisto on valmis ja miltä osin dokumentaatiota on tarkoitus tulevien vuosien aikana täydentää.

Loppusijoitus on tarkoitus aloittaa valtiovallan asettamassa aikataulussa vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosalueilla. Vuoden 2009 lopussa käytettyä ydinpolttoainetta oli välivarastoituna Olkiluodon ydinvoimalaitoksella 1 255 uraanitonnia ja Loviisan laitoksella 477 uraanitonnia.

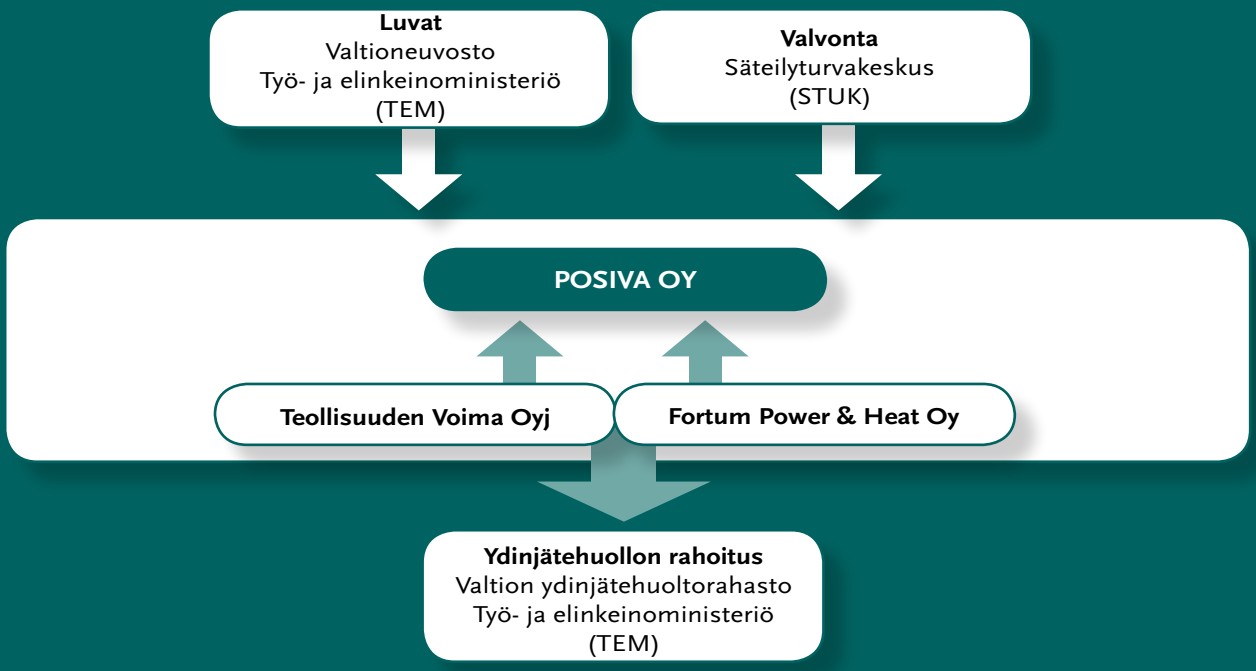
Käytetyn polttoaineen määrä



Loppusijoituksen kokonaisaikataulu



Ydinjätehuollon organisointi



Toimitusjohtajan katsaus

Vuosi 2009 oli Posivalle haasteellinen ja ennen kaikkea hyvin työntäyteinen. Alkuvuodesta hoidettiin loppuun Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi tarvittava YVA-menettely Fortum Oyj:n Loviisa 3 -laitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varten sekä Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varten tehdyn loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeneen periaatepäätöshakemuksen asiat. Lisäksi laadittiin Loviisa 3 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva periaatepäätöshakemus Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi.

Sarjassaan kolmas ydinjätehuollon kolmivuotinen tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluohjelma, ”TKS 2009”, 530-sivuinen raportti, laadittiin ensimmäistä kertaa uudistetun Ydinenergialain mukaan. Ohjelman laatimiseen osallistui lähes koko Posivan henkilökunta ja runsaasti ulkopuolisia asiantuntijoita niin Suomesta kuin ulkomailta. Työ saatiin valmiiksi suunnitellusti ja ydinjätehuoltovelvolliset Fortum sekä TVO toimittivat ohjelman työ- ja elinkeinoministeriöön syyskuun lopussa. TKS-ohjelma kolmelle seuraavalle vuodelle keskittyy rakentamislupahakemuksen laatimiseen Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle vuoden 2012 loppuun mennessä.

Syyskuun lopussa toimitettiin ministeriölle, sen vuonna 2003 tekemän päätöksen mukaisesti selostus Posivan valmiudesta rakentamislupahakemuksen jättämiseen vuonna 2012. Tämän lisäksi toimitettiin Säteilyturvakeskukselle ennakkoon arvioitavaksi luonnosaineisto lupahakemukseen liitettävästä muusta aineistosta. Ennakkoaineiston hyvä valmiusaste osoittaa, että Posiva etenee määrätietoisesti asetetun aikataulun mukaisesti kohti rakentamislupavaihetta ja suunnitelmien mukaista rakentamista.

Toimitetusta aineistosta Posiva odottaa saavansa viranomaislausunnon vuoden 2010 aikana. Posivan ja STUKin välillä on jo käynnistetty laaja keskustelu loppusijoitusjärjestelmien pitkäaikaisesta toimintakyvystä ja loppusijoituksen turvallisuuskysymyksistä sekä niihin liittyvästä tiedon tasosta. Näin tutkimus- ja kehitystyö pyritään kohdistamaan mahdollisimman tehokkaasti niiden asioiden perinpohjaiseen selvittämiseen, joihin vielä katsotaan sisältyvän epävarmuuksia.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskevat tekniset suunnitelmat valmistuivat ja raportoitiin vuoden lopussa. Tekniset suunnitelmat julkaistiin laitoskuvausasiakirjana, jossa on esitetty laitoksen rakenneratkaisut ja käyttötoiminta aina laitoksen sulkemisvaiheeseen asti. Uusien laitossuunnitelmien perusteella saatettiin ajan tasalle myös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva kokonaiskustannusarvio.

Loppusijoitusratkaisun kehittämistä on jatkettu pitkäjänteisen ohjelman mukaisesti. Ohjelmasta merkittävä osa tehdään yhteistyössä ruotsalaisen loppusijoitusyhtiön SKB:n (Svensk Kärnbränslehantering Ab) kanssa. Posivan ja SKB:n suunnitelmat perustuvat yhdenmukaiseen loppusijoitusratkaisuun, josta käytetään nimeä KBS-3.

Julkisuudessa on tuotu esiin jääkauden ja erityisesti ikiroudan sekä puhtaan veden kuparikorroosion aiheuttamat epävarmuudet loppusijoituksen turvallisuuteen. Posiva on ottanut yllä esitetyt asiat huomioon määritellessään tutkimukset sekä tieteelliset ja tekniset perusteet, joihin suunnitelmat pitkäaikaisturvallisuuden saavuttamiseksi pohjautuvat.

Posivan järjestyksessä toinen toimitusjohtaja Eero Patrakka jätti 1.7.2009 toimitusjohtajan tehtävät siirtyen eläkkeelle. Patrakan aikana Posivan toiminta kehittyi nykymuotoonsa, organisaatiota vahvistettiin, ONKALOn rakentaminen käynnistyi koko laajuudessaan ja tutkimusta päästiin toteuttamaan oikeissa loppusijoitusolosuhteissa. Eero Patrakan viitoittamaa polkua on hyvä kulkea eteenpäin.

Posiva on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoiminnan edelläkävijä maailmassa. Posivan lisäksi päätös loppusijoituksen aikataulusta ja toteutusratkaisusta on

tehty ainoastaan Ranskassa. Ruotsissa SKB päätti syksyllä 2009, että loppusijoituslaitos sijoitetaan Östhammarin kuntaan, jossa Forsmarkin laitosyksiköt sijaitsevat. Kapselointilaitos sijoitetaan Oskarshamnin laitospaikkakunnalle. Valtiovallan lopullinen hyväksyntä Ruotsissa saadaan rakentamisluvan myöntämisen yhteydessä. Ruotsin ja Ranskan aikataulut ovat Posivan aikataulusta muutamia vuosia jäljessä. Suomen ydinlaitosten luvitusprosessi on hyvä esimerkki siitä, miten ydinvoimalaitosyksiköiden käyttölupien myöntäminen ja loppusijoituksen toteuttaminen sidotaan toisiinsa.

Valtioneuvoston vuonna 1983 asettaman loppusijoitusaikataulun mukainen toiminta ja edelläkävijyys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen toteuttamisessa on edellyttänyt korkeaa asiantuntemusta, ennakkoluulotonta ja sinnikästä työskentelyä sekä korkeaa sitoutumisastetta ja moraalia asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Lämpimät kiitokset tästä työstä posivalaisille, ulkopuolisille asiantuntijoille ja kaikille mukana olleille.

Reijo Sundell
toimitusjohtaja
Posiva Oy

Hallituksen toimintakertomus 2009

Päätapahtumat

Periaatepäätöshakemus loppusijoituslaitoksen laajentamisesta 12 000 uraanitonnille

Posiva jätti valtioneuvostolle 13. maaliskuuta periaatepäätöshakemuksen Olkiluodon loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi Fortumin suunnitteleman Loviisa 3 -yksikön käytetylle ydinpolttoaineelle. Laajennuksen myötä loppusijoituslaitoksen kapasiteetti olisi 12 000 tU käytettyä ydinpolttoainetta. Määrä käsittää nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden, rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -yksikön (OL3) sekä suunnitteilla olevien Olkiluoto 4 - ja Loviisa 3 -yksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen.

ONKALOn tunneli ohitti neljän kilometrin paalun

Olkiluodon kallioperään louhittavan ONKALOn ajotunneli eteni neljä kilometriä lähes 400 metrin syvyyteen. Suunniteltu loppusijoitussyvyys -420 metriä saavutetaan vuoden 2010 alkupuolella. Tällöin paneudutaan muun muassa louhintatekniikan ja -menettelyjen soveltamiseen loppusijoitustiloihin.

ONKALOn maanpäällisessä rakentamisessa aloitettiin ilmanvaihto- ja nostinlaiterakennuksen maanrakennustyöt marraskuun loppupuolella. Ilmanvaihto- ja nostinlaiterakennus valmistuu vuoden 2011 aikana ja sen kautta hoidetaan myöhemmin ONKALOn ilmanvaihto.

TKS-2009-ohjelma valmistui

Posivan valmistelema käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyötä linjaava TKS-2009-ohjelma jätettiin työ- ja elinkeinoministeriölle ja Säteilyturvakeskukselle syksyllä. Ohjelmaraportissa kuvataan seuraavien kolmen vuoden aikana tehtävää tutkimus-, suunnittelu- ja kehitystyötä, jonka tarkoituksena on tuottaa vuonna 2012 jätettävän loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen edellyttämä valmius ja tarvittavat luvitusasiakirjat. TKS-2009-ohjelman ohella viranomaisille toimitettiin loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen esiluvitusaineisto (rakentamislupavalmiusselvitys). Aineisto osoittaa, mikä on loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemukseen tarvittavien selvitysten valmius tällä hetkellä ja miltä osin rakentamisluvan edellyttämä aineisto edellyttää vielä täydentämistä.

Posiva edistää ydinjätteen loppusijoituksen teknologiayhteistyötä Euroopassa

Korkea-aktiivisen ja pitkäikäisen ydinjätteen loppusijoitusohjelmia vauhdittamaan perustettiin uusi Euroopan komission tukema teknologiayhteisö (Technology Platform). Yhteisön taustalla ovat ydinjätehuollon toteutuksesta Euroopan eri maissa vastaavat organisaatiot, ja sen valmisteluun ovat keskeisesti osallistuneet sekä Posiva että ruotsalainen SKB. Yhteisön tavoitteena on keskinäistä yhteistyötä tiivistämällä vaikuttaa siihen, että pitkäikäisen ydinjätteen loppusijoitustilojen rakentamisprojekteja käynnistetään useissa Euroopan ydinvoimavaltioissa Suomen, Ruotsin ja Ranskan lisäksi. Näiden uusien projektien tavoiteaikatauluna on loppusijoituksen aloittaminen vuonna 2025.

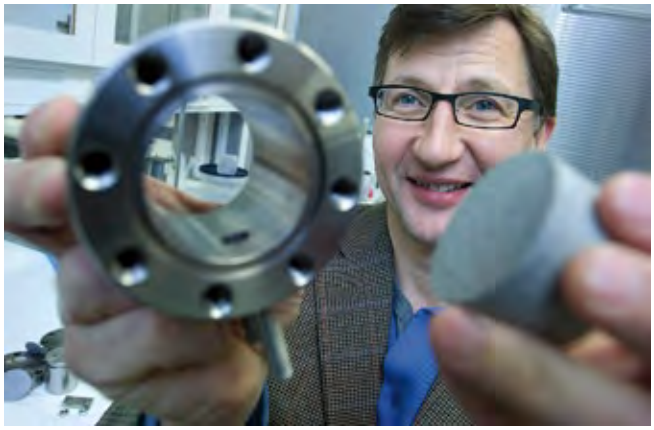
2009

Tutkimukset

Olkiluodon varmentavat paikkatutkimukset ovat saavuttamassa loppusuoran. ONKALOn louhinta on edennyt noin 400 metrin syvyydelle ja maanalaisissa tutkimuksissa päästään nyt tutkimaan suoraan kalliota, johon käytetyt polttoaineniput tullaan tulevaisuudessa sijoittamaan. Loppusijoituskallion karakterisointi perustuu edelleenkin pitkälti geologiseen kartoitukseen, hydraulisiin ja kalliomekaanisiin mittauksiin sekä kemialliseen näytteenottoon, mutta loppusijoitussyvyydelle edettäessä paino tulee entistä enemmän olemaan tutkimussyvennyksissä tehtävissä erilliskokeissa ja -mittauksissa. Näillä pyritään varmentamaan käsityksiä kallion pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkittävistä kemiallisista ja hydraulisista ominaisuuksista. Varmentavien tutkimusten viimeiselle vaiheelle on vuoden alkupuolella laadittu erillinen suunnitelma (”ReRoc” -ohjelma).

Ennen rakentamislupahakemuksen jättämistä tullaan myös käytännössä testaamaan koko se menettely, jolla loppusijoitustunnelien ja -reikien paikat aikanaan määritellään ja kyseiset tunnelit ja reiät louhitaan. Menettelyn perustana olevista loppusijoituskalliota koskevista kriteereistä, (”RSC” -kriteerit) on vuoden alkupuolella julkaistu alustava selvitys.

Turvallisuusperustelun (”Safety Case”) laatiminen jatkuu vuonna 2008 julkaistun suunnitelman mukaisesti. Turvallisuusperustelu muodostuu joukosta raportteja, joiden tarkoituksena on osoittaa, että tähän mennessä hankittu tietämys riittää loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden luotettavaan arviointiin ja että suunnitellulla loppusijoitusmenetelmällä saavutetaan viranomaisvaatimusten edellyttämä turvallisuustaso. Vuoden aikana pääpaino on ollut turvallisuusperustelun malleja ja lähtötietoja koskevan raportin alustavan version sekä tähänastisten pitkäaikaisturvallisuusselvitysten yhteenvedon laatimisessa. Merkittävä työ on tehty myös tarvittavan turvallisuusperustelua tukevan tutkimuksen suunnittelussa vuosille 2010 - 2012. Suunniteltu työ on yksityiskohtaisesti kuvattu TKS-2009-ohjelmassa, joka on parhaillaan viranomaisten arvioitavana. Työn painopisteistä on kuitenkin jo ohjelman laatimisen yhteydessä käyty laajaa keskustelua Säteilyturvakeskuksen asiantuntijoiden kanssa. Tällä keskustelulla on pyritty varmistamaan, että jatkossa tehtävä työ mahdollisimman tehokkaasti suuntautuu turvallisuuden kannalta keskeisten asioiden selvittämiseen.



Loppusijoitustekniikka

Vuonna 2009 raportoitiin kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitelma-aineisto. Suunnitelmissa kuvataan aikaisempaa yksityiskohtaisemmin laitoksen rakenne ja käyttötoiminta aina laitoksen suunniteltuun sulkemiseen saakka. Käyttötoiminnan turvallisuuden arviointi kuului osana suunnittelutyöhön. Suunnitelmien yhteenvetoaineisto, Laitoskuvaus 2009 -raportti, julkaistiin vuoden lopussa. Suunnitelmien perusteella saatettiin ajan tasalle myös laitoksen investointi- ja käyttökustannukset koko suunnitellun elinkaaren ajalta. Loppusijoitustoiminnan ja -tilojen mitoitus perustuu Olkiluodon ja Loviisan olemassa olevilta OL1-, OL2-, LO1-, LO2- sekä rakenteilla olevalta OL3-yksiköiltä kertyvän käytetyn polttoaineen määrään. Suunnitelmissa on otettu huomioon myös miten laitosta voidaan laajentaa, mikäli käytetyn polttoaineen määrä kasvaisi suunniteltujen OL4- ja LO3-laitosyksiköiden tuottaman käytetyn polttoaineen loppusijoitustarpeen takia.

Vuoden 2009 aikana loppusijoitusratkaisun tekninen kehitystyö loppusijoituskapselin osalta keskittyi kapselin kuparikannen sulkemis- ja tarkastustekniikan töiden raportointiin. Lisäksi panostettiin erityisesti kapselia ympäröivän bentoniittipuskurin kehitys- ja suunnittelutoimintaan. Kovaksi puristettu bentoniittisavi rajoittaa veden liikkumista kapselin läheisyydessä ja suojelee kapselia myös mekaanisesti. Painopistealueena ovat olleet puskurin valmistus- ja asennustekniikat. Valmistusmenetelmiä selvitettiin puristamalla koekappaleita, joista suurin oli painoltaan 3,5 tonnia. Kokeiden mukaan tiheysvaatimukset voidaan saavuttaa testatulla tekniikalla. Asennustekniikan alueella kehitettiin ja testattiin bentoniittisavikomponenttien käsittelylaitteita. Asennuskokeita tehtiin mitoiltaan oikean suuruiseen sijoitusreikään, joka oli konstruoitu maanpäälle tehdashalliin. Kokeet onnistuivat hyvin ja kehitetyt laitteistot toimivat suunnitellusti.

Rakentaminen

Maanalaisen tutkimustilan ONKALOn ajotunnelin louhinnassa edettiin noin 750 metriä. Tunnelin kokonaispituus toimintavuoden lopussa oli 4 059 metriä. Louhinnan etenemistä vuoden aikana hidasti rakovyöhykkeen R20 lävistys, johon liittyvät injektointityöt saatiin valmiiksi vuoden lopussa. Tunnelin syvyystaso oli noin 390 metriä. Louhittava kallio sinänsä ja sen kivilaatu, lukuun ottamatta ennalta tiedettyä rakovyöhykettä, oli odotetun ehyttä.

Kuilurakentamista jatkettiin nousuporaamalla halkaisijaltaan 3,5 metrin tuloilmakuilu -290 metrin tasolta maanpinnalle, jolloin kaikki kolme kuilua ovat samalla tasolla. Sekä sähkö- että LVI-töiden osalta ONKALOssa edettiin noin 800 metriä. Molempien töiden osalta asennukset ulottuivat vuoden lopussa 3 600 metriin.

Toimintavuoden aikana ONKALOn lay-out-suunnitelmaa kehitettiin edelleen -300 metrin tason alapuolisella osuudella. Samalla tarkennettiin niin tutkimustarpeisiin kuin tekniseen huoltamiseen liittyviä tilatarpeita ja louhintatilavuuksia.

ONKALOn kallioteknistä toteutussuunnittelua jatkettiin niin ajotunnelin kuin kuilujenkin osalta. Samoin sähkö-, LVI- ja rakennustöiden suunnittelu jatkui suunnitelmien mukaisesti.

Maanpäällisen alueen rakentamista jatkettiin muun muassa aloittamalla ilmastointi- ja nostinlaiterakennuksen maanalaista osaa koskevat, avolouhintana tehtävät louhintatyöt. Vuoden lopulla louhinnoista oli runsas puolet tehty. Lisäksi vuoden alkupuolella valmistuivat myös urakoitsijoiden käyttöön tarkoitetut kylmät varastotilat.

Loppusijoituksen KBS-3-referenssiratkaisussa loppusijoituskapselit sijoitetaan tunneleiden lattiaan porattuihin reikiin. Posiva on kehittänyt tämän rinnalla usean vuoden ajan yhdessä ruotsalaisen SKB:n kanssa vaakasijoitusvaihtoehtoa, jossa kapselit sijoitetaan bentoniittipuskurin ympäröimänä 200–300-metrisiin vaakasuoraan porattuihin reikiin. Kehitys- ja suunnittelutyöt saatettiin menossa olevan projektivaiheen osalta päätökseen vuonna 2009. Käynnissä on saatujen tulosten sekä kokemusten arviointi. Päätös ratkaisua koskevan kehitystyön jatkamisesta tehdään vuonna 2010.

Kansainvälinen yhteistyö

Posiva on pyrkinyt aktiivisesti edistämään eurooppalaisten ydinjätehuolto-organisaatioiden välistä yhteistyötä. Porissa Posivan isännöimässä kokouksessa vuonna 2005 aloitettu keskustelu eurooppalaisen teknologiayhteisön perustamisesta geologisen loppusijoituksen alalle kulminoitui syksyllä 2009 Brysselissä järjestettyyn ”Implementing Geological Disposal” -teknologiayhteisön perustamistilaisuuteen, johon osallistui pitkälti toista sataa korkean tason edustajaa eurooppalaisista ydinjätehuollon toteuttaja-, viranomais- ja TKS-organisaatioista.

Posiva on jo ennestäänkin laajassa yhteistyössä useiden maiden loppusijoituksesta vastaavien organisaatioiden kanssa ja aktiivisesti mukana muun muassa OECD:n ydinenergiatoimiston käynnistämissä hankkeissa ja useissa Euroopan komission rahoittamissa yhteistyöprojekteissa. Erityinen paino on luonnollisesti yhteistyössä Ruotsin ydinvoimaloiden loppusijoituksesta vastaavan SKB:n kanssa. Käynnissä on muun muassa jatkotyö loppusijoituksen perusratkaisulle vaihtoehtoisen vaakasijoitusratkaisun (”KBS-3H”) kehittämiseksi.

Yhteiskuntavastuu ja viestintä

Loppusijoituslaitoksen laajentamista Loviisa 3 -yksikön ydinpolttoaineelle koskeva ympäristövaikutusten arviointimenettely saatiin päätökseen, kun yhteysviranomaisena toimiva TEM antoi arviointiselostuksesta lausuntonsa maaliskuussa. Lausunnon antamisen jälkeen Posiva jätti loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan periaatepäätöshakemuksen valtioneuvostolle. Periaatepäätöshakemukseen liittyvä julkinen kuulemistilaisuus pidettiin Eurajoen kunnantalolla kesäkuussa. Hakemuksen kuulemisaikana touko-kesäkuussa Posiva järjesti loppusijoituslaitoksen laajennusta ja sen turvallisuutta käsittelevät näyttelyt Eurajoen, Luvian, Nakkilan, Euran ja Rauman julkisissa tiloissa kuten kirjastoissa ja kunnanvirastoissa. Satakunnan asukkaita lähestyttiin myös Eurajoen toritapahtumissa ja Olkiluodon kesäpäivillä heinäkuussa.

Olkiluodon loppusijoituslaitoksen laajennuksen ohella toinen keskeinen uutisaihe oli Posivan TKS-ohjelman valmistuminen. Loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemukseen tähtäävää TKS-ohjelmaa esiteltiin Satakunnan medialle Eurajoella ja valtakunnan medialle Helsingissä järjestetyssä tilaisuudessa.

Satakunnan alueella keskeinen viestintäkanava on ollut Uusi Rauma- ja Satakunnan Viikko -lehtien välissä viidesti ilmestynyt Posiva Tutkii -liite. Posivan internetsivujen uudistustyö saatiin päätökseen toimintavuoden alussa.

Kouluyhteistyötä jatkettiin Eurajoen yhteiskoulun 7.- ja 8.-luokkien kanssa. Lisäksi Eurajoen lukion toisen vuoden opiskelijoille järjestettiin uravalintaan liittyvä geopäivä, jossa posivalaiset asiantuntijat kertoivat koulutuksestaan ja työstään.

Eurajoen kunnan ja Posivan välistä yhteistyötä koordinoiva ryhmä kokoontui kolme kertaa. Kokouksissa olivat esillä muun muassa osapuolten ajankohtaiset tiedotusasiat, Posivan YVA- ja periaatepäätösmenettelyt, ONKALOn rakentaminen, Olkiluodon paikkatutkimukset sekä Vuojoen kartanoon liittyvät asiat. Posivan asiat ovat olleet säännöllisesti esillä myös TVO:n ja ympäristökuntien välisessä kuntien yhteistyötoimikunnassa.

Posivan toimintaan Olkiluodossa tutustui vuoden aikana noin 80 vierailijaryhmää ja 1 000 henkilöä. Olkiluodon vierailukeskuksessa kävi vuoden aikana noin 19 000 vierasta. Vierailukeskuksessa on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta käsittelevä näyttelykokonaisuus.

Ympäristövaikutusten hallinta

Yhtiön ympäristöasioista huolehditaan Posivan toimintajärjestelmän ja vuosittaisen ympäristöohjelman mukaisesti. Toimintajärjestelmä kattaa ympäristöjärjestelmiä koskevan kansainvälisen standardin vaatimukset. Posivan ympäristönäkökohdat arvioitiin vuoden 2009 lopulla yhteistyössä QSE Systems Oy:n kanssa. Selvityksen mukaan merkittävimmät normaalin toiminnan ympäristönäkökohdat liittyivät ONKALOn rakentamiseen, kenttätutkimuksiin, jätteiden käsittelyyn ja energian käyttöön. Häiriötilanteita tarkasteltaessa merkittävimmiksi ympäristönäkökohdiksi osoittautuivat tulipalot ja kemikaalivuodot.

ONKALOn louhinnasta syntyi louhetta vuonna 2009 noin 31 000 m^3, josta pääosa käytettiin aluerakentamiseen. Tunnelin rakentamisessa käytettiin vettä noin 34 000 m^3. ONKALOn keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä oli noin 33 l/min. Tunnelista pumpatut vedet (käyttövesi ja vuotovedet) johdettiin selkeytyksen ja öljynerotuksen jälkeen avo-ojaa pitkin mereen. Veden laatua mitattiin säännöllisesti.

Ympäristöohjelman tarkoituksena on vähentää yhtiön toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja. Vuoden 2009 ohjelman puitteissa muun muassa kehitettiin ympäristönäkökohtiin liittyvää tiedon keruujärjestelmää (ympäristötase) sekä ONKALO-työmaan varautumista kemikaalivahinkoihin. Edellisenä kesänä tehdyt

tutkimuskaivannot maisemoitiin istutuksin, sekä yksi uusi tutkimuskaivanto sekä kaksi kairauspaikkaa (kolme reikää) suunniteltiin ja toteutettiin niin, että niistä aiheutui mahdollisimman vähän ympäristöhaittoja.

Toimintajärjestelmä

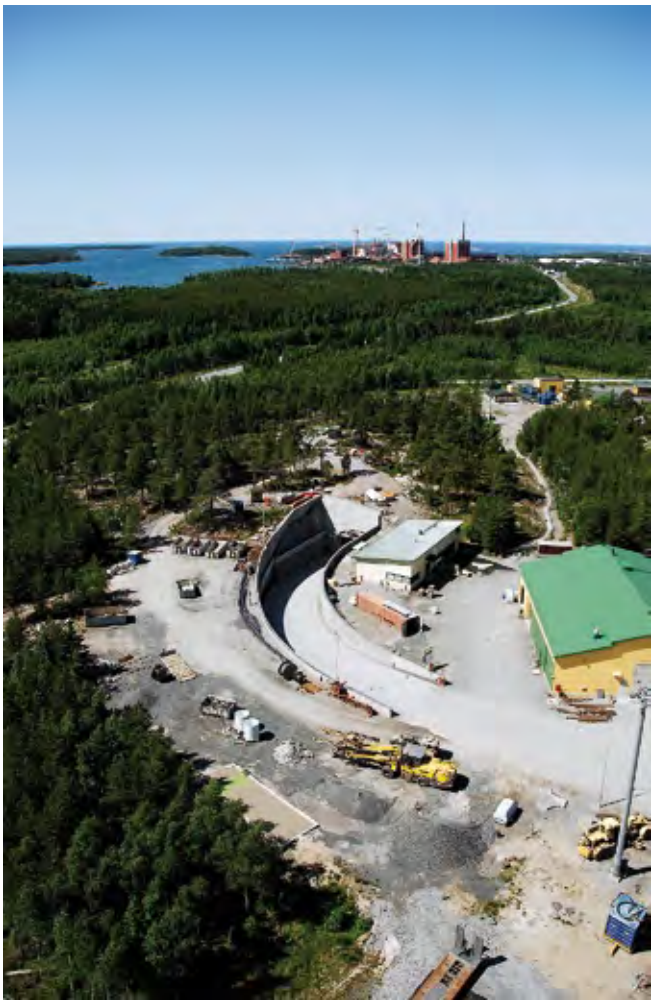
Posivan toimintajärjestelmä muodostuu käsikirjoista, jotka antavat yleiskuvan Posivan toiminnasta, ja niitä täydentävistä kuvauksista, toimintasäännöistä ja ohjeista. Toimintajärjestelmän tehtävänä on varmistaa, että Posivan loppusijoituslaitos täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset ja että Posivan toiminta on oikea-aikaista ja kustannustehokasta.

Vuoden 2009 kuluessa toimintakäsikirja päivitettiin muun muassa organisaatio- ja tehtävämuutosten johdosta. Toimintajärjestelmän muita osia päivitettiin ja täydennettiin useaan otteeseen vuoden 2009 aikana.

Det Norske Veritas tekee Posivalle 15.12.2008 myönnetyn johtamisjärjestelmästandardin ISO 9001:2000 mukaisen laatusertifikaatin määräaikaisauditoinnin tammikuussa 2010.

Posivan ympäristöjärjestelmän esiarviointi sertifiointiauditointia varten tehtiin marraskuussa. Varsinainen sertifiointiauditointi pidetään tammikuussa 2010.

Posivan toimintajärjestelmän itsearviointi tehtiin syyskuussa. Viitekehyksenä käytettiin kansainvälisen atomienergiajärjestön johtamisjärjestelmiä koskevia suosituksia (GS-R-3).



Riskienhallinta

Yhtiön yleistä riskienhallintaa hoidetaan toimintajärjestelmän ohjeistuksen mukaisesti. Strategisten riskien riskikartta päivitettiin ja varautumisen riittävyys arvioitiin loppuvuodesta. Lisäksi määritettiin tarvittavat lisätoimenpiteet merkittävimpien riskien hallitsemiseksi. Ne liittyvät kustannusten ennakoimattomiin muutoksiin esimerkiksi suunnitelmien muutosten tai kustannustason nousun johdosta sekä henkilöresurssien ja asiantuntemuksen saatavuuteen.

Hallitus vasemmalta oikealle: Pekka Leskelä, Reijo Sundell, Jarmo Tanhua, Arvo Vuorenmaa, Veijo Ryhänen.

Johtoryhmä vasemmalta oikealle: Timo Seppälä, Juhani Vira, Pertti Huovinen, Reijo Sundell, Timo Äikäs.

Hallintoelimet

HALLITUS

Teollisuuden Voima Oyj
- Jarmo Tanhua, puheenjohtaja
- Veijo Ryhänen

Fortum Power and Heat Oy
- Pekka Leskelä
- Arvo Vuorenmaa

Jyrki Javanainen, sihteeri, Teollisuuden Voima Oyj

Posiva Oy:n toimitusjohtaja Eero Patrakka / Reijo Sundell on osallistunut hallituksen kokouksiin.

Hallitus kokoontui seitsemän kertaa.

TOIMITUSJOHTAJA

- Eero Patrakka (30.6.2009 saakka)
- Reijo Sundell (1.7.2009 alkaen)

JOHTORYHMÄ

- Puheenjohtaja Eero Patrakka (30.6.2009 saakka)
- Puheenjohtaja Reijo Sundell (1.7.2009 alkaen)

Jäsenet
- Pertti Huovinen, rakennusjohtaja
- Juhani Vira, tutkimusjohtaja
- Timo Äikäs, varatoimitusjohtaja

Sihteeri
- Timo Seppälä, viestintäpäällikkö

Johtoryhmä kokoontui 14 kertaa.

HALLITUKSEN ASETTAMAT TOIMIKUNNAT

Tekninen toimikunta

Teollisuuden Voima Oyj
- Mikko Kosonen, puheenjohtaja
- Pekka Pyy (16.4.2009 asti)
- Liisa Heikinheimo (17.4.2009 alkaen)
- Juha Riihimäki

Fortum Power and Heat Oy
- Ilpo Kallonen
- Jyrki Kohopää
- Jari Tuunanen

Posiva
- Juhani Vira
- Timo Äikäs
- Pertti Huovinen

Kimmo Lehto, toimikunnan ulkopuolinen sihteeri

Toimikunta kokoontui neljä kertaa.

Taloustoimikunta

Teollisuuden Voima Oyj
- Klaus Luotonen, puheenjohtaja
- Veijo Ryhänen
- Timo Palomäki

Fortum Power and Heat Oy
- Tiina Tuomela
- Sami Hautakangas
- Mikko Huopalainen

Posiva
- Eero Patrakka (30.6.2009 saakka)
- Reijo Sundell (1.7.2009 alkaen)
- Anja Smeekes
- Jussi Palmu, sihteeri

Toimikunta kokoontui viisi kertaa.

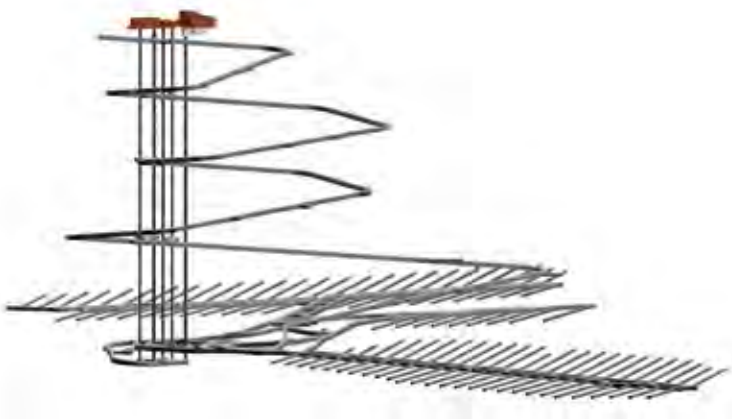
Tilintarkastajat

KHT Eero Suomela, PricewaterhouseCoopers Oy:n nimeämänä
KHT Robert Kajander, Deloitte & Touche Oy:n nimeämänä

Omistusosuudet ja konserni

Posiva Oy kuuluu PVO-konsernin TVO:n alakonserniin. PVO-konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, jonka kotipaikka on Helsinki. TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj (TVO), jonka kotipaikka on Helsinki.

Posiva Oy:n osakkaat ovat Teollisuuden Voima Oyj (60 %) ja Fortum Power and Heat Oy (40 %). Yhtiön osakkeiden lukumäärä on 10 000 kappaletta.

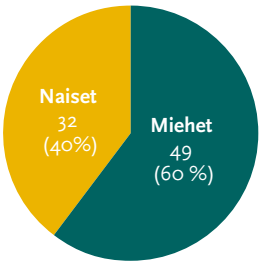


Henkilöstö ja organisaatio

Posivan toimitusjohtajana toimi 30.6.2009 saakka Eero Patrakka ja 1.7.2009 alkaen Reijo Sundell. Tekniikkaosaston johtaja Timo Äikäs nimitettiin 1.7.2009 varatoimitusjohtajaksi.

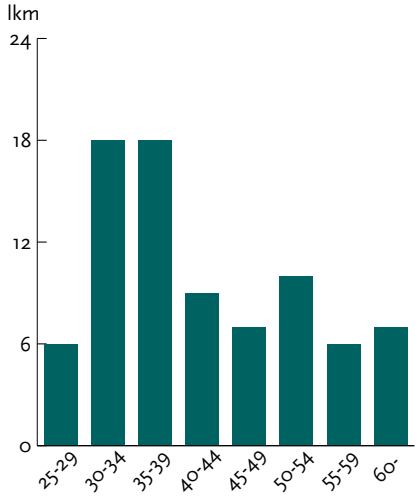
Henkilöstön määrä oli vuoden lopussa 88 (2008: 83) henkilöä. Vuoden aikana Posivan palveluksessa oli keskimäärin 90 (84) henkilöä, joista osa oli määräaikaisessa työsuhteessa ja kesätyössä. Yhtiöön palkattiin vuoden aikana 12 (9) uutta vakituista henkilöä pääasiassa erilaisiin ydinjätehuollon asiantuntijatehtäviin. Yhtiön palveluksesta erosi 6 (4) henkilöä, joista 3 (1) siirtyi eläkkeelle.

Työterveyslaitoksen kanssa toteutetun henkilöstökyselyn tuloksia käsiteltiin yhtiö- ja osastotasoilla, ja tulokset huomioitiin toiminnan kehittämisessä. Ydinjätehuollon peruskurssi järjestettiin yhteistyössä VTT:n ja muiden tahojen kanssa seitsemännen kerran. Vuosikoulutussuunnitelman mukaisesti sisäistä koulutusta järjestettiin myös muun muassa laitossuunnitteluun, pitkäaikaisturvallisuuteen, geotieteisiin, esimiestaitoihin, viranomaisasioihin, työturvallisuuteen ja pelastukseen liittyen. Sisäisten koulutusten lisäksi posivalaiset osallistuivat useisiin ulkopuolisiin oman alansa koulutuksiin ja seminaareihin. Posivan koko henkilöstö on tulospalkkauksen piirissä. Tulospalkkio on mahdollista ohjata konsernin henkilöstörahastoon.

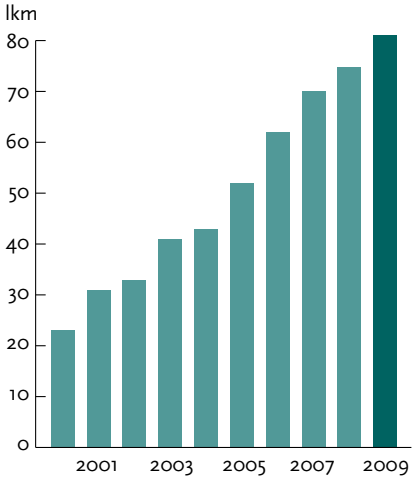


Sukupuolijakauma

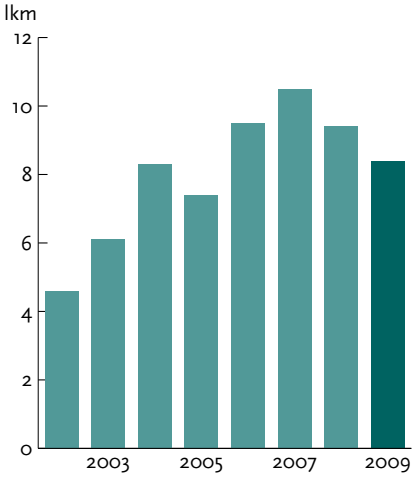
Posivan ikärakenne



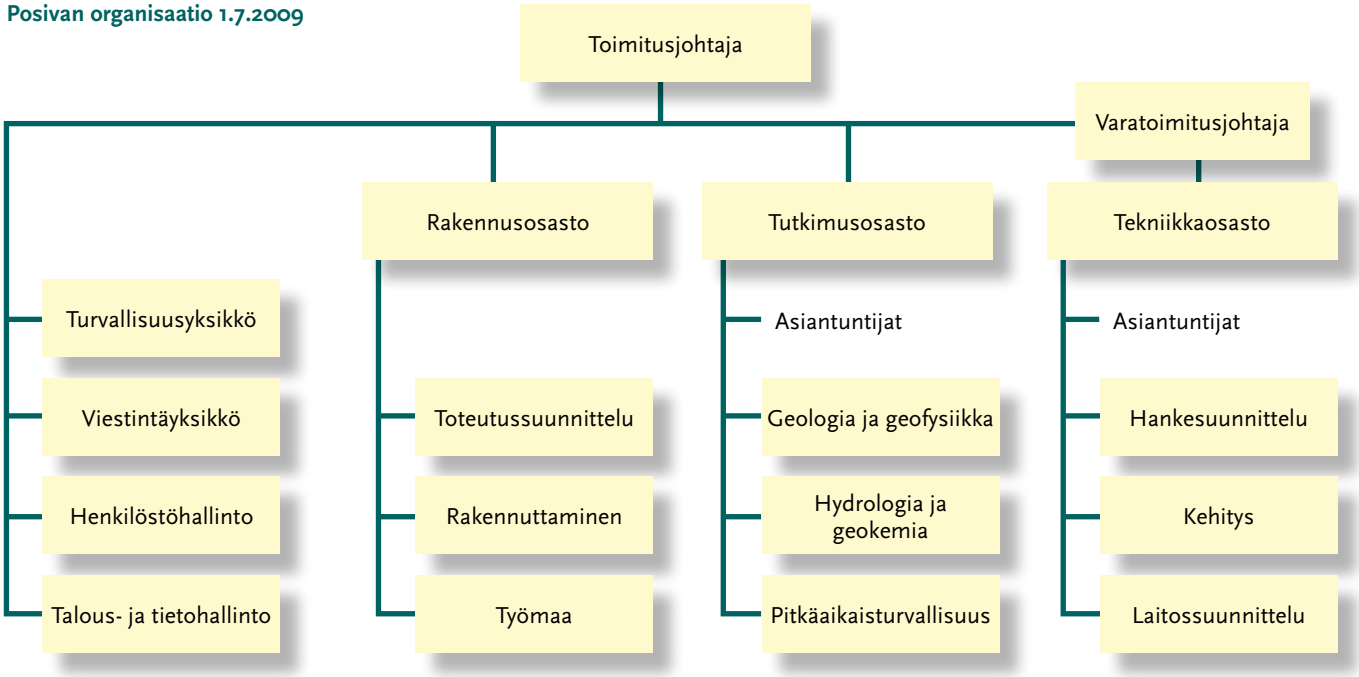
Henkilöstömäärän kehitys



Koulutuspäivien määrä/hlö



Posivan organisaatio 1.7.2009



Toimitilat

Posivalla on toimitilat Eurajoella Olkiluodossa ja Vuojoen kartanossa. Olkiluodossa posivalaisia työskentelee sekä keskuskonttorin tiloissa että ONKALO-työmaan toimistorakennuksessa.

Talous ja rahoitus

Posivan osakkaat vastaavat yhtiön päätoimialaan – Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon ja sen edellyttämään tutkimus- ja kehitystyöhön – liittyvistä kuluista, jotka veloittamalla yhtiö saa pääosan liikevaihdostaan. Sen lisäksi yhtiö tekee vähäisessä määrin muita toimeksiantoja omistajille ja ulkopuolisille asiakkaille. Yhtiön liikevaihto oli 58,3 (55,4) miljoonaa euroa, josta päätoimialan osuus oli 58,1 (55,0) miljoonaa euroa. Liikevaihto on kasvanut päätoimialan laajenemisen vuoksi.

Posiva hoitaa ydinjätehuoltovelvollisten voimayhtiöiden – yhtiön omistajien – ydinenergialaissa säädettyjä ydinjätehuollon tehtäviä. Tämän mukaisesti yhtiö perii näistä toimenpiteistä vuosittain aiheutuneet kustannukset mukaan lukien käyttöomaisuuden hankintamenot. Koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa, on Posivan ydinjätehuollon menot silloinkin, kun kysymys on käyttöomaisuuden hankintamenosta, vähennetty kokonaan vuosikuluina. Jätehuoltovelvolliset varautuvat ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan laajuus

Posivan tämänhetkinen toiminta on pääasiassa loppusijoitusedellytysten selvittämiseen tähtäävää laaja-alaista tutkimus- ja kehitystyötä. Tutkimus- ja kehitystoimintaan käytettiin vuonna 2009 yhteensä noin 45,8 (43,1) miljoonaa euroa, mikä on 78,6 % (77,8) liikevaihdosta. Tutkimus- ja kehitystoiminta käsittää ONKALOn rakentamisen lisäksi maanpäälliset tutkimukset, kapselointitekniikan kehittämisen ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun.

Tunnusluvut

Yhtiön toimintaperiaatteen vuoksi taloudellisten tunnuslukujen esittäminen ei ole tarkoituksenmukaista liiketoiminnan, taloudellisen aseman tai tuloksen ymmärtämiseksi. Tilinpäätös ei osoita voittoa eikä tappiota.

Tilikauden päättymisen jälkeiset tapahtumat

Olennaisia liiketoiminnan kehittymiseen vaikuttavia tapahtumia ei ole ilmennyt.

Arvio todennäköisestä tulevasta kehityksestä

Yhtiön toiminnan arvioidaan jatkuvan alkaneella tilikaudella pääosin edellisen vuoden tapaan. Liikevaihdon arvioidaan kasvavan jonkin verran edellisestä tilikaudesta.

Voitonjako

Yhtiöllä ei ole vapaata omaa pääomaa, joten osinkoa ei voi jakaa.

Tilinpäätös

TULOSLASKELMA

	1.1. - 31.12.2009	1.1. - 31.12.2008
Liikevaihto	58 316 524,12	55 389 339,53
Liiketoiminnan muut tuotot	131 848,44	121 087,09
Henkilöstökulut	-5 847 095,61	-5 240 048,03
Poistot	-391 873,11	-438 164,96
Liiketoiminnan muut kulut	-52 104 704,29	-49 900 374,44
Liikevoitto/-tappio	104 699,55	-68 160,81
Rahoitustuotot ja -kulut	-101 995,02	73 224,74
Voitto/tappio ennen satunnaiseriä	2 704,53	5 063,93
Satunnaiset erät +/-	0,00	0,00
Voitto/tappio ennen tilinpäätössiirtoja ja veroja	2 704,53	5 063,93
Tuloverot	-2 704,53	-5 063,93
Tilikauden voitto/tappio	0,00	0,00

TASE

VASTAAVAA		31.12.2009		31.12.2008
Pysyvät vastaavat				
Aineettomat hyödykkeet				
Aineettomat oikeudet	10 324,38		4 914,04	
Muut pitkävaikutteiset menot	1 660 471,58	1 670 795,96	1 969 977,32	1 974 891,36
Aineelliset hyödykkeet				
Rakennukset	92 015,92		95 849,92	
Koneet ja kalusto	231 033,58	323 049,50	348 267,75	444 117,67
Sijoitukset				
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50		201 871,50	
Muut lainasaamiset	4 832 443,52	5 041 215,02	5 178 801,51	5 380 673,01
Pysyvät vastaavat yhteensä		7 035 060,48		7 799 682,04
Vaihtuvat vastaavat				
Lyhytaikaiset saamiset				
Saamiset saman konsernin yrityksiltä	0,00		2 476,42	
Myyntisaamiset	323 010,38		285 822,29	
Lainasaamiset	325 764,48		297 971,40	
Muut saamiset	108 835,76		124 736,20	
Siirtosaamiset	1 423 900,00	2 181 510,62	1 213 365,91	1 924 372,22
Rahat ja pankkisaamiset		12 886 054,31		11 397 929,46
Vaihtuvat vastaavat yhteensä		15 067 564,93		13 322 301,68
Vastaavaa		22 102 625,41		21 121 983,72

VASTATTAVAA				
Oma pääoma				
Osakepääoma	1 682 000,00		1 682 000,00	
Edellisten tilikausien voitto (tappio)	0,00		0,00	
Tilikauden voitto (tappio)	0,00	1 682 000,00	0,00	1 682 000,00
Vieras pääoma				
Pitkäaikainen vieras pääoma				
Velat saman konsernin yrityksille	4 361 893,90		4 610 100,90	
Muut velat	2 672 201,78	7 034 095,68	2 821 140,58	7 431 241,48
Lyhytaikainen vieras pääoma				
Saadut ennakkomaksut	393 628,24		77 732,91	
Ostovelat	5 577 657,43		6 088 843,22	
Velat saman konsernin yrityksille	1 518 905,18		792 881,01	
Muut velat	899 069,56		421 686,11	
Siirtovelat	4 997 269,32	13 386 529,73	4 627 598,99	12 008 742,24
Vastattavaa		22 102 625,41		21 121 983,72

RAHOITUSLASKELMA

1 000 €	2009	2008
Liiketoiminnan rahavirta:		
Liikevoitto/-tappio	105	-68
Oikaisut liikevoittoon/-tappioon*	392	438
Käyttöpääoman muutos**	1 129	1 875
Saadut korot	148	392
Maksetut korot	-251	-317
Maksetut välittömät verot	0	-7
Liiketoiminnan rahavirta	1 523	2 313
Investointien rahavirta:		
Investoinnit aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin	-7	-104
Luovutustulot	40	0
Osakkeiden ostot	-7	-49
Lainasaamisten takaisinmaksut	319	298
Investointien rahavirta	345	145
Rahoituksen rahavirta:		
Pitkäaikaisten lainojen nostot	221	1 011
Pitkäaikaisten lainojen takaisinmaksut	-601	-583
Rahoituksen rahavirta	-380	428
Rahavarojen muutos	1 488	2 886
Rahavarat 1.1.	11 398	8 512
Rahavarat 31.12.	12 886	11 398
***Oikaisut liikevoittoon (-tappioon)**		
Poistot ja arvonalentumiset	392	438
Yhteensä	392	438
****Käyttöpääoman muutos**		
Korottomien saamisten lisäys (-) tai vähennys (+)	-233	-76
Lyhytaikaisten korottomien velkojen lisäys (+) tai vähennys (-)	1 362	1 951
Yhteensä	1 129	1 875

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2009

TILINPÄÄTÖKSEN LAADINTAPERIAATTEET

Arvostusperiaatteet ja -menetelmät sekä jaksotusperiaatteet ja -menetelmät

Pysyvien vastaavien arvostus
Aineettomat oikeudet, muut pitkävaikutteiset menot sekä koneet ja kalusto on aktivoitu välittömään hankintamenoon suunnitelmanmukaisilla poistoilla vähennettynä. Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistot.

Ydinenergialaissa tarkoitetun ydinjätehuoltoon hankitun käyttöomaisuuden hankintamenot on vähennetty kokonaan vuosikuluina, koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eivätkä Posivalle tulevaisuudessa tuloa.

Muun käyttöomaisuuden poistoajat ovat seuraavat:	Aineettomat oikeudet	10 vuoden tasapoisto
	Muut pitkävaikutteiset menot	10 vuoden tasapoisto
	Atk-ohjelmat	5 vuoden tasapoisto
	Koneet ja kalusto	25 % menojäännöspoisto

Tutkimus- ja tuotekehitysmenot
Tutkimus- ja tuotekehitysmenot on kirjattu vuosikuluiksi niiden syntymisvuonna.

Emoyritys
Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n tytäryritys ja kuuluu Pohjolan Voima -konsernin TVO-alakonserniin.
Pohjolan Voima -konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, kotipaikka Helsinki.
TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj, kotipaikka Helsinki.

Pohjolan Voima -konsernitilinpäätös on nähtävissä Pohjolan Voima -konsernin pääkonttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.
TVO-konsernitilinpäätös on nähtävissä TVO-konsernin konttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2009	2008
1. Liikevaihto		
Tuotot, päätoimiala	58 076 929,13	54 958 470,44
Tuotot, sivutoimiala, osakkaat	23 677,54	8 311,97
Tuotot, sivutoimiala, muut yritykset	215 917,45	422 557,12
Yhteensä	58 316 524,12	55 389 339,53
2. Liiketoiminnan muut tuotot		
Vuokratuotot	71 771,40	53 086,87
Saadut avustukset	46 687,31	64 484,12
Muut tuotot	13 389,73	3 516,10
Yhteensä	131 848,44	121 087,09
3. Henkilöstö		
Henkilöstön lukumäärä keskimäärin	90	84
Henkilöstön lukumäärä 31.12.	88	83
Henkilöstökulut		
Palkat ja palkkiot	4 819 845,88	4 307 826,40
Eläkekulut	822 227,33	714 196,32
Muut pakolliset henkilösivukulut	205 022,40	218 025,31
Yhteensä	5 847 095,61	5 240 048,03
4. Poistot		
Poistosuunnitelma		
Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistojen suuruiset.		
Suunnitelman mukaiset poistot		
Aineettomista oikeuksista	1 802,66	1 081,33
Muista pitkävaikutteisista menoista	309 505,74	317 281,05
Rakennuksista	3 834,00	3 993,75
Koneista ja kalustosta	76 730,71	115 808,83
Yhteensä	391 873,11	438 164,96

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2009	2008
5. Liiketoiminnan muut kulut		
Vuokrakulut	2 803 559,37	2 741 637,56
Konsernin tukipalvelut	4 804 597,06	4 090 525,73
Tutkimuskulut	23 301 555,76	22 479 554,58
Onkalon tutkimustyöhön liittyvät kulut	15 519 282,17	15 294 848,27
Muut kulut	5 675 709,93	5 293 808,30
Yhteensä	52 104 704,29	49 900 374,44
Ydinjätehuoltoon kuuluva käyttöomaisuus		
	15 742 952,17	15 264 509,39
Tilintarkastajien palkkiot		
Tilintarkastus	12 000,00	12 000,00
Tilintarkastajan lausunnot	2 780,00	940,00
Yhteensä	14 780,00	12 940,00
6. Rahoitustuotot ja -kulut		
Korkotuotot ja muut rahoitustuotot		
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista	123 775,09	144 368,62
Muut korko- ja rahoitustuotot	23 877,68	247 990,65
Yhteensä	147 652,77	392 359,27
Korkokulut ja muut rahoituskulut		
Saman konsernin yrityksille	153 400,19	195 646,45
Muille	96 247,60	123 488,08
Yhteensä	249 647,79	319 134,53
Rahoitustuotot ja -kulut yhteensä	-101 995,02	73 224,74

TASEEN LIITETIEDOT

7. Pysyvät vastaavat	Aineettomat oikeudet	Muut pitkä vaikutteiset menot	Yhteensä
Aineettomat hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2009	34 894,91	3 260 179,14	3 295 074,05
Lisäykset	7 213,00	0,00	7 213,00
Hankintameno 31.12.2009	42 107,91	3 260 179,14	3 302 287,05
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	29 980,87	1 290 201,82	1 320 182,69
Suunnitelman mukaiset poistot	1 802,66	309 505,74	311 308,40
Kirjanpitoarvo 31.12.2009	10 324,38	1 660 471,58	1 670 795,96
	Rakennukset ja rakennelmat	Koneet ja kalusto	Yhteensä
Aineelliset hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2009	138 183,20	892 974,82	1 031 158,02
Lisäykset	0,00	4 097,54	4 097,54
Vähennykset	0,00	-59 468,00	-59 468,00
Hankintameno 31.12.2009	138 183,20	837 604,36	975 787,56
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	42 333,28	544 707,07	587 040,35
Vähennysten kertyneet poistot	0,00	-14 867,00	-14 867,00
Suunnitelman mukaiset poistot	3 834,00	76 730,71	80 564,71
Kirjanpitoarvo 31.12.2009	92 015,92	231 033,58	323 049,50

Sijoitukset	2009	2008
Muut osakkeet ja osuudet	208 771,50	201 871,50
Muut lainasaamiset	4 832 443,52	5 178 801,51
Yhteensä	5 041 215,02	5 380 673,01

TASEEN LIITETIEDOT

	2009	2008
8. Siirtosaamisten olennaiset erät		
Vuokramenoennakko	1 327 020,00	1 105 850,00
Muut tulojäämät	55 200,00	100 585,00
Muut menoennakot	41 680,00	6 930,91
Yhteensä	1 423 900,00	1 213 365,91
9. Velat samaan konserniin kuuluville yrityksille		
Pitkäaikainen vieras pääoma	4 361 893,90	4 610 100,90
Lyhytaikainen vieras pääoma		
Saadut ennakkomaksut	1 098 518,22	216 933,16
Muut velat	373 789,65	362 773,90
Siirtovelat	46 597,31	213 173,95
Yhteensä	1 518 905,18	792 881,01
Yhteensä	5 880 799,08	5 402 981,91
10. Siirtovelkojen olennaiset erät		
Korot	725,28	1 347,29
Palkat sosiaalikuluineen	1 468 142,57	1 197 186,33
Arviot laskuttamattomista suoritteista	3 528 401,47	3 429 065,37
Yhteensä	4 997 269,32	4 627 598,99
11. Velat, jotka erääntyvät myöhemmin kuin viiden vuoden kuluttua	5 697 303,51	6 111 343,52
12. Osakepääoma		
Osakepääoma 1.1.	1 682 000,00	1 682 000,00
Osakepääoman muutos	0,00	0,00
Osakepääoma 31.12.	1 682 000,00	1 682 000,00
13. Vastuusitoumukset		
Muut vuokravastuut		
Alle vuoden sisällä erääntyvät vuokravastuut	442 334,24	442 334,24
Myöhemmin erääntyvät vuokravastuut	5 750 420,00	6 192 679,36
Yhteensä	6 192 754,24	6 635 013,60

Posiva on vuokrannut Teollisuuden Voima Oyj:ltä Olkiluodosta maa-alueen ydinjätteen loppusijoitustoimintaa varten. Vuokra-aika on 1.7.2003 - 30.6.2103. Vuokrasopimus on irtisanottavissa, jos vuokra-alue osoittautuu loppusijoitukseen sopimattomaksi. Vuokra tarkistetaan elinkustannusindeksin mukaisesti kahden vuoden välein. Vuokran määrä vuonna 2009 oli 395 132,80 € (336 901,00 € vuonna 2008).

TOIMINTAKERTOMUKSEN JA TILINPÄÄTÖKSEN ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 25. päivänä helmikuuta 2010

Jarmo Tanhua, pj

Pekka Leskelä

Veijo Ryhänen

Arvo Vuorenmaa

Reijo Sundell, toimitusjohtaja

TILINTARKASTUSKERTOMUS

Posiva Oy:n yhtiökokoukselle

Olemme tarkastaneet Posiva Oy:n kirjanpidon, tilinpäätöksen, toimintakertomuksen ja hallinnon tilikaudelta 1.1.–31.12.2009. Tilinpäätös sisältää taseen, tuloslaskelman, rahoituslaskelman ja liitetiedot.

Hallituksen ja toimitusjohtajan vastuu

Hallitus ja toimitusjohtaja vastaavat tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisesta ja siitä, että ne antavat oikeat ja riittävät tiedot Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Hallitus vastaa kirjanpidon ja varainhoidon valvonnan asianmukaisesta järjestämisestä ja toimitusjohtaja siitä, että kirjanpito on lain mukainen ja että varainhoito on luotettavalla tavalla järjestetty.

Tilintarkastajan velvollisuudet

Tilintarkastajan tulee suorittaa tilintarkastus Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti ja sen perusteella antaa lausunto tilinpäätöksestä ja toimintakertomuksesta. Hyvä tilintarkastustapa edellyttää ammattieettisten periaatteiden noudattamista ja tilintarkastuksen suunnittelua ja suorittamista siten, että saadaan kohtuullinen varmuus siitä, että tilinpäätöksessä tai toimintakertomuksessa ei ole olennaisia virheellisyyksiä ja että hallituksen jäsenet ja toimitusjohtaja ovat toimineet osakeyhtiölain mukaisesti.

Tilintarkastustoimenpiteillä tulisi varmistua tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen lukujen ja muiden tietojen oikeellisuudesta. Toimenpiteiden valinta perustuu tilintarkastajan harkintaan ja arvioihin riskeistä, että tilinpäätöksessä tai toimintakertomuksessa on väärinkäytöksestä tai virheestä johtuva olennainen virheellisyys. Tarvittavia tarkastustoimenpiteitä suunniteltaessa arvioidaan myös tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laadintaan ja esittämiseen liittyvää sisäistä valvontaa. Lisäksi arvioidaan tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen yleistä esittämistapaa, tilinpäätöksen laatimisperiaatteita sekä johdon tilinpäätöksen laadinnassa soveltamia arvioita.

Tilintarkastus on toteutettu Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti. Käsityksemme mukaan olemme suorittaneet tarpeellisen määrän tarkoitukseen soveltuvia tarkastustoimenpiteitä lausuntoamme varten.

Lausunto

Lausuntonamme esitämme, että tilinpäätös ja toimintakertomus antavat Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti oikeat ja riittävät tiedot yhtiön toiminnan tuloksesta ja taloudellisesta asemasta. Toimintakertomuksen ja tilinpäätöksen tiedot ovat ristiriidattomia.

Helsingissä 19. maaliskuuta 2010

PricewaterhouseCoopers Oy
KHT-yhteisö

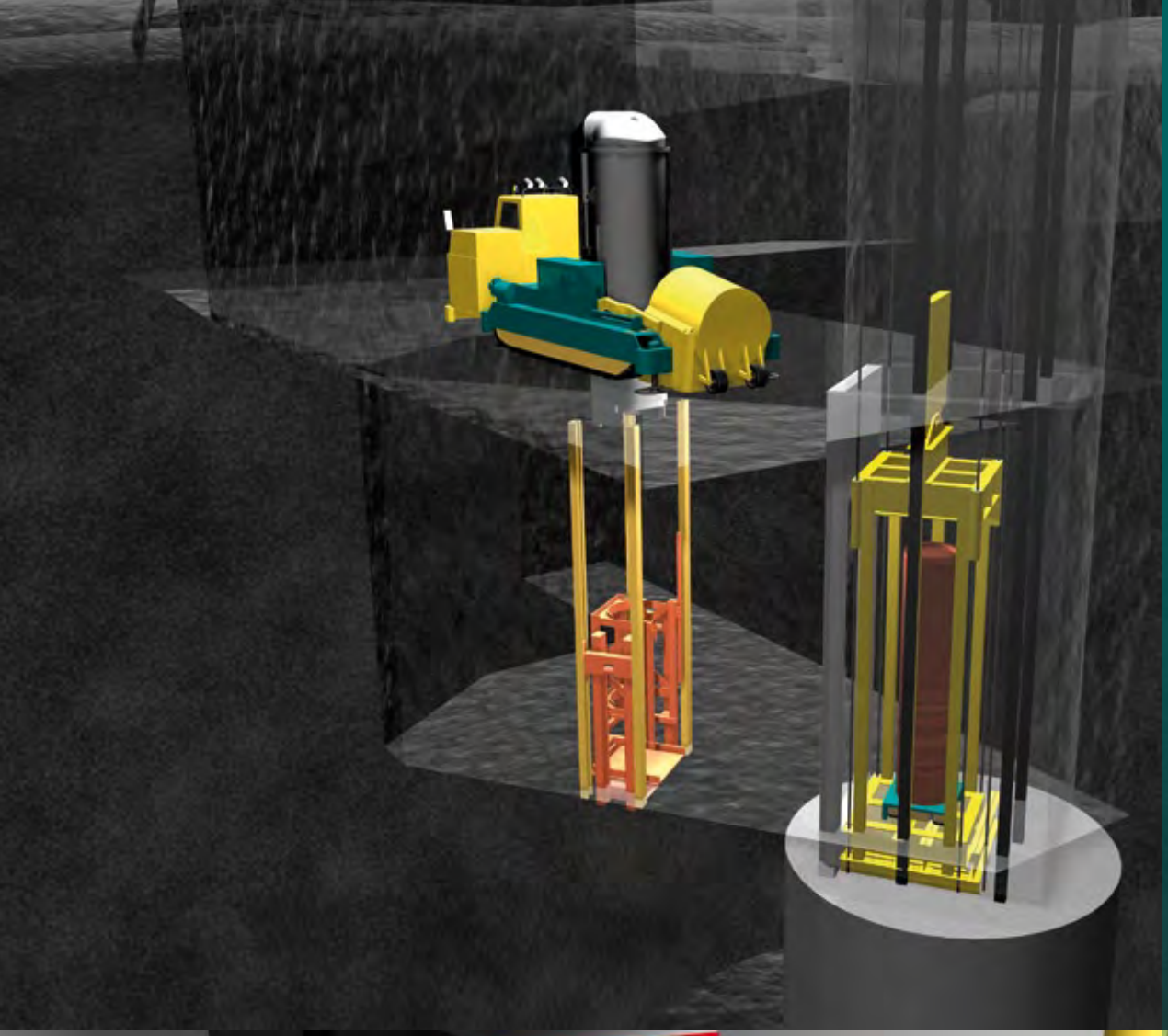
Eero Suomela
KHT

PL 1015 (Itämerentori 2), 00101 Helsinki
Y-tunnus 0486406-8; kotipaikka Helsinki

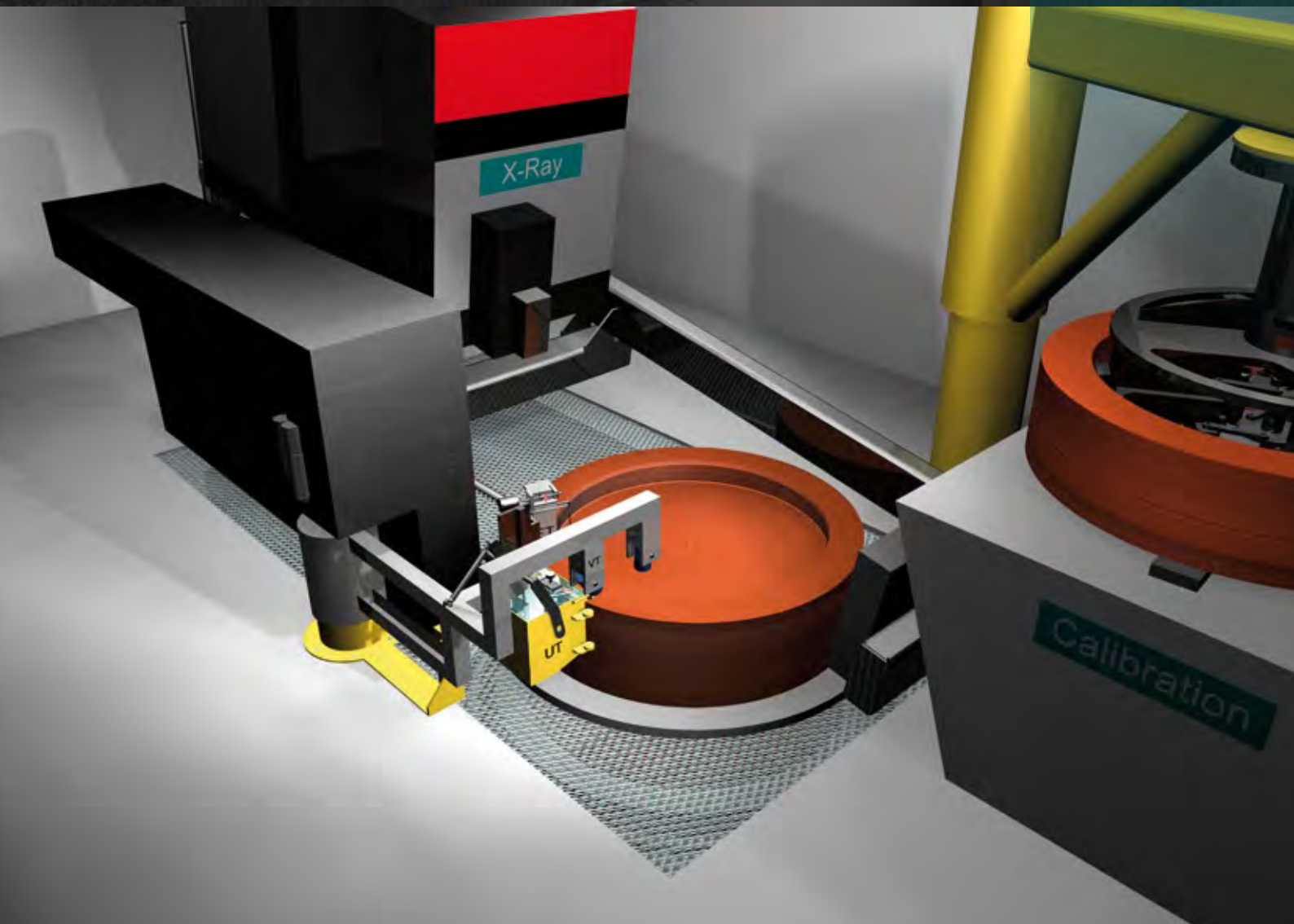
Deloitte & Touche Oy
KHT-yhteisö

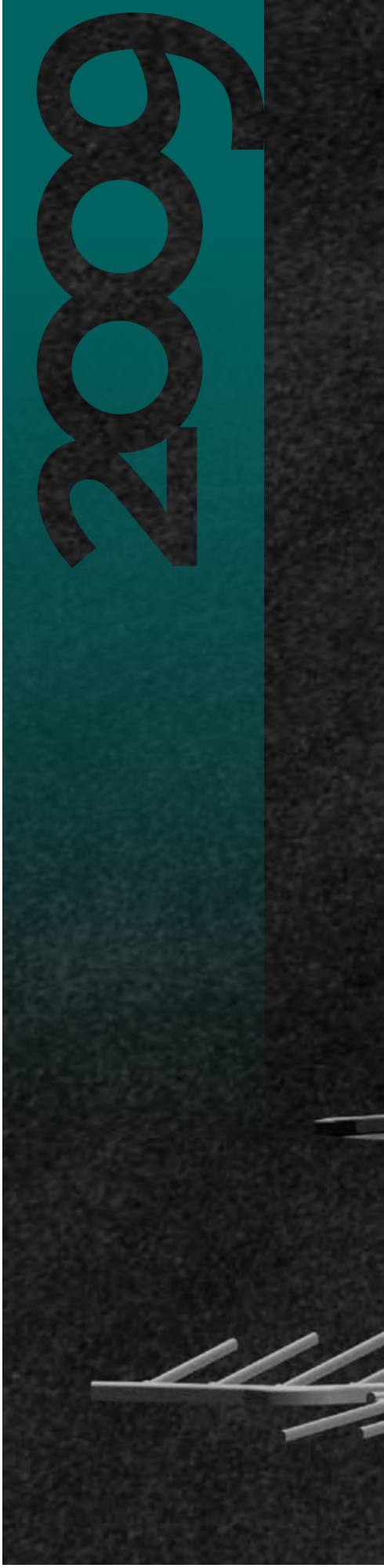
Robert Kajander
KHT

Porkkalankatu 24, 00180 Helsinki
Y-tunnus 0989771-5, kotipaikka Helsinki



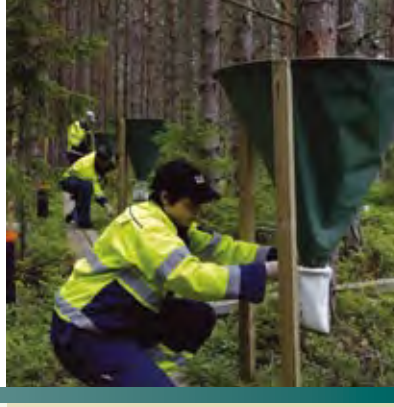
2009





POSIVA

Posiva Oy
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3809
www.posiva.fi



Vuosikertomus 2008

POSIVA

SISÄLLYS

Vuoden 2008 päätapahtumat 3
Posiva ja ydinjätehuolto 4
Toimitusjohtajan katsaus 6
Hallituksen toimintakertomus 8
Tilinpäätös 18

Vuoden 2008 päätapahtumat

PERIAATEPÄÄTÖSHAKEMUS VALTIONEUVOSTOLLE

Posiva jätti loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan periaatepäätöshakemuksen valtioneuvostolle 25. huhtikuuta. Hakemus käsittää Teollisuuden Voima Oyj:n suunnitteleman Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen Olkiluotoon. Laajennuksen myötä loppusijoitettavan polttoaineen määrä kasvaisi enimmillään 9000 uraanitonniin. Joulukuussa Eurajoen kunnanvaltuusto antoi valtioneuvostolle yksimielisen puoltavan lausunnon Posivan periaatepäätöshakemuksesta.

LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN LAAJENNUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET ARVIOITIIN

Posiva käynnisti ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi käsittämään yhteensä 12 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Laajentaminen koskee Fortum Power and Heat Oy:n suunnitteleman Loviisa 3 -yksikön käytettyä ydinpolttoainetta. Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset koottiin YVA-selostukseen, jonka Posiva jätti työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) lokakuussa. YVA-menettelyn johtopäätöksenä on, että loppusijoitustilojen laajentamisella ei ole merkittäviä ympäristövaikutuksia. YVA-menettelyn arvioidaan päättyvän maaliskuussa 2009, kun TEM on antanut siitä lausunnon.

POSIVAN LAATUJÄRJESTELMÄ SERTIFIOITIIN

Posivan laatujärjestelmälle myönnettiin joulukuussa ISO 9001:2000 standardin mukainen sertifikaatti. Sertifioijana toimi Det Norske Veritas AS (DNV). Posivan toimintajärjestelmä on pohjautunut jo vuodesta 1998 lähtien ISO 9001 -standardiin. DNV:n myöntämä sertifikaatti todistaa, että Posivan laatujohtamisjärjestelmä täyttää kaikki standardin asettamat vaatimukset. Samalla se viestii Posivan toiminnan tasosta. Sertifioinnilla laadunhallinnan taso saadaan myös pysymään korkeana.

POSIVA SOLMI KUMPPANUUSSOPIMUKSEN BENTONIITIN KEHITYSTYÖSSÄ

Posiva solmi marraskuussa kumppanuussopimuksen bentoniitin tutkimus- ja kehitystyötä tekevän B+Tech-yhtiön kanssa. Kumppanuussopimus mahdollistaa loppusijoitustilojen täyteaineena käytettävien savimateriaalien pitkäjänteisen kehittämisen ja riittävät resurssit kehitystyöhön.

TUTKIMUSTILA ONKALO ETENI 300 METRIN SYVYYTEEN

ONKALOn tunnelia oli louhittu toimintavuoden lopussa noin 3300 metriä 312 metrin syvyyteen. Tutkimustilan rakennesuunnitelmaa muutettiin siten, että tunnelin neljäs lenkki tason -300 m alapuolella tulee olemaan aikaisempaa pidempi. Muutos edesauttaa loppusijoitustilojen suunnittelua ja mahdollista maanalaisten teknisten tilojen yhteensovittamisen kallioresurssia säästäen. Kallioperätutkimukset ja loppusijoitustekniikan testaukset keskitetään päätutkimustasolle noin 400 metrin syvyyteen.

Posiva ja ydinjätehuolto

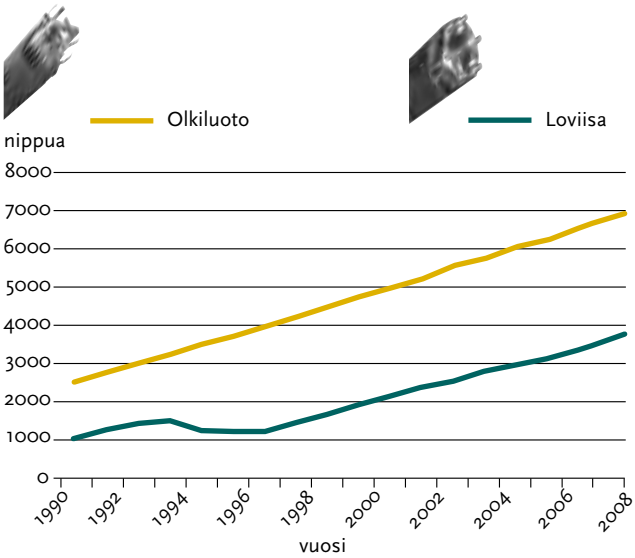
Ydinenergialain mukaan vastuu ydinjätehuollosta kuuluu jätteen tuottajille eli voimayhtiöille. Ydinjätehuoltovelvollisten Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) vastuu kattaa kaikki toimenpiteet aina siihen asti, kunnes ydinjäte on pysyvästi loppusijoitettu. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvät tehtävät nämä voimayhtiöt ovat sopimuksellaan osoittaneet vuonna 1995 perustamalleen Posiva Oy:lle, joka vastaa omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta sekä tätä edeltävästä tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä sekä loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstäpoistosta.

Vuonna 2001 eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen mukaan TVO:n ja Fortumin nykyisistä neljästä laitosyksiköstä kertyvä käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Eurajoen Olkiluotoon. Lisäksi vuonna 2002 tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös rakenteilla olevan uuden laitosyksikön (Olkiluoto 3) käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne. Nykyisten periaatepäätösten nojalla Olkiluotoon voidaan loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta enintään noin 6 500 uraanitonnia.

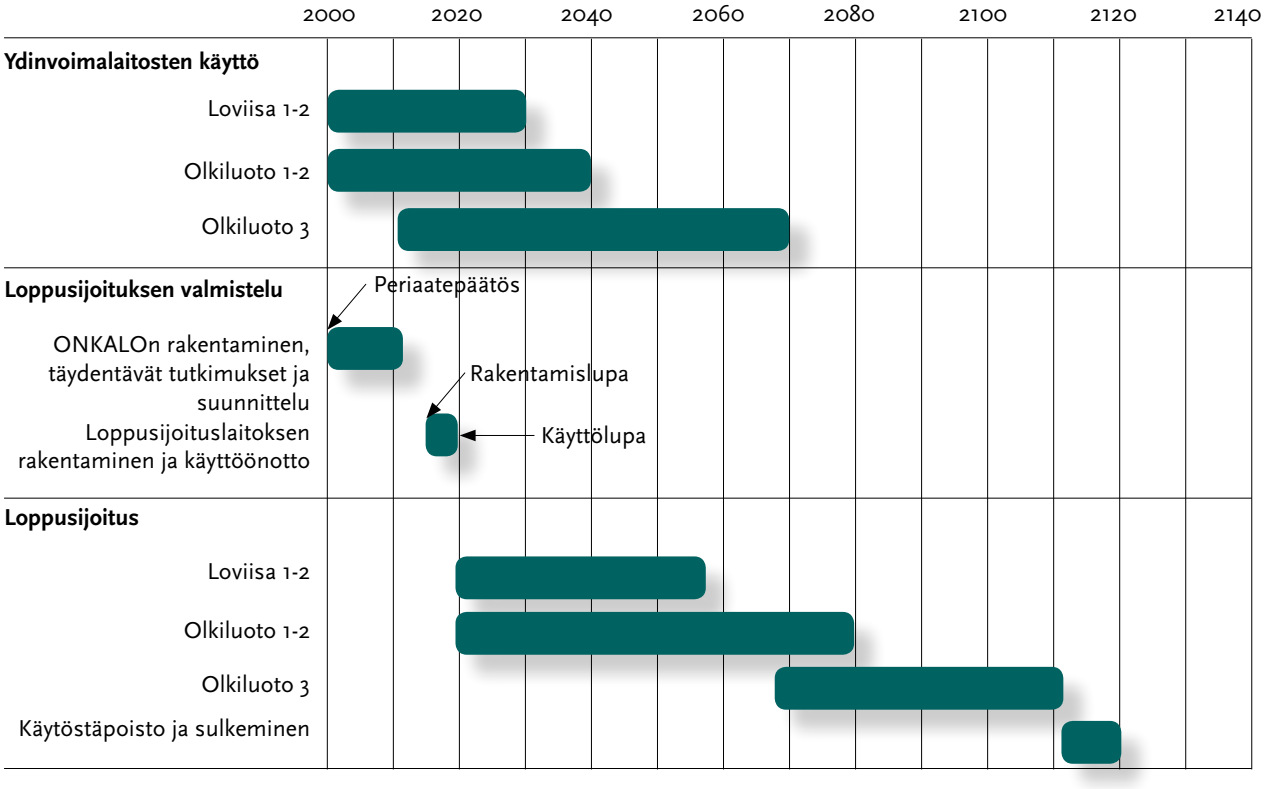
Posiva jätti toimintavuonna valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen loppusijoituslaitoksen laajentamisesta käsittämään myös mahdollisen Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen, yhteensä 9000 uraanitonnia. Lisäksi Posiva on varautunut ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä siihen, että Olkiluotoon rakennettavaan loppusijoituslaitokseen sijoitetaan myös mahdollisen Loviisa 3 -yksikön käytetty ydinpolttoaine. Tällöin loppusijoituslaitoksen kapasiteetti on kaikkiaan 12 000 uraanitonnia.

Käytännössä loppusijoituksen valmistelut etenevät siten, että loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavat alustavat selvitykset ja suunnitelmat on esitettävä vuonna 2009. Lopulliset selvitykset ja suunnitelmat on varauduttava esittämään rakentamislupahakemuksessa vuoden 2012 loppuun mennessä. Loppusijoitus on tarkoitus aloittaa vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosalueilla. Vuoden 2008 lopussa käytettyä ydinpolttoainetta oli välivarastoituna Olkiluodon ydinvoimalaitoksella noin 1 220 uraanitonnia ja Loviisan laitoksella vastaavasti noin 452 uraanitonnia.

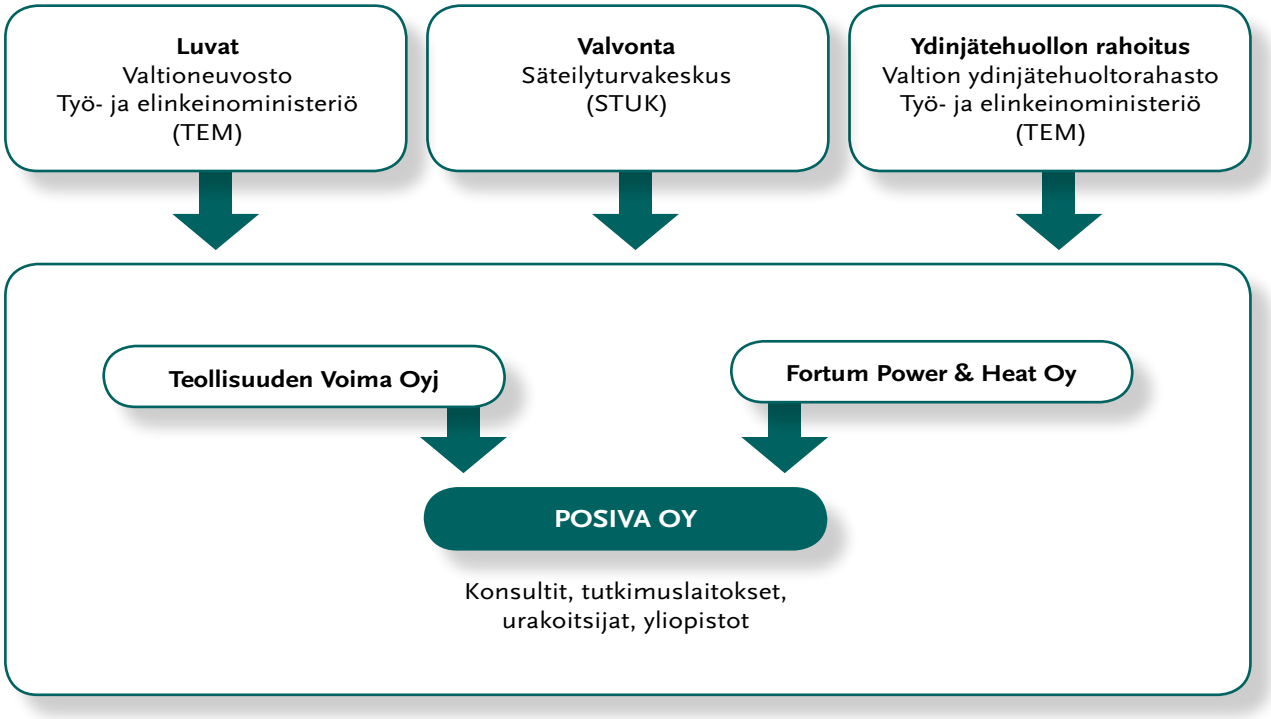
KÄYTETYN POLTTOAINEEN MÄÄRÄ



LOPPUSIJOITUKSEN KOKONAISAIKATAULU



YDINJÄTEHUOLLON ORGANISOINTI



Toimitusjohtajan katsaus

Kiinnostus ydinvoiman lisärakentamiseen on kasvanut entisestään niin Suomessa kuin muissakin maissa vuoden 2008 aikana. Näkyvänä osoituksena tästä ovat Posivan omistajien uudet ydinvoimalaitoshankkeet. Teollisuuden Voima Oyj jätti huhtikuussa 2008 periaatepäätöshakemuksen Olkiluoto 4 -yksiköstä ja Fortum Oyj vastaavan hakemuksen Loviisa 3 -yksiköstä helmikuussa 2009.

Posivan kannalta TVO:n ja Fortumin kaavailemat uudet hankkeet merkitsevät sitä, että yhtiömme on varauduttava loppusijoittamaan uusien voimalaitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine. Posiva jättikin Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamista koskevan periaatepäätöshakemuksen huhtikuussa 2008. Loviisa 3 -yksikön tuottaman käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen edellyttämä YVA-menettely toteutettiin vuoden 2008 aikana, ja sitä koskeva periaatepäätöshakemus jätettiin maaliskuussa 2009.

YVA- ja PAP-prosessit ovat luonteensa mukaisesti merkinneet myös huomattavaa panostusta viestintään ja yhteiskuntasuhteisiin. Etenkin yhteydenpito Eurajoella ja sen lähialueella on ollut tiivistä ja vuorovaikutuksellista. Eurajoen kunnanvaltuusto antoi joulukuussa 2008 pitämässään kokouksessa yksimielisen puoltavan lausunnon Posivan Olkiluoto 4 -yksikön polttoainetta koskevasta PAP-hakemuksesta.

Loppusijoituksen tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluohjelma on edennyt tavoiteohjelman edellyttämällä tavalla. Ohjelman lähtökohtana on loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen jättäminen vuonna 2012, ja sen edistyminen todennetaan vuoden 2009 lopussa tehtävässä väliarvioinnissa. Tässä vaiheessa on jo siirrytty kehitettyjen konseptien todentamiseen teknologisten demonstraatioiden avulla. Nämä kohdistuvat esimerkiksi kuparikapseleiden valmistus- ja tarkastusmenetelmiin ja bentoniittipuskurin ominaisuuksien testaamiseen.

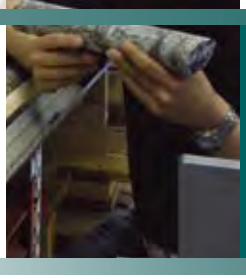
TKS-ohjelmamme toteutuksen keskeisenä edellytyksenä on maanalaisen tutkimustilan ONKALOn rakentaminen. ONKALO-työmaalla on jo päästy yli 300 metrin syvyyteen, ja kuluvan vuoden aikana louhinta etenee kohti suunniteltua loppusijoitussyvyyttä. Olkiluodon kallioperän ominaisuuksista tehdyt mallit ovat osoittautuneet paikkansa pitäviksi tähän mennessä saatujen tietojen valossa. Samalla ONKALOn rakentaminen on antanut korvaamatonta kokemusta maanalaisen työn erityispiirteistä loppusijoittamisen kannalta.

Koska ONKALOn tarkoituksena on toimia aikanaan myös osana valmista loppusijoituslaitosta, sen rakentamisessa noudatetaan ydinlaitokselle asetettuja vaatimuksia. Säteilyturvakeskus valvoo työtämme varsin yksityiskohtaisesti pyrkien samalla varmistamaan sen, että loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle ei muodostu nykyisestä toiminnasta johtuvia esteitä.

Yhtiömme toimintajärjestelmän monivuotinen kehitystyö saavutti joulukuussa merkittävän tavoitteen, kun sille myönnettiin ISO 9001 -laatusertifikaatti. Tämä on osaltaan takaamassa toimintamme laadukkaan ja suunnitelmallisen johtamisen, ohjauksen ja toteutuksen.

Euroopan Unionin puitteissa painotetaan enenevässä määrin tarvetta käytetyn polttoaineen loppusijoituksen päämäärätietoiseen toteutukseen. Voimme hyvällä syyllä todeta, että Posiva on tässä asiassa suunnannäyttäjä useille muille organisaatioille. Tämä ei olisi mahdollista ilman toimivaa ydinjätehuollon asiantuntijaverkostoa. Esitän parhaat kiitokset kaikille toimintaamme osallistuville tahoille, niin yhtiössä kuin sen ulkopuolellakin.

Maaliskuussa 2009
Eero Patrakka



Hallituksen toimintakertomus

KESKEISET TAPAHTUMAT

Posiva valmistautui suunnitelmissaan loppusijoituslaitoksen laajentamiseen omistajiensa suunnittelemien uusien ydinvoimalaitosyksiköiden osalta. Tähän liittyen Posiva jätti huhtikuussa 2008 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen, jolla haetaan lupaa laajentaa loppusijoituslaitosta siten, että sen kapasiteetiksi tulisi 9 000 uraanitonnia. Tämä mahdollistaisi Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen Posivan laitoksessa. Lisäksi Posiva on varautunut Fortum Power and Heat Oy:n suunnitteleman Loviisa 3 -yksikön käytettyyn ydinpolttoaineeseen, jonka myötä loppusijoituslaitoksen kapasiteetti kasvaa 12 000 uraanitonniin. Laajennusta koskeva ympäristövaikutusten arviointi aloitettiin alkuvuodesta ja arviointiraportti luovutettiin työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) lokakuussa.

Mahdollisten uusien ydinvoimalaitosyksiköiden tarpeita ajatellen Olkiluodon tutkimusaluetta laajennetaan saaren itäosaan. Vuoden 2008 aikana kairattiin kaksi uutta kairareikää, joilla on saatu lisätietoa saarta leikkaavista kallion rikkonaisuusvyöhykkeistä. Kairaukset saaren itäosassa jatkuvat myös vuonna 2009.

Posivan tutkimusten yleisenä tavoitteena on ollut pitkäaikaisturvallisuutta koskevien epävarmuuksien vähentäminen, erityisesti bentoniittipuskurin käyttäytymistä koskevan tiedon ja ymmärryksen lisääminen. Posivan tuella on toimintansa aloittanut uusi savimateriaaleihin keskittyvä tutkimuslaboratorio, B+Tech Oy, joka lisää merkittävästi alan resursseja Suomessa.

ONKALOn louhinta- ja rakennustöiden edistyessä on laitossuunnittelussa otettu erityisesti huomioon ONKALOn ja laitossuunnitelmien yhteensovittaminen. Vuoden 2008 aikana maanpäällisen ja maanalaisen laitososan yhdistävien kuilujen sijainti suunniteltiin uudelleen. Sen ansiosta laitosalueen rakennukset voidaan sijoittaa lähemmäs toisiaan ja maanalaisen rakennustilavuuden käyttö tehostuu. ONKALOn tunneli eteni toimintavuonna noin 300 metrin syvyyteen, josta alaspäin kulkevan neljännen tunnelilenkin kulku suunniteltiin paremmin vastaamaan tutkimuksen ja loppusijoitustilojen rakentamisen tarpeita. Kallioperätutkimukset ja loppusijoitustekniikan koetoiminta keskittyy päätutkimustasolle noin 400 metrin syvyyteen.

ONKALO

Maanalaisen tutkimustilan ONKALOn louhinnassa edettiin runsaat 700 m. Tunnelin kokonaispituus toimintavuoden lopussa oli 3 307 m. Louhinnan etenemistä vuoden viimeisellä neljänneksellä hidasti rakovyöhykkeen R20 lävistys, johon liittyvät injektointityöt saatiin valmiiksi vuoden lopussa. Tunnelin syvyystaso oli runsaat 300 m. Louhittava kallio ja sen kivilaatu, lukuun ottamatta ennalta tiedettyä rakovyöhykettä, oli odotetun ehyttä. Halkaisijaltaan 3,5 metrin poistoilmakuilu sekä 4,5 metrin henkilökuilu valmistuivat nousuporausten osalta tasolle -290 m. Kolmannen kuilun osalta saavutettiin aloitusvalmius. Sekä sähkö- että LVI-töiden osalta ONKALOssa edettiin noin 800 m. Molempien töiden osalta asennukset ulottuivat vuoden lopussa keskimäärin 2 800 metriin.

Toimintavuoden aikana ONKALOn lay-out-suunnitelmaa kehitettiin selkeämmin tutkimustarpeita vastaavaksi mm. muuttamalla ONKALOn kulkua tason -300 m alapuolella ja jättämällä pois taso -500 m. Samalla tarkennettiin tutkimus- ja koetilojen sijaintia tason -400 m tason läheisyydessä.

Onkalon kallioteknistä toteutussuunnittelua jatkettiin niin ajotunnelin kuin kuilujenkin osalta. Samoin sähkö-, LVI- ja rakennustöiden suunnittelu jatkui suunnitelmien mukaisesti.

Maanpäällisen alueen rakentamista jatkettiin mm. työ- ja pysäköintialueen laajennuksin ja tarvittavin asennustöin. Alkuvuodesta valmistui myös toimistorakennuksen toinen kerros. Sen myötä työmaa-alueelle saatiin noin 20 työpistettä lisää. Tämä puolestaan mahdollisti yhä useamman työmaalla vakituisesti toimivan henkilön toimipisteen siirtymisen työmaa-alueelle.

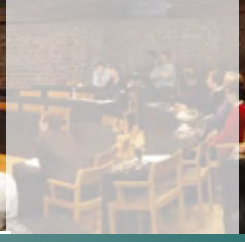
TUTKIMUKSET

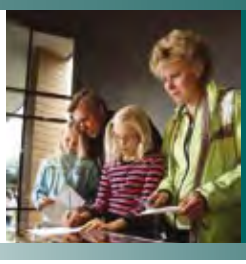
Kansainvälisten suositusten mukaisesti loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta koskevat arviot tulevat nojautumaan ns. turvallisuusperusteluun (”safety case”), jossa kootaan yhteen kaikki keskeiset tiedot, kokemukset ja laskentamallien avulla saadut tulokset, joilla on merkitystä loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymiselle pitkien aikojen kuluessa. Ensimmäinen suunnitelma rakentamislupahakemukseen liitettävästä turvallisuusperustelusta laadittiin vuoden 2005 alussa; vuoden 2008 aikana suunnitelma on tarkistettu ja täydennetty. Tässä yhteydessä erityistä huomiota on kiinnitetty turvallisuusperustelun laadun varmistamiseen, epävarmuuksien arviointiin ja työn yleiseen hallintaan.

Tutkimusten yleisenä tavoitteena on luonnollisesti ollut pitkäaikaisturvallisuutta koskevien epävarmuuksien vähentäminen, ja tässä suhteessa merkittäviä lisäponnistuksia on tehty bentoniittipuskurin käyttäytymistä koskevan tiedon ja ymmärryksen lisäämiseen. Posivan tuella on toimintansa aloittanut uusi savimateriaaleihin keskittyvä tutkimuslaboratorio, B+Tech, joka lisää merkittävästi alan resursseja Suomessa. Nykyisellään laboratoriossa työskentelee kymmenkunta tutkijaa.

Olkiluodon paikkatutkimuksilla hankitaan lisävarmistusta loppusijoitusolosuhteista vallitseviin käsityksiin. Maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, rakentaminen on edennyt loppusijoitussyvyydelle, ja tulevia vuosia varten on laadittu yksityiskohtainen suunnitelma loppusijoitussyvyydellä tehtävistä tutkimuksista. Maanalaisten tutkimusten yhteydessä kehitetään myös menettelyt, joilla varsinaisten loppusijoitustunnelien ja loppusijoitusreikien paikat voidaan määritellä kalliossa vallitsevien olosuhteiden kannalta mahdollisimman edullisesti.

Mahdollisten uusien ydinvoimalaitosyksiköiden tarpeita ajatellen Olkiluodon tutkimusaluetta ollaan laajen-





tamassa saaren itäosaan. Vuoden 2008 aikana kairattiin kaksi uutta kairareikää, joilla on saatu lisätietoa saarta leikkaavista kallion rikkonaisuusvyöhykkeistä. Kairaukset saaren itäosassa jatkuvat myös vuonna 2009.

LOPPUSIJOITUSTEKNIIKKA

Vuonna 2007 aloitettiin laitoksen luonnossuunnitteluvaihe. Sen tavoitteena on tuottaa entistä tarkempi laitossuunnitelma-aineisto, joka valmistuu vuonna 2009 ja liitetään osaksi viranomaisille jätettävää väliarviointiaineistoa. Loppusijoitustoiminnan ja -tilojen tämänhetkinen mitoitus perustuu 5 500 tU suuruiseen käytetyn polttoaineen määrään. Siinä on huomioitu olemassa olevien neljän laitosyksikön lisäksi rakenteilla olevan uuden laitosyksikön tuottaman käytetyn polttoaineen määrä. Yleissuunnittelussa on varauduttu omistajien mahdollisten uusien ydinvoimalaitoshankkeiden edellyttämään lisäykseen loppusijoitettavan polttoaineen määrässä ja laadittu alustavia suunnitelmia YVA-menettelyn ja periaatepäätöshakemuksen tarpeisiin.

ONKALOn louhinta- ja rakennustöiden edistyessä on otettu erityisesti huomioon ONKALOn ja laitossuunnitelmien yhteensovittaminen. Vuoden 2008 aikana maanpäällisen ja maanalaisen laitososan yhdistävien kuilujen sijainti suunniteltiin uudelleen. Sen ansiosta laitosalueen rakennukset sijoittuvat lähemmäs toisiaan ja maanalaisen rakennustilavuuden käyttö tehostuu. ONKALOn ajotunnelin tilat voitiin suunnitella myös kallio-olosuhteiden kannalta edullisesti. Laitosalueen ja sen rakennusten suunnittelu on viety luonnossuunnittelutasolle.

Kehitystyötä loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikassa on jatkettu tiiviissä yhteistyössä ruotsalaisen SKB:n (Svensk Kärnbränslehantering Ab) kanssa. Koekapseleiden valmistuksen ja testauksen demonstraatioprojektin työt vietiin loppuun vuoden 2008 aikana. Projektin käyttöön valmistettiin useita koekapseleita. Sulkemis- ja tarkastustekniikasta saadut tulokset osoittavat, että kehitetyillä hitsaustekniikoilla voidaan aikaansaada asetetut hyväksymiskriteerit täyttävät tulokset. Bentoniittipuskurin suunnittelua vietiin eteenpäin ja jatkettiin valmistustekniikan koetoimintaa.

Vuoden 2008 aikana laadittiin yleissuunnitelma rakentamislupahakemusta varten tarvittavista suuren mittakaavan testauksista ja demonstraatioista. Suunnitelmassa on otettu huomioon myös rakentamislupahakemuksen jälkeisen ajan tarpeita valmistauduttaessa loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja käyttöön.

KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

Posivan ja Ruotsin SKB:n suunnitelmat perustuvat samankaltaiseen loppusijoitusratkaisuun. Yhtiöt ovat yhdistäneet voimansa loppusijoituksen valmistelussa: alun perin vuonna 2001 solmittu ja vuonna 2006 uusittu yhteistyösopimus kattaa käytännössä koko loppusijoitukseen tähtäävän tutkimus-, kehitys- ja teknisen suunnittelutyön.

Posiva on mukana myös useimmissa niissä EU:n kuudennen ja seitsemännen puiteohjelman tutkimushankkeissa, jotka suuntautuvat kiteisessä kallioperässä tapahtuvaan loppusijoitukseen. Vuonna 2008 Posiva on yhdessä SKB:n kanssa pyrkinyt aktiivisesti kehittämään kuudennen puiteohjelman CARD-projektissa esitettyä suunnitelmaa loppusijoituksen eurooppalaisesta teknologiayhteisöstä. Jos kaikki menee suunnitellusti, yhteisön toiminta käynnistyy vuonna 2009.

Posivalla on kahdenkeskiset yhteistyösopimukset useissa maissa toimivien vastaavien toteutus- tai tutkimusorganisaatioiden kanssa. Viime vuosina runsaasti yhteyksiä on ollut erityisesti Japanin suuntaan.

YHTEISKUNTAVASTUU JA VIESTINTÄ

Huomattava osa Posivan viestinnästä kanavoitui toimintavuonna YVA-menettelyn kautta. Eri sidosryhmien näkemyksiä ja ehdotuksia arviointimenettelyn sisällöstä ja toteutuksesta koottiin YVA-seurantaryhmässä, johon oli kutsuttu muun muassa Eurajoen ja naapurikuntien sekä järjestöjen ja viranomaisorganisaatioiden edustajia. Seurantaryhmä kokoontui kaksi kertaa. YVA-ohjelmavaiheessa ja YVA-selostusraportin valmistuttua Posiva järjesti TEM:n kanssa yleisötilaisuudet Eurajoen kunnantalolla. Lisäksi Posiva piti menettelyä koskevan asukastilaisuuden Olkiluodon ja sen lähialueen asukkaille.

YVA-menettelyn lisäksi toimintavuoden tiedotusaiheina olivat loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan periaatepäätöshakemuksen jättäminen valtioneuvostolle, Olkiluodon ja Eurajoen ympäristössä toteutetut

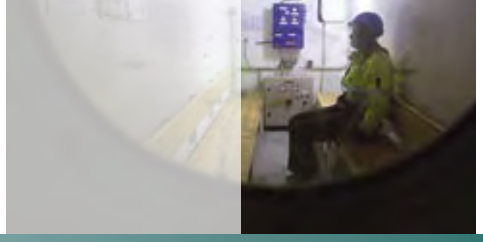
geofysikaaliset lentomittaukset ja syväseismiset luotaukset. Posivan tutkimustoimintaa ja erityisesti kallioperäkairauksia esiteltiin Olkiluodon asukkaille omassa tilaisuudessaan. Satakunnan alueella keskeinen viestintäkanava on ollut Uusi Rauma- ja Satakunnan Viikko -lehtien välissä viidesti ilmestynyt Posiva Tutkii -liite.

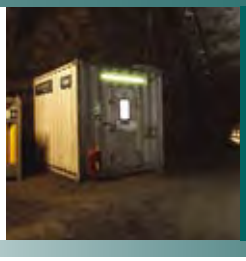
Kouluyhteistyötä jatkettiin Eurajoen yhteiskoulun 7. ja 8. luokkien kanssa. Lisäksi Eurajoen lukion toisen vuoden opiskelijoille järjestettiin perinteisen geopäivän teemana Posivan YVA-menettelyn vuorovaikutteinen esittelytilaisuus.

Posiva ja TVO järjestivät avointen ovien päivän Olkiluodossa syyskuussa. Lisäksi Posivan toimintaa esiteltiin paikallisille yleisöille Eurajoen toritapahtumien yhteydessä.

Eurajoen kunnan ja Posivan välistä yhteistyötä koordinoiva ryhmä kokoontui kaksi kertaa. Kokouksissa olivat esillä muun muassa osapuolten ajankohtaiset tiedotusasiat, Posivan YVA- ja periaatepäätösmenettelyt, ONKALOn rakentaminen, Olkiluodon paikkatutkimukset sekä Vuojoen kartanoon liittyvät asiat. Posivan asiat ovat olleet säännöllisesti esillä myös TVO:n ja ympäristökuntien välisessä yhteistyötoimikunnassa.

Olkiluodon vierailukeskuksessa kävi vuoden aikana noin 20 000 vierasta. Vierailukeskuksen Sähköä uraanista -tiedenäyttelyssä on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta käsittelevä näyttelykokonaisuus. Näyttelyn ohella ONKALO-työmaahan tutustui 33 vierasryhmää, yhteensä 529 henkilöä.





YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN HALLINTA

Yhtiön ympäristöasioista huolehditaan Posivan toimintajärjestelmän ja vuosittaisen ympäristöohjelman mukaisesti. Toimintajärjestelmä kattaa ympäristöjärjestelmiä koskevan kansainvälisen standardin vaatimukset. Posivan ympäristönäkökohdat on arvioitu vuosittain ja vuonna 2008 merkittävimmät näkökohdat liittyivät ONKALOn rakentamiseen ja kenttätöihin.

ONKALOn louhinnasta syntyi louhetta vuonna 2008 noin 33 000 m^3, josta pääosa käytettiin aluerakentamiseen. Tunnelin rakentamisessa käytettiin vettä n. 33 000 m^3. ONKALOn keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä oli noin 20 l/min. Tunnelista pumpatut vedet johdettiin selkeytyksen ja öljynerotuksen jälkeen avo-ojaa pitkin mereen. Veden laatua mitattiin säännöllisesti.

Ympäristöohjelman tarkoituksena on vähentää yhtiön toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja. Vuoden 2008 ohjelman puitteissa mm. kehitettiin ONKALO-työmaan jätehuoltoa ja varautumista vahinkoihin. Edellisenä kesänä tehty tutkimuskaivanto maisemoitiin istutuksin ja kaksi uutta tutkimuskaivantoa sekä kairauspaikka (2 reikää) suunniteltiin ja toteutettiin niin, että niistä aiheutui mahdollisimman vähän ympäristöhaittoja.

TOIMINTAJÄRJESTELMÄ

Posivan toimintajärjestelmä muodostuu käsikirjoista, jotka antavat yleiskuvan Posivan toiminnasta, ja niitä täydentävistä kuvauksista, toimintasäännöistä ja ohjeista. Toimintajärjestelmän tehtävänä on varmistaa, että Posivan loppusijoituslaitos täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset, ja että Posivan toiminta on oikeaaikaista ja kustannustehokasta.

Kevään 2008 aikana STUK tarkasti Posivan toimintajärjestelmän käyttäen apunaan ulkopuolista asiantuntijaa. Kevään kuluessa toimintajärjestelmän keskeisimmät osat päivitettiin 1.6.2008 voimaan tulleiden organisaatio- ja tehtävämuutosten johdosta.

Vuoden 2008 jälkimmäisellä puoliskolla arvioitiin toimintajärjestelmän sertifiointivalmius ja aloitettiin Posivassa toiminnan itsearviointi. Joulukuun alussa Det Norske Veritas arvioi toimintajärjestelmän ja myönsi 15.12.2008 Posivalle johtamisjärjestelmästandardin ISO 9001:2000 mukaisen laatusertifikaatin. Sertifikaatti kattaa Posivan toiminnan asiantuntijaorganisaationa, joka vastaa omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen liittyvästä tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutoiminnasta sekä loppusijoituslaitoksen rakentamisesta.

Vuoden päätteeksi päivitettiin toimintakäsikirja STUK:n huomautusten, itsearvioinnissa ja auditoinneissa esille tulleiden seikkojen ja lainsäädännössä tapahtuneiden muutosten johdosta.

RISKIENHALLINTA

Yhtiön yleistä riskienhallintaa hoidettiin toimintajärjestelmän ohjeistuksen mukaisesti. Kesäkuussa 2008 riskienhallinta siirtyi turvallisuusyksikön vastuulle.

HALLINTOELIMET

HALLITUS

Teollisuuden Voima Oyj
- Pertti Simola, puheenjohtaja (30.6.2008 saakka)
- Jarmo Tanhua, puheenjohtaja (1.7.2008 alkaen)
- Veijo Ryhänen

Fortum Power and Heat Oy
- Pekka Leskelä
- Arvo Vuorenmaa

Jyrki Javanainen, sihteeri

Posiva Oy:n toimitusjohtaja Eero Patrakka on osallistunut hallituksen kokouksiin.

Hallitus kokoontui 6 kertaa.

TOIMITUSJOHTAJA

Eero Patrakka

JOHTORYHMÄ

Puheenjohtaja Eero Patrakka

Jäsenet
- Pertti Huovinen, rakennusjohtaja
- Markku Kettunen, hallintojohtaja (31.5.2008 saakka)
- Juhani Vira, tutkimusjohtaja
- Timo Äikäs, tekninen johtaja

Sihteeri
- Timo Seppälä, viestintäpäällikkö

Johtoryhmä kokoontui 14 kertaa.

HALLITUKSEN ASETTAMAT TOIMIKUNNAT

Tekninen toimikunta

Teollisuuden Voima Oyj
- Jari Tuunanen, puheenjohtaja (14.2.2008 saakka)
- Erkki Muttilainen, jäsen (15.4.2008 saakka), puheenjohtaja (15.4.2008-17.6.2008)
- Mikko Kosonen, puheenjohtaja (17.6.2008 alkaen)
- Pekka Pyy (17.6.2008 alkaen)
- Juha Riihimäki (17.6.2008 alkaen)

Fortum Power and Heat Oy
- Ilpo Kallonen
- Jyrki Kohopää
- Jari Tuunanen (17.6.2008 alkaen)

Posiva
- Juhani Vira
- Timo Äikäs
- Pertti Huovinen (17.6.2008 alkaen)

Kimmo Lehto, toimikunnan ulkopuolinen sihteeri

Toimikunta kokoontui 6 kertaa.

Taloustoimikunta

Teollisuuden Voima Oyj
- Klaus Luotonen
- Veijo Ryhänen
- Timo Palomäki (17.6.2008 alkaen)

Fortum Power and Heat Oy
- Tiina Tuomela, puheenjohtaja
- Sami Hautakangas
- Mikko Huopalainen (17.6.2008 alkaen)

Posiva
- Eero Patrakka
- Markku Kettunen (31.5.2008 saakka)
- Anja Smeekes (17.6.2008 alkaen)
- Jussi Palmu, sihteeri

Toimikunta kokoontui 5 kertaa.

Rakennustoimikunta (11.4.2008 saakka)

Teollisuuden Voima Oyj
- Rauno Mokka, puheenjohtaja
- Juha Riihimäki

Fortum Power and Heat Oy
- Kauko Silventoinen
- Gustav Wallén

Posiva
- Pertti Huovinen
- Hannu Tuulasvaara, sihteeri

Toimikunta kokoontui kerran.

TILINTARKASTAJAT

KHT Eero Suomela, PricewaterhouseCoopers Oy:n nimeämänä
KHT Robert Kajander, Deloitte & Touche Oy:n nimeämänä

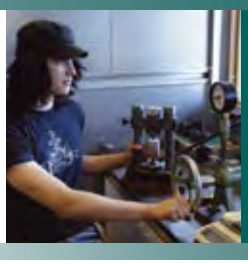
OMISTUSOSUUDET JA KONSERNI

Posiva Oy kuuluu PVO-konsernin TVO:n alakonserniin. PVO-konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, jonka kotipaikka on Helsinki. TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj (TVO), jonka kotipaikka on Helsinki.

Posiva Oy:n osakkaat ovat Teollisuuden Voima Oyj (60 %) ja Fortum Power and Heat Oy (40 %). Yhtiön osakkeiden lukumäärä on 10 000 kappaletta.

Hallitus vasemmalta oikealle: Eero Patrakka, Pekka Leskelä, Veijo Ryhänen, Jyrki Javanainen (seisomassa), Arvo Vuorenmaa ja Jarmo Tanhua (istumassa).

Johtoryhmä vasemmalta oikealle: Juhani Vira, Pertti Huovinen, Timo Seppälä, Eero Patrakka, Markku Friberg, Timo Äikäs.



HENKILÖSTÖ

Posivan henkilöstön määrä oli vuoden lopussa 83 (vuonna 2007: 81) henkilöä. Vuoden aikana Posivan palveluksessa oli keskimäärin 84 (81) henkilöä, joista osa oli määräaikaisessa työsuhteessa ja kesätyössä. Yhtiöön palkattiin vuoden aikana 9 (12) uutta vakituista henkilöä pääasiassa ydinjätehuollon asiantuntijatehtäviin. Yhtiön palveluksesta erosi 4 (4) henkilöä, joista yksi siirtyi eläkkeelle.

Henkilöstöön liittyviä tunnuslukuja seurattiin henkilöstökertomuksessa sekä henkilöstön työhyvinvointia Työterveyslaitoksen kanssa kuudetta kertaa toteutetulla kyselyllä. Henkilöstön kehittämisen ja koulutuksen painopistealueita olivat esimieskoulutus, viranomaisasiat ja luvitus sekä työsuojelu ja pelastus. Vuosikoulutussuunnitelman toteutumista seurattiin koulutusryhmässä. Organisaatiomuutoksen yhteydessä 1.6.2008 aiempi projektiosasto muutettiin rakennusosastoksi ja hallinto-osasto muuttui esikuntaorganisaatioiksi.

TOIMIPAIKAT

Posivalla on toimitilat Eurajoella Olkiluodossa ja Vuojoen kartanossa. Olkiluodossa posivalaisia työskentelee sekä keskuskonttorilla että ONKALO-työmaalla. ONKALO-työmaan toimistorakennuksen toinen kerros otettiin käyttöön keväällä 2008.

TALOUS JA RAHOITUS

Posivan osakkaat vastaavat yhtiön päätoimialaan – Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon ja sen edellyttämään tutkimus- ja kehitystyöhön – liittyvistä kuluista, jotka veloittamalla yhtiö saa pääosan liikevaihdostaan. Sen lisäksi yhtiö tekee vähäisessä määrin muita toimeksiantoja omistajille ja ulkopuolisille asiakkaille.

Yhtiön liikevaihto oli 55,4 (46,6) miljoonaa euroa, josta päätoimialan osuus oli 55,0 (46,1) miljoonaa euroa. Liikevaihto on kasvanut päätoimialan laajenemisen vuoksi.

Posiva hoitaa ydinjätehuoltovelvollisten voimayhtiöiden – yhtiön omistajien – ydinenergialaissa säädettyjä ydinjätehuollon tehtäviä. Tämän mukaisesti yhtiö perii näistä toimenpiteistä vuosittain aiheutuneet kustannukset mukaan lukien käyttöomaisuuden hankintamenot. Koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa, on Posivan ydinjätehuollon menot silloinkin, kun kysymys on käyttöomaisuuden hankintamenosta, vähennetty kokonaan vuosikuluina. Jätehuoltovelvolliset varautuvat ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain ydinjätehuoltomaksuja valtion ydinjätehuoltorahastoon.

TUTKIMUS- JA KEHITYSTOIMINNAN LAAJUUS

Posivan tämänhetkinen toiminta on pääasiassa loppusijoitusedellytysten selvittämiseen tähtäävää laaja-alaista tutkimus- ja kehitystyötä. Tutkimus- ja kehitystoimintaan käytettiin vuonna 2008 yhteensä noin 43,1 (36,8) miljoonaa euroa, mikä on 78 % (79 %) liikevaihdosta. Tutkimus- ja kehitystoiminta käsittää ONKALOn rakentamisen lisäksi maanpäälliset tutkimukset, kapselointitekniikan kehittämisen ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun.

TUNNUSLUVUT

Yhtiön toimintaperiaatteen vuoksi taloudellisten tunnuslukujen esittäminen ei ole tarkoituksenmukaista liiketoiminnan, taloudellisen aseman tai tuloksen ymmärtämiseksi. Tilinpäätös ei osoita voittoa eikä tappiota.

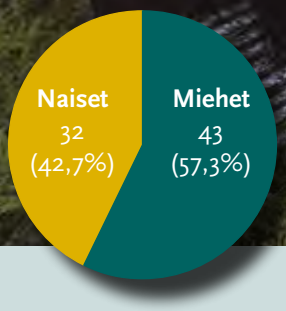
MERKITTÄVÄT RISKIT JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoiminnan alkamiseen on vielä yli kymmenen vuotta. Posiva on laatinut viranomaisten tarkastaman toimintaohjelman, jonka mukaisesti edetään vaiheittain kohti loppusijoituksen toteutusta. Loppusijoituslaitoksen rakentamista ja käyttöä varten tarvitaan ydinenergialain mukaiset luvat. Posivan loppusijoitusohjelma on tähän mennessä edennyt suunnitellulla tavalla saavuttaen asetetut tavoitteet.

TILIKAUDEN PÄÄTTYMISEN JÄLKEISET TAPAHTUMAT

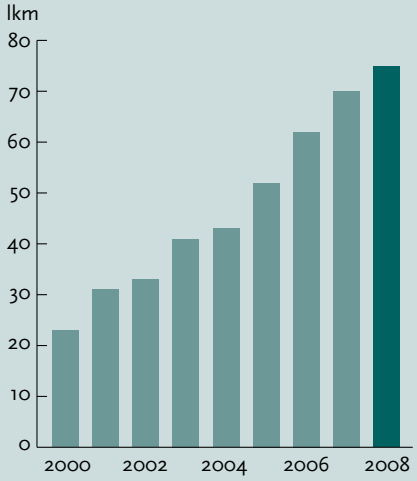
Olennaisia liiketoiminnan kehittymiseen vaikuttavia tapahtumia ei ole ilmennyt.

SUKUPUOLIJAKAUMA

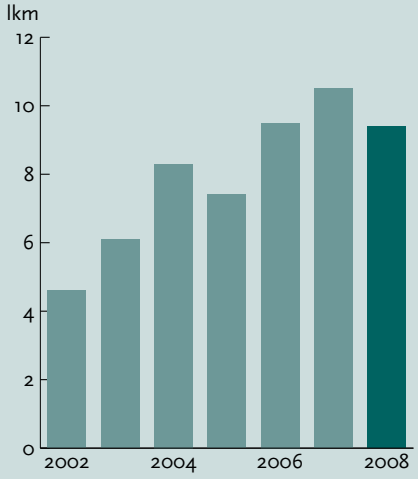


POSIVAN IKÄRAKENNE

HENKILÖSTÖMÄÄRÄN KEHITYS



KOULUTUSPÄIVIEN MÄÄRÄ/HLÖ



ARVIO TODENNÄKÖISESTÄ TULEVASTA KEHITYKSESTÄ

Yhtiön toiminnan arvioidaan jatkuvan alkaneella tilikaudella pääosin edellisen vuoden tapaan. Liikevaihdon arvioidaan kasvavan jonkin verran edellisestä tilikaudesta.

VOITONJAKO

Yhtiöllä ei ole vapaata omaa pääomaa, joten osinkoa ei voi jakaa.

Tilinpäätös

TULOSLASKELMA

	1.1. - 31.12.2008	1.1. - 31.12.2007
Liikevaihto	55 389 339,53	46 613 465,57
Liiketoiminnan muut tuotot	121 087,09	275 273,88
Henkilöstökulut	-5 240 048,03	-4 798 417,64
Suunnitelman mukaiset poistot	-438 164,96	-450 959,21
Liiketoiminnan muut kulut	-49 900 374,44	-41 660 389,70
Liikevoitto (-tappio)	-68 160,81	-21 027,10
Rahoitustuotot ja -kulut	73 224,74	30 339,95
Voitto (tappio) ennen satunnaiseriä	5 063,93	9 312,85
Satunnaiset erät +/-	0,00	-1 407,14
Voitto (tappio) ennen tilinpäätössiirtoja ja veroja	5 063,93	7 905,71
Tuloverot	-5 063,93	-7 905,71
Tilikauden voitto (tappio)	0,00	0,00

TASE

VASTAAVAA		31.12.2008		31.12.2007
Pysyvät vastaavat				
Aineettomat hyödykkeet				
Aineettomat oikeudet	4 914,04		5 995,37	
Muut pitkävaikutteiset menot	1 969 977,32	1 974 891,36	2 283 837,55	2 289 832,92
Aineelliset hyödykkeet				
Rakennukset	95 849,92		99 843,67	
Koneet ja kalusto	348 267,75	444 117,67	363 664,25	463 507,92
Sijoitukset				
Muut osakkeet ja osuudet	201 871,50		153 031,50	
Muut lainasaamiset	5 178 801,51	5 380 673,01	5 476 772,90	5 629 804,40
Pysyvät vastaavat yhteensä		7 799 682,04		8 383 145,24
Vaihtuvat vastaavat				
Lyhytaikaiset saamiset				
Saamiset saman konsernin yrityksiltä	2 476,42		0,00	
Myyntisaamiset	285 822,29		268 285,03	
Lainasaamiset	297 971,40		297 971,39	
Muut saamiset	124 736,20		148 331,54	
Siirtosaamiset	1 213 365,91	1 924 372,22	1 131 785,30	1 846 373,26
Rahat ja pankkisaamiset		11 397 929,46		8 511 907,95
Vaihtuvat vastaavat yhteensä		13 322 301,68		10 358 281,21
Vastaavaa		21 121 983,72		18 741 426,45

VASTATTAVAA				
Oma pääoma				
Osakepääoma	1 682 000,00		1 682 000,00	
Edellisten tilikausien voitto (tappio)	0,00		0,00	
Tilikauden voitto (tappio)	0,00	1 682 000,00	0,00	1 682 000,00
Vieras pääoma				
Pitkäaikainen vieras pääoma				
Velat saman konsernin yrityksille	4 610 100,90		4 413 574,80	
Muut velat	2 821 140,58	7 431 241,48	2 679 757,00	7 093 331,80
Lyhytaikainen vieras pääoma				
Saadut ennakkomaksut	77 732,91		47 987,00	
Ostovelat	6 088 843,22		5 665 981,64	
Velat saman konsernin yrityksille	792 881,01		332 991,70	
Muut velat	421 686,11		517 868,76	
Siirtovelat	4 627 598,99	12 008 742,24	3 401 265,55	9 966 094,65
Vastattavaa		21 121 983,72		18 741 426,45

RAHOITUSLASKELMA

1 000 €	2008	2007
Liiketoiminnan rahavirta:		
Liikevoitto (-tappio)	-68	-21
Oikaisut liikevoittoon (-tappioon) 1)	438	451
Käyttöpääoman muutos 2)	1 875	401
Saadut korot	392	299
Maksetut korot	-317	-269
Maksetut välittömät verot	-7	-12
Liiketoiminnan rahavirta	2 313	849
Investointien rahavirta:		
Investoinnit aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin	-104	-785
Luovutustulot muista sijoituksista	0	1
Osakkeiden ostot	-49	-128
Lainasaamisten takaisinmaksut	298	291
Investointien rahavirta	145	-622
Rahoituksen rahavirta:		
Pitkäaikaisten lainojen nostot	1 011	221
Pitkäaikaisten lainojen takaisinmaksut	-583	-498
Rahoituksen rahavirta	428	-277
Rahavarojen muutos	2 886	-50
Rahavarat 1.1.	8 512	8 562
Rahavarat 31.12.	11 398	8 512
1) Oikaisut liikevoittoon (-tappioon)		
Poistot ja arvonalentumiset	438	451
Yhteensä	438	451
2) Käyttöpääoman muutos		
Korottomien saamisten lisäys (-) tai vähennys (+)	-76	128
Lyhytaikaisten korottomien velkojen lisäys (+) tai vähennys (-)	1 951	273
Yhteensä	1 875	401

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2008

TILINPÄÄTÖKSEN LAADINTAPERIAATTEET

Arvostusperiaatteet ja -menetelmät sekä jaksotusperiaatteet ja -menetelmät

Pysyvien vastaavien arvostus
Aineettomat oikeudet, muut pitkävaikutteiset menot sekä koneet ja kalusto on aktivoitu välittömään hankintamenoon suunnitelmanmukaisilla poistoilla vähennettynä. Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistot.

Ydinenergialaissa tarkoitetun ydinjätehuoltoon hankitun käyttöomaisuuden hankintamenot on vähennetty kokonaan vuosikuluina, koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa.

Muun käyttöomaisuuden poistoajat ovat seuraavat	Aineettomat oikeudet	10 vuoden tasapoisto
	Muut pitkävaikutteiset menot	10 vuoden tasapoisto
	Atk-ohjelmat	5 vuoden tasapoisto
	Koneet ja kalusto	25 % menojäännöspoisto

Tutkimus- ja tuotekehitysmenot
Tutkimus- ja tuotekehitysmenot on kirjattu vuosikuluiksi niiden syntymisvuonna.

Emoyritys
Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n tytäryritys ja kuuluu Pohjolan Voima -konsernin TVO-alakonserniin.
Pohjolan Voima -konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, kotipaikka Helsinki.
TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj, kotipaikka Helsinki.

Pohjolan Voima -konsernitilinpäätös on nähtävissä Pohjolan Voima -konsernin pääkonttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.
TVO-konsernitilinpäätös on nähtävissä TVO-konsernin konttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2008	2007
1. Liikevaihto		
Tuotot, päätoimiala	54 958 470,44	46 100 000,00
Tuotot, sivutoimiala, osakkaat	8 311,97	24 258,59
Tuotot, sivutoimiala, muut yritykset	422 557,12	489 206,98
Yhteensä	55 389 339,53	46 613 465,57
2. Liiketoiminnan muut tuotot		
Vuokratuotot	53 086,87	68 638,36
Saadut avustukset	64 484,12	200 390,73
Muut tuotot	3 516,10	6 244,79
Yhteensä	121 087,09	275 273,88
3. Henkilöstö		
Henkilöstön lukumäärä keskimäärin	84	81
Henkilöstön lukumäärä 31.12.	83	81
Henkilöstökulut		
Palkat ja palkkiot	4 307 826,40	3 912 369,18
Eläkekulut	714 196,32	655 911,56
Muut pakolliset henkilösivukulut	218 025,31	230 136,90
Yhteensä	5 240 048,03	4 798 417,64
4. Poistot		
Poistosuunnitelma		
Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistojen suuruiset.		
Suunnitelman mukaiset poistot		
Aineettomista oikeuksista	1 081,33	1 732,77
Muista pitkävaikutteisista menoista	317 281,05	324 125,34
Rakennuksista	3 993,75	4 160,16
Koneista ja kalustosta	115 808,83	120 940,94
Yhteensä	438 164,96	450 959,21

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2008	2007
5. Liiketoiminnan muut kulut		
Vuokrat	2 741 637,56	2 642 259,75
Konsernin tukipalvelut	4 090 525,73	3 730 862,91
Tutkimuskulut	22 479 554,58	20 602 204,57
Onkalon tutkimustyöhön liittyvät kulut	15 294 848,27	11 155 381,42
Muut kulut	5 293 808,30	3 529 681,05
Yhteensä	49 900 374,44	41 660 389,70
Ydinjätehuoltoon kuuluva käyttöomaisuus		
Ydinjätehuoltoon kuuluva käyttöomaisuus on vähennetty vuosikuluna (KPL 5:1§)	15 264 509,39	13 590 371,98
Tilintarkastajien palkkiot		
Tilintarkastus	12 000,00	12 755,73
Tilintarkastajan lausunnot	940,00	0,00
Veroneuvonta	0,00	1 100,00
Yhteensä	12 940,00	13 855,73
6. Rahoitustuotot ja -kulut		
Korkotuotot ja muut rahoitustuotot		
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista	144 368,62	151 636,20
Muut korko- ja rahoitustuotot	247 990,65	145 664,35
Yhteensä	392 359,27	297 300,55
Korkokulut ja muut rahoituskulut		
Saman konsernin yrityksille	195 646,45	165 119,81
Muille	123 488,08	101 840,79
Yhteensä	319 134,53	266 960,60
Rahoitustuotot ja -kulut yhteensä	73 224,74	30 339,95

TASEEN LIITETIEDOT

7. Pysyvät vastaavat	Aineettomat oikeudet	Muut pitkä vaikutteiset menot	Yhteensä
Aineettomat hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2008	34 894,91	3 256 758,32	3 291 653,23
Lisäykset	0,00	3 420,82	3 420,82
Hankintameno 31.12.2008	34 894,91	3 260 179,14	3 295 074,05
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	28 899,54	972 920,77	1 001 820,31
Suunnitelmapoistot	1 081,33	317 281,05	318 362,38
Kirjanpitoarvo 31.12.2008	4 914,04	1 969 977,32	1 974 891,36
	Rakennukset ja rakennelmat	Koneet ja kalusto	Yhteensä
Aineelliset hyödykkeet			
Hankintameno 1.1.2008	138 183,20	814 253,19	952 436,39
Lisäykset	0,00	116 240,69	116 240,69
Vähennykset	0,00	-37 519,06	-37 519,06
Hankintameno 31.12.2008	138 183,20	892 974,82	1 031 158,02
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	38 339,53	450 588,94	488 928,47
Vähennysten kertyneet poistot	0,00	-21 690,70	-21 690,70
Suunnitelmapoistot	3 993,75	115 808,83	119 802,58
Kirjanpitoarvo 31.12.2008	95 849,92	348 267,75	444 117,67

Sijoitukset	2008	2007
Muut osakkeet ja osuudet	201 871,50	153 031,50
Muut lainasaamiset	5 178 801,51	5 476 772,90
Yhteensä	5 380 673,01	5 629 804,40

TASEEN LIITETIEDOT

	2008	2007
8. Siirtosaamisten olennaiset erät		
Vuokramenoennakko	1 105 850,00	884 680,00
Muut tulojäämät	100 585,00	57 750,55
Muut menoennakot	6 930,91	337 686,29
Yhteensä	1 213 365,91	1 280 116,84
9. Velat samaan konserniin kuuluville yrityksille		
Pitkäaikainen vieras pääoma	4 610 100,90	4 413 574,80
Lyhytaikainen vieras pääoma		
Saadut ennakkomaksut	216 933,16	0,00
Ostovelat	0,00	976,00
Muut velat	362 773,90	311 340,39
Siirtovelat	213 173,95	20 675,31
Yhteensä	792 881,01	332 991,70
Yhteensä	5 402 981,91	4 746 566,50
10. Siirtovelkojen olennaiset erät		
Korot	1 347,29	683,87
Palkat sosiaalikuluineen	1 197 186,33	1 148 668,42
Arviot laskuttamattomista suoritteista	3 429 065,37	2 251 913,26
Yhteensä	4 627 598,99	3 401 265,55
11. Velat, jotka erääntyvät myöhemmin kuin viiden vuoden kuluttua	6 111 343,52	6 111 967,69
12. Osakepääoma		
Osakepääoma 1.1.	1 682 000,00	1 682 000,00
Osakepääoman muutos	0,00	0,00
Osakepääoma 31.12.	1 682 000,00	1 682 000,00
13. Vastuusitoumukset		
Muut vuokravastuut		
Alle vuoden sisällä erääntyvät vuokravastuut	442 334,24	442 334,24
Myöhemmin erääntyvät vuokravastuut	6 192 679,36	6 635 013,60
Yhteensä	6 635 013,60	7 077 347,84

Posiva on vuokrannut Teollisuuden Voima Oyj:ltä Olkiluodosta maa-alueen ydinjätteen loppusijoitustoimintaa varten. Vuokra-aika on 1.7.2003 - 30.6.2103. Vuokrasopimus on irtisanottavissa, jos vuokra-alue osoittautuu loppusijoitukseen sopimattomaksi. Vuokra tarkistetaan elinkustannusindeksin mukaisesti kahden vuoden välein. Vuokran määrä vuonna 2008 oli 336 901,00 € (307 447,09 € vuonna 2007).

TOIMINTAKERTOMUKSEN JA TILINPÄÄTÖKSEN ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 2. päivänä maaliskuuta 2009

Jarmo Tanhua, pj

Pekka Leskelä

Veijo Ryhänen

Arvo Vuorenmaa

Eero Patrakka, toimitusjohtaja

TILINTARKASTUSKERTOMUS

Posiva Oy:n yhtiökokoukselle

Olemme tarkastaneet Posiva Oy:n kirjanpidon, tilinpäätöksen, toimintakertomuksen ja hallinnon tilikaudelta 1.1 .-31.12.2008. Tilinpäätös sisältää taseen, tuloslaskelman, rahoituslaskelman ja liitetiedot.

Hallituksen ja toimitusjohtajan vastuu

Hallitus ja toimitusjohtaja vastaavat tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisesta ja siitä, että ne antavat oikeat ja riittävät tiedot Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Hallitus vastaa kirjanpidon ja varainhoidon valvonnan asianmukaisesta järjestämisestä ja toimitusjohtaja siitä, että kirjanpito on lain mukainen ja että varainhoito on luotettavalla tavalla järjestetty.

Tilintarkastajan velvollisuudet

Tilintarkastajan tulee suorittaa tilintarkastus Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti ja sen perusteella antaa lausunto tilinpäätöksestä ja toimintakertomuksesta. Hyvä tilintarkastustapa edellyttää ammattieettisten periaatteiden noudattamista ja tilintarkastuksen suunnittelua ja suorittamista siten, että saadaan kohtuullinen varmuus siitä, että tilinpäätöksessä tai toimintakertomuksessa ei ole olennaisia virheellisyyksiä ja että hallituksen jäsenet ja toimitusjohtaja ovat toimineet osakeyhtiölain mukaisesti.

Tilintarkastustoimenpiteillä tulisi varmistua tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen lukujen ja muiden tietojen oikeellisuudesta. Toimenpiteiden valinta perustuu tilintarkastajan harkintaan ja arvioihin riskeistä, että tilinpäätöksessä on väärinkäytöksestä tai virheestä johtuva olennainen virheellisyys. Tarvittavia tarkastustoimenpiteitä suunniteltaessa arvioidaan myös tilinpäätöksen laadintaan ja esittämiseen liittyvää sisäistä valvontaa. Lisäksi arvioidaan tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen yleistä esittämistapaa, tilinpäätöksen laatimisperiaatteita sekä johdon tilinpäätöksen laadinnassa soveltamia arvioita.

Tilintarkastus on toteutettu Suomessa noudatettavan hyvän tilintarkastustavan mukaisesti. Käsityksemme mukaan olemme suorittaneet tarpeellisen määrän tarkoitukseen soveltuvia tarkastustoimenpiteitä lausuntoamme varten.

Lausunto

Lausuntonamme esitämme, että tilinpäätös ja toimintakertomus antavat Suomessa voimassa olevien tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti oikeat ja riittävät tiedot yhtiön toiminnan tuloksesta ja taloudellisesta asemasta. Toimintakertomuksen ja tilinpäätöksen tiedot ovat ristiriidattomia.

Puollamme vastuuvapauden myöntämistä hallituksen jäsenille ja toimitusjohtajalle tarkastamaltamme tilikaudelta.

Helsingissä 18. päivänä maaliskuuta 2009

PricewaterhouseCoopers Oy
KHT-yhteisö

Eero Suomela
KHT

PL 1015 (Itämerentori 2), 00101 Helsinkl
Y-tunnus 0486406-8; kotipaikka Helsinkl

Deloitte & Touche Oy
KHT-yhteisö

Robert Kajander
KHT

Porkkalankatu 24, 00180 Helsinki
Y-tunnus 0989771-5, kotipaikka Helsinki

LEHTINEN ANNE

Posiva Oy
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3709
www.posiva.fi

Vuosikertomus 2007

POSIVA

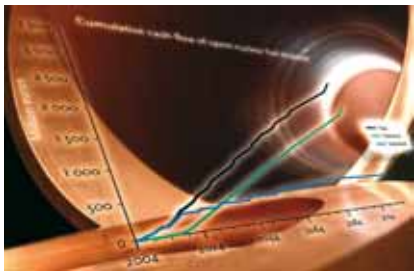
Sisällys

Vuoden 2007 päätapahtumat 4
Posiva ja ydinjätehuolto 6
Toimitusjohtajan katsaus 8
Hallituksen toimintakertomus 10
Tilinpäätös 18

Vuoden 2007 päätapahtumat

ONKALOn rakentaminen eteni suunnitelmien mukaan

ONKALOn tunnelia louhittiin vuoden aikana noin 900 metriä. Joulukuun lopussa tunnelin kokonaispituus oli lähes 2,6 kilometriä ja syvyys runsaat 240 metriä. Tunnelitekniikkarakennus sekä rakentamista palveleva kalusto- ja varastohalli otettiin käyttöön. ONKALOn suuaukolle valmistui elektroninen infotaulu, jonka välittämän informaation avulla tunnelin käyttäjät tietävät kulloinkin käynnissä olevan työvaiheen ja louhinnan etenemän.



Loppusijoitushankkeen kustannusarvio päivitettiin

Nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden ja Olkiluoto 3:n 50–60 vuoden käytön aikana syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kokonaiskustannusten uusi arvio valmistui. Arvio ulottuu 2120-luvulla tapahtuvaan loppusijoituslaitoksen sulkemiseen asti, ja sen mukaan hankkeen kokonaiskustannukset ovat noin 3 miljardia euroa.

Posiva ja Fortum Nuclear Services (FNS) solmivat yleissopimuksen

Posiva allekirjoitti FNS:n kanssa yleissopimuksen, joka varmistaa loppusijoitukseen liittyvän ydinteknisen osaamisen jatkuvuuden ja resurssien riittävyyden toiminnan lähestyessä toteutusvaihetta. Yleissopimus edesauttaa suunnittelu- ja asiantuntijatoimeksiantojen sujuvaa läpiviemistä.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen päivitys aloitettiin

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten 1990-luvun lopulla tehdyn ympäristövaikutusten arviointiselostuksen päivitys käynnistettiin. Posivan vuosina 1997–1999 tekemä ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) kattaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen, eli kaikkiaan 9000 uraanitonnin loppusijoituksen.

Vuojoen kartanon kunnostustyöt saatiin päätökseen

Posiva vastasi Vuojoen kartanon läntisen flyygelin kunnostuksesta vierastaloksi, joka avattiin majoituskäyttöön toukokuussa. Kartanon kunnostustöille saatiin päätös, kun kasvihuoneen eli Orangerian restaurointi kokous- ja saunatiloiksi valmistui lokakuussa. Orangerian kunnostus toteutettiin Posivan, Eurajoen kunnan ja Euroopan unionin aluekehitysrahaston tuella.

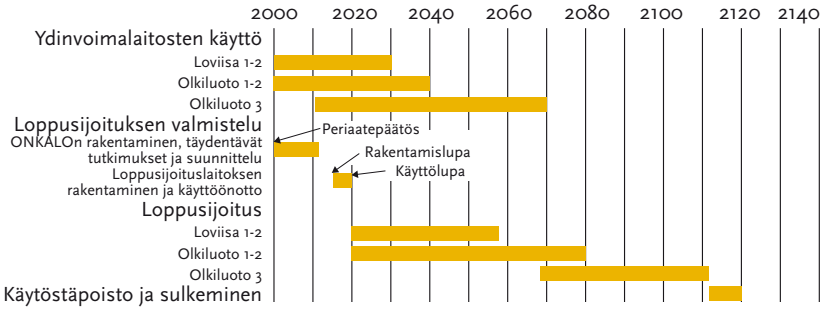
Posiva ja ydinjätehuolto

Ydinenergialain mukaan vastuu ydinjätehuollosta kuuluu jätteen tuottajille eli voimayhtiöille. Ydinjätehuoltovelvollisten Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) vastuu kattaa kaikki toimenpiteet aina siihen asti, kunnes ydinjäte on pysyvästi loppusijoitettu. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvät tehtävät TVO ja Fortum ovat keskinäisellä sopimuksella osoittaneet yhteisesti omistamalleen, vuonna 1995 perustamalleen Posiva Oy:lle, joka vastaa loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä. Ennen tätä vaihetta Posiva Oy huolehtii loppusijoituslaitoksen suunnittelusta sekä tutkimus- ja kehitystyöstä loppusijoituksen turvallisuuden varmistamiseksi ja toiminnan tarvitsemien lupien hakemiseksi.

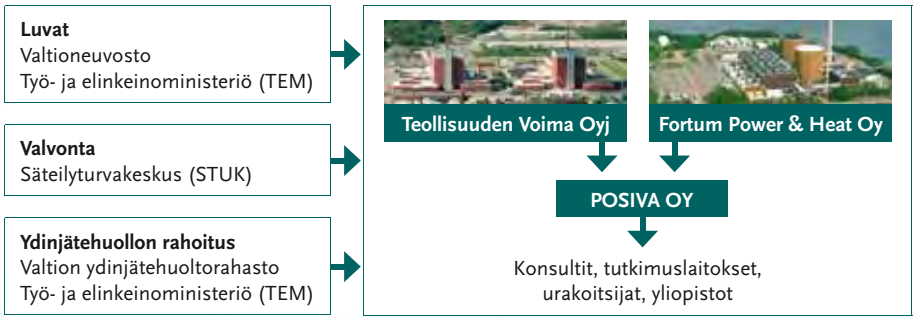
Vuonna 2001 eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen mukaan TVO:n ja Fortumin nykyisistä neljästä laitosyksiköstä kertyvä käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Eurajoen Olkiluotoon. Lisäksi vuonna 2002 tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös rakenteilla olevan uuden laitosyksikön (Olkiluoto 3) käytetty polttoaine voidaan sijoittaa samaan kallioperään.

Käytännössä loppusijoituksen valmistelut etenevät siten, että vuoden 2009 loppuun mennessä on toimitettava loppusijoituslaitoksen rakentamislupavalmiuteen liittyvät alustavat selvitykset ja suunnitelmat. Lopulliset selvitykset ja suunnitelmat on varauduttava esittämään vuoden 2012 loppuun mennessä rakentamislupahakemuksen yhteydessä. Loppusijoitus on tarkoitus aloittaa vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosalueilla. Vuoden 2007 lopussa käytettyä ydinpolttoainetta oli välivarastoituna Olkiluodon ydinvoimalaitoksella 1371 uraanitonnia ja Loviisan ydinvoimalaitoksella 505 uraanitonnia.

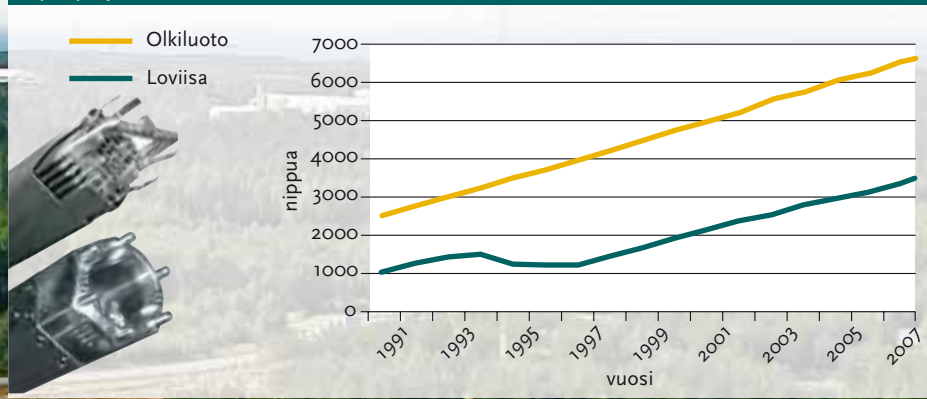
Loppusijoituksen kokonaisaikataulu



Ydinjätehuollon organisointi



Käytetyn polttoaineen määrä



Toimitusjohtajan katsaus

Vuoden 2007 keskeisiä puheenaiheita oli ilmastonmuutos ja sen torjuminen. Balin ilmastokokouksessa joulukuussa kaikki osanottajat sitoutuivat etsimään vaihtoehtoja kasvihuonekaasujen päästön vähentämiseksi. Erääksi varteenotettavaksi keinoksi on noussut ydinvoiman lisärakentaminen. Muutos tässä suhteessa on merkittävä, sillä vielä muutama vuosi sitten ydinvoiman katsottiin olevan menneisyyteen kuuluva sähköntuotantotapa.

Erityisesti Euroopan unionissa ydinvoiman arvostus on kokenut renessanssin. Ydinvoima nostettiin vuoden 2007 aikana julkaistuissa asiakirjoissa erääksi keskeiseksi hiilidioksidittomaksi energiamuodoksi. Myös Suomessa laaja kansalaismielipide tunnustaa ydinvoiman merkityksen ja kannattaa ydinvoimakapasiteetin lisäämistä.

Ehdoton välttämättömyys ydinvoiman hyväksymiselle on ydinjätehuollon järjestäminen. Suomessa Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten omistajat ovat omalla kustannuksellaan kehittäneet ja toteuttaneet ydinjätehuoltoa pitkäjänteisesti jo 1970-luvulta lähtien. Olemme saaneet tästä kansainvälistä tunnustusta, ja meidät on mainittu suositeltavana esimerkkinä muille alan toimijoille Euroopan unionissa. Tästä on hyvä jatkaa eteenpäin.

Posivan oma toiminta käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kehittämiseksi ja toteuttamiseksi on edennyt pitkäjänteisten suunnitelmien mukaisesti. Tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyö tähtää seuraavaksi vuoden 2009 loppuun, jolloin viranomaisille on esitettävä väliarvio loppusijoituksen etenemisestä. ONKALO-työmaa on edennyt asetettujen tavoitteiden mukaisesti päämääränä loppusijoitussyvyyden saavuttaminen vuoden 2009 lopussa.

Yhtiön johtamisen kulmakivenä on nykyaikaiset sertifiointivaatimukset täyttävä toimintajärjestelmä. Vuoden mittaan päivitettiin kaikki toimintajärjestelmän osat mittavan työpanoksen turvin. Toimintajärjestelmä yhdessä osaavan henkilökunnan kanssa takaa sen, että niin tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyö kuin ONKALO-projektin toteuttaminenkin tapahtuu suunnitelmallisesti, ohjatusti ja dokumentoidusti.

Posivan monialainen toiminta edellyttää yhteistyötä lukuisten asiantuntija- ja toteutusorganisaatioiden kanssa. Yhteistyömuodot sekä kotimaisten että ulkomaisten yhtiöiden ja laitosten kanssa on vakiinnutettu pitkäjänteisen toimintamme edellyttämällä tavalla.

Vuojoen kartanon restauroinnin viimeinen vaihe, kasvihuone, valmistui lokakuussa. Orangerian käyttöönoton jälkeen kartanomiljöö on saavuttanut alkuperäisen loistonsa ja täyttää hankkeelle asetetut, kulttuurihistoriaan pohjautuvat tiukat vaatimukset. Vuojoki-hanke on oiva esimerkki julkisen vallan ja yksityisen yhtiön paikallisesta yhteistyöstä.

Kiitän yhtiön henkilökuntaa, omistajia ja muita yhteistyökumppaneita vuoden aikana tehdystä arvokkaasta työstä, joka on varmistamassa loppusijoituksen suunnitelmallista toteutusta ensi vuosikymmenenä.

Helmikuussa 2008

Eero Patrakka

Hallituksen toimintakertomus

Keskeiset tapahtumat

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu eteni vuonna 2006 julkaistun tutkimus-, kehitys- ja teknisen suunnittelutyön ohjelman (TKS-2006) mukaisesti. Säteilyturvakeskuksen arvio TKS-ohjelmasta valmistui ja siinä esitetyt näkemykset ohjelman painotuksista olivat myönteisiä.

ONKALOn rakentaminen eteni suunnitelmien mukaisesti sekä tunnelin etenemän että maanpäällisen rakentamisen suhteen. ONKALOn kuiluja koskevassa suunnittelussa päädyttiin kolmen kuilun ratkaisuun.

Loppusijoitustekniikan osalta vaakasijoituskonseptia on kehitetty pystysijoituksen ohella yhteistyössä ruotsalaisen ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa. Vaakasijoitusta koskeva Olkiluoto-kohtainen turvallisuusanalyysi valmistui toimintavuoden aikana. Referenssiratkaisuna olevan pystysijoitusratkaisun tunnelitäytössä on päädytty esivalmistettujen saviharkkojen käyttöön, mikä on otettu huomioon loppusijoituksen kokonaiskustannusarvion päivityksessä.

Vuojoen kartanon kunnostustyöt saatiin päätökseen, kun vierastaloksi kunnostettu kartanon läntinen flyygeli otettiin majoituskäyttöön toukokuussa ja kasvihuoneen eli Orangerian restaurointi kokous- ja saunatiloiksi valmistui lokakuussa.

ONKALO

Maanalaisen tutkimustilan ONKALOn louhintaa jatkettiin noin 900 m. Tunnelin kokonaispituus vuoden lopussa oli 2581 m toimintavuodelle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tunnelin syvyys oli runsaat 240 m. Louhittava kallio ja sen kivilaatu oli odotetun ehyttä koko louhintajakson ajan eikä yllättäviä tiivistys- tai lujitustarpeita ilmennyt. Halkaisijaltaan 3,5 metrin poistoilmakuilu sekä 4,5 metrin henkilökuilu nousuporattiin -180 metrin tasolle. Sähkötöiden asennuksissa edettiin noin 900 m sekä LVI-töiden asennusten osalta keskimäärin 1000 m. Sekä sähkö- että LVI-asennukset ulottuivat vuoden lopussa noin 2000 metriin.

Edellisen toimintavuoden aikana tehdyt, töiden toteutustapaan kohdistuneet muutokset osoittautuivat erittäin toimiviksi ja mahdollistivat asetettujen tavoitteiden saavuttamisen. Sama koskee myös tehtyjä kalustohankintoja.

Maanpäällisen alueen rakentamista jatkettiin mm. alueen valaistus- ja viemäröintitöillä. Rakennuksista sekä tunnelitekniikkarakennus että varasto- ja kalustohalli otettiin käyttöön toimintavuoden alkupuolella. ONKALOn suuaukolle valmistui myös elektroninen opastintaulu, jolla ilmoitetaan tunnelissa kulloinkin meneillään oleva louhinnan työvaihe. Järjestelyllä parannetaan erityisesti tunnelin työturvallisuuteen liittyvää tiedon saantia.

ONKALOn toteutussuunnittelun ohella jatkettiin kuiluratkaisuja koskevaa suunnittelua ja päädyttiin kolmen kuilun ratkaisuun. Toteutettavaksi päätetty tuloilmakuilu tulee olemaan, kuten poistoilmakuilukin, halkaisijaltaan 3,5 m ja se toteutetaan nousuporauksella.

Tutkimukset

Olkiluodon paikkatutkimukset jatkuivat vuoden 2006 loppupuolella julkaistun kolmivuotisohjelman TKS-2006 mukaisesti. Tavoitteena on tutkimusohjelmassa esitettyjen keskeisten epävarmuuksien ja tulkintaongelmien selvittäminen sekä uusien kenttätutkimusten

avulla että mallinnustyötä kehittämällä. Säteilyturvakeskuksen kesällä 2007 antaman lausunnon mukaan ohjelma vastaa myös viranomaisten ja heidän kansainvälisten asiantuntijoidensa käsityksiä tutkimuksen painopisteistä.

Vaikka suuri mielenkiinto nykyisin kohdistuukin maanalaisesta tutkimustilasta, ONKALOsta, saatavaan uuteen tietoon, uutta tietoa hankitaan edelleen myös maanpäällisin kairauksin. Vuoden aikana valmistui 48. syvä kairanreikä Olkiluodon saarelle. Yksi kairanrei'istä suuntautuu saaren pohjoispuolella olevan merialueen alle ja sen odotetaan varmentavan käsitystä Olkiluodon pohjavesien geokemiallisesta kehityksestä menneisyydessä, erityisesti viimeisen jääkauden jälkeen. Muutoin kairausten pääpaino on siirtymässä saaren itäosaan, josta tähän mennessä on olemassa vain vähän maanalaista havaintoja mittausaineistoa.

Paikkatutkimusaineisto luo perustan sekä loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelulle että loppusijoitustilojen yksityiskohtaiselle sijoittelulle Olkiluodon saarella. Kalliolle asetettavia vaatimuksia ja niiden todentamista Olkiluodon kallioperässä selvitetään käynnistyneessä erillisohjelmassa, jonka tarkoitus on vuoden 2012 loppuun mennessä osoittaa, miten loppusijoitukseen soveltuvia kalliolohkoja voidaan käytännössä tunnistaa nykyisin käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien avulla. Vuoden 2007 aikana on erityisesti käyty läpi kallioperään kohdistuvia turvallisuusvaatimuksia.

Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuus- ja toimintakykyvaatimukset ovat muutoinkin olleet laajan selvitystyön kohteena. Posiva on ottamassa käyttöön systemaattista vaatimustenhallintajärjestelmää ja ensimmäinen versio järjestelmästä saataneen käyttöön vuoden 2008 alkupuolella.

Merkittävä ponnistus on ollut alustavan turvallisuusperustelun laatiminen KBS-3:n vaakasijoitusvaihtoehdolle, jota Posiva on kehittänyt yhdessä SKB:n kanssa. Turvallisuusarviossa on käytetty pohjana Olkiluodon paikkatietoja. Turvallisuusperustelussa on sovellettu samantapaista portfolioperiaatetta kuin on tarkoitus aikanaan käyttää loppusijoituslaitoksen varsinaisessa luvituksessakin, ja projekti on tarjonnut tässä suhteessa hyvän mahdollisuuden periaatteen testaamiseen.

Loppusijoitustekniikka

Loppusijoituslaitoksen suunnittelu etenee kolmen vuoden jaksoissa. Kunkin jakson aikana suunnitelmien yksityiskohtaisuutta lisätään ja niissä otetaan huomioon loppusijoitusratkaisun eri osa-alueita koskevan tutkimus- ja kehitystyön tulokset. Vuonna 2007 aloitettiin laitoksen luonnossuunnitteluvaihe. Sen tavoitteena on tuottaa entistä tarkempi laitossuunnitelma-aineisto, joka valmistuu v. 2009 ja liitetään osaksi viranomaisille jätettävää väliarviointiaineistoa. Loppusijoitustoiminnan ja -tilojen mitoitus perustuu edelleen 5 500 tU suuruiseen käytetyn polttoaineen määrään. Siinä on huomioitu käytössä olevien neljän laitosyksikön lisäksi rakenteilla olevan Olkiluoto 3:n tuottaman käytetyn polttoaineen määrä. Suunnittelussa otetaan jatkossa kuitenkin huomioon omistajien mahdollisten uusien ydinvoimalaitoshankkeiden edellyttämä lisäys loppusijoitettavan polttoaineen määrään.

Vuonna 2007 valmistui kokonaiskustannusarvio edellisen kolmivuotiskauden aikana tehtyjen suunnitelmien perusteella. Arvioidut kokonaiskustannukset koko loppusijoi-

tustoiminnan ajalta ovat 3,0 miljardia euroa, josta käyttövaiheen kustannukset muodostavat 2,1 miljardia euroa. Suunnitelmamuutoksista kustannusarviota nostavasti vaikutti erityisesti maanalaisten tilojen täyttötekniikka, jossa siirryttiin esivalmistettujen saviharkkojen käyttöön perustuvaan suunnitelmaan. Entistä tarkempien käytetyn polttoaineen jälkilämmön laskentamenetelmien ansiosta loppusijoituksen kokonaiskeston lyheneminen vaikutti puolestaan kustannusarvioon laskevasti.

ONKALOn louhinta- ja rakennustöiden lähestyessä loppusijoitussyvyyttä keskeisenä tehtävänä on toimintavuoden aikana ollut tutkimustarkoituksiin rakennettavien ONKALOn tunneli- ja kuilutilojen yhteensovittaminen tulevaisuudessa rakennettavien loppusijoitustilojen kanssa. Työssä on tarkasteltu ONKALOa varten rakennettavien kolmen kuilun ja myöhemmässä vaiheessa tarvittavien kuiluyhteyksien sijoittelua ja kokonaismäärää. Näiden perusteella on suunniteltu koko laitoksen maanpintarakennusten ja -rakenteiden sijoittelua sekä tehty aluesuunnittelua.

Kehitystyötä loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikassa on jatkettu tiiviissä yhteistyössä SKB:n kanssa. Koekapseleiden valmistuksen ja testauksen ohella painopiste on ollut sulkemistekniikan kehityksessä. Vuoden 2007 aikana suunniteltiin ja käynnistettiin demonstraatioprojekti, jossa tarkoituksena on sarjatyön keinoin osoittaa kapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikoiden toimivuus. Valmiuksia bentoniittipuskurin valmistustekniikan osaamiseksi kotimaassa kehitettiin.

Loppusijoituksen referenssiratkaisun (pystysijoitusratkaisu) rinnalla on jatkettu vaakasijoitusvaihtoehdon kehitystyötä yhteistyössä SKB:n kanssa. Projektin työt saatettiin loppuun ja tulokset raportoitiin toimintavuoden aikana. Saadut tulokset osoittavat, että tekniset ratkaisut vaakasijoitusvaihtoehtoa varten ovat olemassa. Tehdyn turvallisuusarvioinnin perusteella ratkaisu täyttää myös turvallisuusvaatimukset. Vaakasijoitusvaihtoehtoon liittyy kuitenkin eräitä jatkoselvitystä edellyttäviä seikkoja, joista merkittävämmät liittyvät ratkaisussa tarvittavan asennussuojan materiaalivalintaan sekä bentoniittipuskurin käyttäytymiseen. Tulosten perusteella laadittiin vertailukustannusarvio pystysijoitusratkaisulle. Se osoittaa vaakasijoitusvaihtoehdon olevan jonkin verran edullisempi kuin pystyratkaisu.

Kansainvälinen yhteistyö

SKB:n kanssa solmitun yhteistyösopimuksen mukaisesti osallistuttiin edelleen Äspön kalliolaboratoriossa ja Oskarshamnin kapselointilaboratoriossa tehtävään tutkimus- ja kehitystyöhön. Vuoden 2007 aikana sovittiin uusista työohjelmista loppusijoituskapselin sekä bentoniittipuskurin ja täyttötekniikan kehittämisen alueilla. Sovittujen ohjelmien mukaiset tehtävät toteutetaan yhteisinä projekteina. Tiedonvaihto kaikilla osa-alueilla SKB:n kanssa on kiinteää.

Käytännön tutkimus- ja kehitysyhteistyö EU:n 6. puiteohjelmaan kuuluvissa projekteissa jatkui vuoden 2007 aikana. Vuoden 2007 aikana osallistuttiin EU:n 7. puiteohjelman mukaiseen hakukierrokseen yhteistyössä SKB:n ja eräiden muiden organisaatioiden kanssa. Neuvottelut uusista projekteista ovat vielä kesken.

Posiva osallistui aktiivisesti myös kansainvälisten järjestöjen, kuten OECD/NEA:n ja IAEA:n toimintaan. Lisäksi Posiva toimii ydinjäteyhtiöiden kansainvälisessä yhteistyöjärjestössä EDRAMissa.

Yhteiskuntavastuu ja viestintä

Eurajoen kunnan ja Posivan välistä yhteistyötä koordinoiva ryhmä kokoontui kaksi kertaa. Kokouksissa olivat esillä muun muassa osapuolten ajankohtaiset tiedotusasiat, loppusijoitushankkeen eteneminen sekä Vuojoen kartanoon liittyvät asiat. Posivan asiat ovat olleet säännöllisesti esillä myös TVO:n ja ympäristökuntien välisessä yhteistyötoimikunnassa.

Vuojoen kartanon muutostyöt saatiin päätökseen, kun länsiflyygelin

kunnostus vierastaloksi ja kasvihuoneen eli Orangerian restaurointi kokous- ja saunatiloiksi valmistuivat. Kartano sai runsaasti huomiota tiedotusvälineissä, ja vuoden aikana siellä kävi noin 24 000 vierasta.

Toimintavuonna Posiva tiedotti muun muassa ONKALOn rakentamisen ja tutkimusten etenemisestä sekä Posivan varautumisesta omistajiensa uusiin ydinvoimalahankkeisiin käytetyn ydinpolttoaineen osalta. Satakunnan alueella keskeinen viestintäkanava on ollut Uusi Rauma ja Satakunnan Viikko -lehtien välissä viidesti ilmestynyt Posiva Tutkii -liite.

Kouluyhteistyötä jatkettiin Eurajoen yhteiskoulun 7. ja 8. luokkien kanssa. Luokkien Olkiluotoon tekemien käyntien aikana oppilaat analysoivat muun muassa vesinäytteitä ONKALO-alueen tutkimushallissa. Syksyllä järjestettiin perinteinen geopäivä Eurajoen lukion toisen ja kolmannen luokan oppilaille.

Posiva ja TVO järjestivät avointen ovien päivän Olkiluodossa maaliskuun lopussa, ja tällöin vierailla oli mahdollisuus tutustua ONKALO-työmaahan. Lisäksi Posivan toimintaa esiteltiin paikallisille yleisöille Eurajoen toritapahtumien yhteydessä.

Posivan toimintaan Olkiluodossa tutustui vuoden aikana noin 72 vierailijaryhmää ja 750 henkilöä. Olkiluodon vierailukeskuksessa kävi vuoden aikana noin 18 000 vierasta. Vierailukeskuksessa on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta käsittelevä näyttelykokonaisuus.

Ympäristövaikutusten hallinta

Yhtiön ympäristöasioista huolehditaan Posivan toimintajärjestelmän ja vuosittaisen ympäristöohjelman mukaisesti. Toimintajärjestelmä kattaa ympäristöjärjestelmiä koskevan kansainvälisen standardin vaatimukset. Posivan ympäristönäkökohdat on arvioitu vuosittain, ja vuonna 2007 merkittävimmät näkökohdat liittyivät ONKALOn rakentamiseen ja kenttätöihin.

ONKALOn louhinnasta syntyi louhetta vuonna 2007 noin 48 000 m^3, josta lähes puolet käytettiin aluerakentamiseen. Tunnelin tekemisessä käytettiin vettä noin 18 000 m^3. ONKALOn keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä oli noin 22 l/min. Tunnelista pumpatut vedet johdettiin selkeytyksen ja öljynerotuksen jälkeen avo-ojaa pitkin mereen. Veden laatua mitattiin säännöllisesti.

Ympäristöohjelman tarkoituksena on vähentää merkittävien ympäristövaikutusten haitallisuutta. Vuoden 2007 ohjelman mukaisesti mm. koulutettiin ONKALO-työmaan henkilökuntaa kemikaalien käsittelyssä ja lisättiin alkusammutusvalmiutta. Edellisenä kesänä tehty tutkimuskaivanto maisemoitiin istutuksin ja uudet kairauspaikat suunniteltiin ja toteutettiin niin, että niistä aiheutui mahdollisimman vähän ympäristöhaittoja.

Toimintajärjestelmä

Posivan toimintajärjestelmä kuvataan käsikirjoissa, jotka antavat yleiskuvan Posivan toiminnasta, ja niitä täydentävissä kuvauksissa, toimintasäännöissä ja ohjeissa. Toimintajärjestelmän avulla varmistetaan, että Posivan toiminta täyttää jo tässä vaiheessa tulevalle ydinlaitokselle asetetut turvallisuusvaatimukset ja että toiminta on oikeaaikaista ja kustannustehokasta. Vuoden 2007 kuluessa toimintajärjestelmään kuuluvat asiakirjat uudistettiin jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti. Toimintajärjestelmään sisältyvät menettelytavat ovat Säteilyturvakeskuksen kanssa sovittujen viranomaisvalvonnan periaatteiden mukaisia ja vastaavat mahdollisen ISO 9001 -sertifioinnin asettamia vaatimuksia. Erityinen huomio on kohdistettu ONKALOn rakentamisen laadunvarmistuksen liittämiseen toimintajärjestelmän kokonaisuuteen.

Riskit

Yhtiön yleistä riskienhallintaa hoidettiin toimintajärjestelmän ohjeistuksen mukaisesti. Riskien hallintaprosessin mukaisesti varmistuttiin riskien tunnistamisen ja riskienhallintatoimenpiteiden ajankohtaisuudesta. ONKALO-hanke hoiti osana projektihallintoa projektikohtaista riskienhallintaa.

Hallintoelimet

HALLITUS
Teollisuuden Voima Oyj
Pertti Simola, puheenjohtaja
Veijo Ryhänen
Fortum Power and Heat Oy
Pekka Leskelä
Heikki Raumolin

Jyrki Javanainen, sihteeri

Posiva Oy:n toimitusjohtaja Eero Patrakka on osallistunut hallituksen kokouksiin.

Hallitus kokoontui 7 kertaa.

Heikki Raumolin erosi hallituksesta 31.12.2007. Hänen tilalleen tuli Arvo Vuorenmaa 1.1.2008 alkaen.

TOIMITUSJOHTAJA
Eero Patrakka

JOHTORYHMÄ
Puheenjohtaja
Eero Patrakka

Jäsenet
Pertti Huovinen, projektijohtaja
Markku Kettunen, hallintojohtaja
Juhani Vira, tutkimusjohtaja
Timo Äikäs, tekninen johtaja
Sihteeri
Timo Seppälä, viestintäpäällikkö

Johtoryhmä kokoontui 15 kertaa.

HALLITUKSEN ASETTAMAT TOIMIKUNNAT

Tekninen toimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Erkki Muttilainen
Jari Tuunanen
Fortum Power and Heat Oy
Ilpo Kallonen, puheenjohtaja
Jyrki Kohopää
Posiva
Timo Äikäs
Juhani Vira
Jussi Palmu, sihteeri
(5.9.2007 saakka)
Kimmo Lehto, sihteeri
(6.9.2007 alkaen)

Toimikunta kokoontui 6 kertaa.

Taloustoimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Klaus Luotonen
Veijo Ryhänen
Timo Palomäki, asiantuntija
Fortum Power and Heat Oy
Heikki Raumolin, puheenjohtaja
Tiina Tuomela
Irja Vekkilä, asiantuntija
Posiva
Eero Patrakka
Markku Kettunen
Jussi Palmu, sihteeri

Toimikunta kokoontui 7 kertaa.

Rakennustoimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Rauno Mokka, puheenjohtaja
Juha Riihimäki
Fortum Power and Heat Oy
Gustav Wallén
Kauko Silventoinen
Posiva
Pertti Huovinen
Hannu Tuulasvaara, sihteeri

Toimikunta kokoontui 4 kertaa.

Viestintätoimikunta
Teollisuuden Voima Oyj
Anneli Nikula, puheenjohtaja
Fortum Power and Heat Oy
Christian Leisio
Posiva
Eero Patrakka
Timo Seppälä, sihteeri

Toimikunta kokoontui 6 kertaa.

Tilintarkastajat

KHT Eero Suomela, PricewaterhouseCoopers Oy:n nimeämänä
KHT Robert Kajander, Deloitte & Touche Oy:n nimeämänä

Omistusosuudet ja konserni

Posiva Oy kuuluu PVO-konsernin TVO-alakonserniin. PVO-konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, jonka kotipaikka on Helsinki. TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj (TVO), jonka kotipaikka on Helsinki.

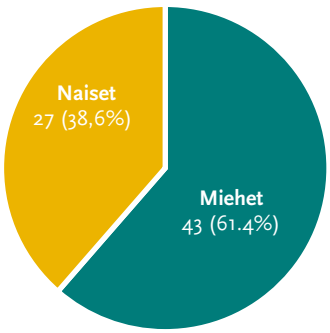
Posiva Oy:n osakkaat ovat Teollisuuden Voima Oyj 60 % ja Fortum Power and Heat Oy 40 %. Yhtiön osakkeiden lukumäärä on 10 000 kappaletta.

Posiva Oy:llä on ollut tytäryhtiö Posivia Oy, joka ei ole ollut toimiva yritys ja jolla ei ole ollut vaikutusta Posiva Oy:n tulokseen ja vapaaseen pääomaan. Posivia Oy on haettu selvitystilaan ja yhtiö on purkautunut 5.7.2007.

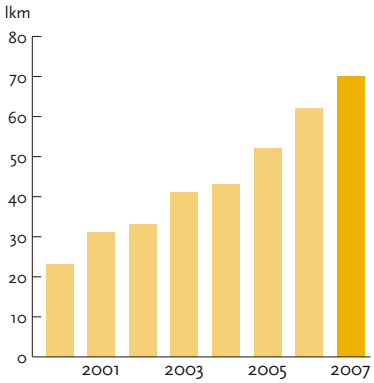
Hallitus vasemmalta oikealle: Veijo Ryhänen, Heikki Raumolin, Pekka Leskelä, Eero Patrakka, Pertti Simola, Jyrki Javanainen.

Johtoryhmä vasemmalta oikealle: Timo Äikäs, Pertti Huovinen, Timo Seppälä, Markku Kettunen, Juhani Vira, Eero Patrakka.

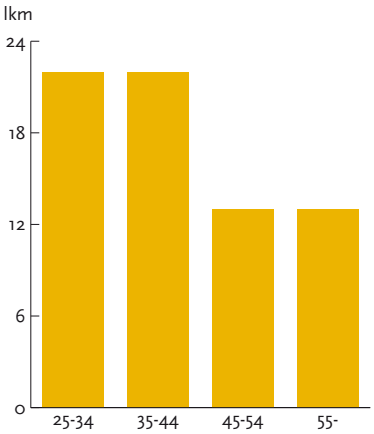
Sukupuolijakauma



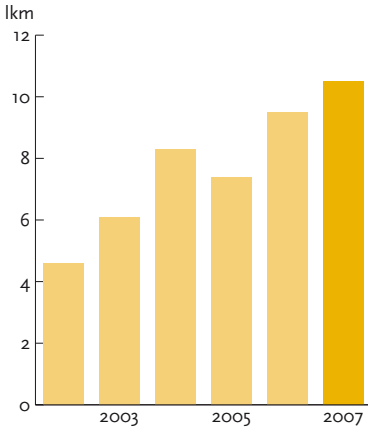
Henkilöstömäärän kehitys



Posivan ikärakenne



Koulutuspäivien määrä/hlö



Henkilöstö ja toimipaikat

Koko henkilöstön määrä oli vuoden lopussa 81 (v. 2006: 69) henkilöä. Vuoden aikana Posivan palveluksessa oli keskimäärin 81 (71) henkilöä, joista osa oli määräaikaisessa työsuhteessa ja kesätyössä. Yhtiöön palkattiin vuoden aikana 12 (13) uutta vakituista henkilöä pääasiassa ydinjätehuollon asiantuntijatehtäviin. Yhtiön palveluksesta erosi 4 (3) henkilöä. Yhtiön henkilöstökertomus julkaistiin vuonna 2007 toisen kerran.

Viidettä kertaa Työterveyslaitoksen kanssa toteutetun työhyvinvointikyselyn mukaan myönteistä kehitystä on tapahtunut mm. esimiestyössä ja työryhmien ilmapiirissä. Henkilöstön koulutusta kehitettiin järjestämällä aiempaa enemmän Posivan tarpeisiin räätälöityjä kursseja vuosikoulutussuunnitelman mukaisesti.

Energia-alan uudet työehtosopimukset astuivat voimaan lokakuussa 2007. Posivan koko henkilöstö on tulospalkkauksen piirissä. Tulospalkkio on mahdollista ohjata konsernin henkilöstörahastoon.

Posivalla on toimitilat Eurajoella Olkiluodossa ja Vuojoen kartanossa. ONKALO-alueen maankäyttösuunnittelu on käynnistetty. ONKALO-työmaan toimistorakennusta päätettiin laajentaa, ja laajennus toteutetaan vuoden 2008 alkupuolella.

Talous ja rahoitus

Posivan osakkaat vastaavat yhtiön päätoimialaan – Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon ja sen edellyttämään tutkimus- ja kehitystyöhön – liittyvistä kuluista, jotka veloittamalla yhtiö saa pääosan liikevaihdostaan. Sen lisäksi yhtiö tekee vähäisessä määrin muita toimeksiantoja omistajille ja ulkopuolisille asiakkaille.

Yhtiön liikevaihto oli 46,6 (42,9) miljoonaa euroa, josta päätoimialan osuus oli 46,1 (41,4) miljoonaa euroa. Liikevaihto on kasvanut päätoimialan laajenemisen vuoksi.

Posiva hoitaa ydinjätehuoltovelvollisten voimayhtiöiden – yhtiön omistajien – ydinenergialaissa säädettyjä ydinjätehuollon tehtäviä. Tämän mukaisesti yhtiö perii näistä toimenpiteistä vuosittain aiheutuneet kustannukset mukaan lukien käyttöomaisuuden hankintamenot. Koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa, on Posivan ydinjätehuollon menot silloinkin, kun kysymys on käyttöomaisuuden hankintamenosta, vähennetty kokonaan vuosikuluina. Jätehuoltovelvolliset varautuvat ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain ydinjätehuoltomaksuja Valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan laajuus

Posivan tämänhetkinen toiminta on pääasiassa loppusijoitusedellytysten selvittämiseen tähtäävää laaja-alaista tutkimus- ja kehitystyötä. Tutkimus- ja kehitystoimintaan käytettiin vuonna 2007 yhteensä noin 36,8 (33,4) miljoonaa euroa, mikä on 79 % (78 %) liikevaihdosta. Tutkimus- ja kehitystoiminta käsittää ONKALOn rakentamisen lisäksi maanpäälliset tutkimukset, kapselointitekniikan kehittämisen ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun.

Tunnusluvut

Yhtiön toimintaperiaatteen vuoksi taloudellisten tunnuslukujen esittäminen ei ole tarkoituksenmukaista liiketoiminnan, taloudellisen aseman tai tuloksen ymmärtämiseksi. Tilinpäätös ei osoita voittoa eikä tappiota.

Tilikauden päättymisen jälkeiset tapahtumat

Olennaisia liiketoiminnan kehittymiseen vaikuttavia tapahtumia ei ole ilmennyt.

Arvio todennäköisestä tulevasta kehityksestä

Yhtiön toiminnan arvioidaan jatkuvan alkaneella tilikaudella pääosin edellisen vuoden tapaan. Liikevaihdon arvioidaan kasvavan jonkin verran edellisestä tilikaudesta, mikä johtuu lähinnä ONKALOn rakentamisen kustannuksista.

Voitonjako

Yhtiöllä ei ole vapaata omaa pääomaa, joten osinkoa ei voi jakaa.

Tilinpäätös

TULOSLASKELMA

		1.1.-31.12.2007		1.1.-31.12.2006
Liikevaihto		**46 613 465,57**		42 870 056,03
Liiketoiminnan muut tuotot		**275 273,88**		241 440,14
Henkilöstökulut				
Palkat ja palkkiot	**3 912 369,18**		3 350 593,92	
Henkilösivukulut				
Eläkekulut	**655 911,56**		565 435,77	
Muut henkilösivukulut	**230 136,90**	**-4 798 417,64**	197 366,44	-4 113 396,13
Suunnitelmanmukaiset poistot		**-450 959,21**		-396 499,40
Liiketoiminnan muut kulut		**-41 660 389,70**		-38 574 396,96
Liikevoitto (-tappio)		**-21 027,10**		27 203,68
Rahoitustuotot ja -kulut				
Muut korko- ja rahoitustuotot				
Muilta	297 300,55		237 712,94	
Korkokulut ja muut rahoituskulut	-266 960,60	**30 339,95**	-241 590,57	-3 877,63
Voitto (tappio) ennen satunnaiseriä		**9 312,85**		23 326,05
Satunnaiset tuotot ja kulut				
Muut kulut		**-1 407,14**		0,00
Voitto (tappio) ennen tilinpäätössiirtoja ja veroja		**7 905,71**		23 326,05
Tuloverot		**-7 905,71**		-23 326,05
Tilikauden tulos		**0,00**		0,00

TASE

VASTAAVAA

		31.12.2007		31.12.2006
Pysyvät vastaavat				
Aineettomat hyödykkeet				
Aineettomat oikeudet	5 995,37		2 491,14	
Muut pitkävaikutteiset menot	2 283 837,55	2 289 832,92	1 908 684,15	1 911 175,29
Aineelliset hyödykkeet				
Rakennukset	99 843,67		104 003,83	
Koneet ja kalusto	363 664,25	463 507,92	404 476,02	508 479,85
Sijoitukset				
Muut osakkeet ja osuudet	153 031,50		26 903,60	
Muut lainasaamiset	5 476 772,90	5 629 804,40	5 774 729,10	5 801 632,70
Pysyvät vastaavat yhteensä		8 383 145,24		8 221 287,84
Vaihtuvat vastaavat				
Saamiset				
Lyhytaikaiset				
Myyntisaamiset	268 285,03		383 219,98	
Lainasaamiset	297 971,39		290 718,99	
Siirtosaamiset	1 280 116,84	1 846 373,26	1 290 492,94	1 964 431,91
Rahat ja pankkisaamiset		8 511 907,95		8 561 129,37
Vaihtuvat vastaavat yhteensä		10 358 281,21		10 525 561,28
Vastaavaa		18 741 426,45		18 746 849,12

VASTATTAVAA

Oma pääoma				
Osakepääoma	1 682 000,00		1 682 000,00	
Edellisten tilikausien voitto (tappio)	0,00		0,00	
Tilikauden voitto (tappio)	0,00	1 682 000,00	0,00	1 682 000,00
Vieras pääoma				
Pitkäaikainen				
Velat saman konsernin yrityksille	4 413 574,80		4 592 210,81	
Muut velat	2 679 757,00	7 093 331,80	2 779 779,95	7 371 990,76
Lyhytaikainen				
Saadut ennakkomaksut	47 987,00		344 364,20	
Ostovelat	5 665 981,64		4 200 778,79	
Velat saman konsernin yrityksille	332 991,70		1 136 206,79	
Muut velat	517 868,76		965 889,96	
Siirtovelat	3 401 265,55	9 966 094,65	3 045 618,62	9 692 858,36
Vastaavaa		18 741 426,45		18 746 849,12

RAHOITUSLASKELMA (1 000 €)

	2007	2006
Liiketoiminta		
Liiketulos	-21	27
Oikaisut liiketulokseen 1)	451	397
Käyttöpääoman muutos 2)	401	1 456
Saadut korot	299	236
Maksetut korot	-269	-241
Maksetut välittömät verot	-12	-23
Liiketoiminnan rahavirta	849	1 852
Investoinnit		
Investoinnit aineellisiin ja aineettomiin hyödykkeisiin	-785	-166
Luovutustulot muista sijoituksista	1	0
Osakkeiden ostot	-128	-15
Lainasaamisten takaisinmaksut	291	283
Investointien rahavirta	-622	102
Rahoitus		
Pitkäaikaisten lainojen nostot	221	221
Pitkäaikaisten lainojen takaisinmaksut	-498	-492
Rahoituksen rahavirta	-277	-271
Rahavarojen muutos	-50	1 683
Likvidit varat 1.1.	8 561	6 878
Likvidit varat 31.12.	8 512	8 561
1) Oikaisut liiketulokseen		
Poistot ja arvonalentumiset	451	397
	451	397
2) Käyttöpääoman muutos		
Korottomien saamisten lisäys(-) tai vähennys(+)	128	-265
Lyhytaikaisten korottomien velkojen lisäys(+) tai vähennys(-)	273	1 721
	401	1 456

TILINPÄÄTÖKSEN LAADINTAPERIAATTEET

Arvostusperiaatteet ja -menetelmät sekä jaksotusperiaatteet ja -menetelmät

Pysyvien vastaavien arvostus
Aineettomat oikeudet, muut pitkävaikutteiset menot sekä koneet ja kalusto on aktivoitu välittömään hankintamenoon suunnitelmanmukaisilla poistoilla vähennettynä. Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistot.

Ydinenergialaissa tarkoitetun ydinjätehuoltoon hankitun käyttöomaisuuden hankintamenot on vähennetty kokonaan vuosikuluina, koska ydinjätehuoltomenot eivät kerrytä jätehuoltovelvollisille eikä Posivalle tulevaisuudessa tuloa.

Muun käyttöomaisuuden poistoajat ovat seuraavat:	Aineettomat oikeudet	10 vuoden tasapoisto
	Muut pitkävaikutteiset menot	10 vuoden tasapoisto
	Atk-ohjelmat	5 vuoden tasapoisto
	Koneet ja kalusto	25 % menojäännöspoisto

Tutkimus- ja tuotekehitysmenot
Tutkimus- ja tuotekehitysmenot on kirjattu vuosikuluiksi niiden syntymisvuonna.

Emoyritys
Posiva Oy kuuluu Pohjolan Voima -konsernin TVO-alakonserniin.
Pohjolan Voima -konsernin emoyhtiö on Pohjolan Voima Oy, kotipaikka Helsinki. TVO-konsernin emoyhtiö on Teollisuuden Voima Oyj, kotipaikka Helsinki.

Pohjolan Voima -konsernitilinpäätös on nähtävissä Pohjolan Voima -konsernin pääkonttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.
TVO-konsernitilinpäätös on nähtävissä TVO-konsernin konttorissa, Töölönkatu 4, 00100 Helsinki.

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2007

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2007	2006
1. Liikevaihto		
Tuotot, päätoimiala	**46 100 000,00**	41 428 249,16
Tuotot, sivutoimiala, osakkaat	**24 258,59**	42 236,48
Tuotot, päätoimiala, muut yritykset	**0,00**	196 962,89
Tuotot, sivutoimiala, muut yritykset	**489 206,98**	1 202 607,50
Yhteensä	**46 613 465,57**	42 870 056,03
2. Liiketoiminnan muut tuotot		
Vuokratuotot	**68 638,36**	71 309,60
Viivätyssakkotulot	**0,00**	113 760,55
Saadut avustukset	**200 390,73**	55 688,03
Muut tuotot	**6 244,79**	681,96
Yhteensä	**275 273,88**	241 440,14
3. Henkilöstö		
Henkilöstön lukumäärä keskimäärin	**81**	71
Henkilöstön lukumäärä 31.12.	**81**	69
4. Ydinjätehuoltoon kuuluva käyttöomaisuus		
Ydinjätehuoltoon kuuluva käyttöomaisuus on vähennetty vuosikuluna (KPL 5:1§)	**13 590 371,98**	13 964 888,05

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2007

TULOSLASKELMAN LIITETIEDOT

	2007	2006
5. Poistot		
Poistosuunnitelma		
Suunnitelman mukaiset poistot ovat EVL-maksimipoistojen määräiset.		
Suunnitelmapoistot		
Aineettomista oikeuksista	**1 732,77**	2 227,23
Muista pitkävaikutteisista menoista	**324 125,34**	255 393,70
Rakennuksista	**4 160,16**	4 333,49
Koneista ja kalustosta	**120 940,94**	134 544,98
Yhteensä	**450 959,21**	396 499,40
6. Rahoitustuotot ja -kulut		
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista		
Muilta	**151 636,20**	158 298,41
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista yhteensä	**151 636,20**	158 298,41
Muut korko- ja rahoitustuotot	**145 664,35**	79 414,53
Korkotuotot pitkäaikaisista sijoituksista ja muut korkotuotot yhteensä	**297 300,55**	**237 712,94**
Korkokulut ja muut rahoituskulut		
Saman konsernin yrityksille	**165 119,81**	149 543,52
Muille	**101 840,79**	92 047,05
Muut korko- ja rahoituskulut	**266 960,60**	241 590,57
Rahoitustuotot ja -kulut yhteensä	**30 339,95**	-3 877,63

TASEEN LIITETIEDOT

7. Pysyvät vastaavat

Aineettomat hyödykkeet	Aineettomat oikeudet	Muut pitkävaikutteiset menot	Aineettomat yhteensä
Hankintameno 1.1.2007	29 657,91	2 557 479,58	2 587 137,49
Lisäykset	5 237,00	699 278,74	704 515,74
Vähennykset	0,00	0,00	0,00
Siirrot erien välillä	0,00	0,00	0,00
Hankintameno 31.12.2007	34 894,91	3 256 758,32	3 291 653,23
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	27 166,77	648 795,43	675 962,20
Suunnitelmapoistot 1.1.–31.12.	1 732,77	324 125,34	325 858,11
Kirjanpitoarvo 31.12.2007	**5 995,37**	**2 283 837,55**	**2 289 832,92**

Aineelliset hyödykkeet	Rakennukset	Koneet ja kalusto	Aineelliset yhteensä
Hankintameno 1.1.2007	138 183,20	734 124,02	872 307,22
Lisäykset	0,00	80 129,17	80 129,17
Vähennykset	0,00	0,00	0,00
Siirrot erien välillä	0,00	0,00	0,00
Hankintameno 31.12.2007	138 183,20	814 253,19	952 436,39
Kertyneet suunnitelmapoistot 1.1.	34 179,37	329 648,00	363 827,37
Vähennysten kertyneet poistot	4 160,16	0,00	4 160,16
Suunnitelmapoistot 1.1.–31.12.	4 160,16	120 940,94	125 101,10
Kirjanpitoarvo 31.12.2007	**99 843,67**	**363 664,25**	**459 347,76**

Sijoitukset	**2007**	**2006**
Osuudet saman konsernin yrityksissä		
Tytäryhtiöosakkeet		
Posivia Oy, Helsinki os. lkm 120 kpl / om.osuus 100 % / os.pääoma 2522,82, yritystoiminta lopetettu, yritys poistettu kaupparekisteristä	**0,00**	2 236,90
Muut osakkeet ja osuudet	**153 031,50**	24 666,70
Muut lainasaamiset	**5 476 772,90**	5 774 729,10
	5 629 804,40	**5 801 632,70**

TILINPÄÄTÖKSEN LIITETIEDOT 31.12.2007

TASEEN LIITETIEDOT

	2007	2006
8. Siirtosaamisiin sisältyvät olennaiset erät		
Korkotulojäämä	0,00	1 691,00
Vuokramenoennakko	884 680,00	663 510,00
Muut tulojäämät	57 750,55	583 062,60
Muut menoennakot	337 686,29	42 229,34
Yhteensä	1 280 116,84	1 290 492,94
9. Velat samaan konserniin kuuluville yrityksille		
Pitkäaikainen vieras pääoma	4 413 574,80	4 592 210,81
Lyhytaikainen vieras pääoma		
Saadut ennakkomaksut	0,00	693 158,82
Ostovelat	976,00	10 671,89
Muut velat	311 340,39	307 409,64
Siirtovelat	20 675,31	124 966,44
	332 991,70	1 136 206,79
Yhteensä	4 746 566,50	5 728 417,60
10. Siirtovelkoihin sisältyvät olennaiset erät		
Korkovelat	683,87	1 338,36
Palkkajaksotukset ja henkilösivukulut	1 148 668,42	912 052,01
Arviot laskuttamattomista suoritteista	2 251 913,26	2 132 228,25
Yhteensä	3 401 265,55	3 045 618,62
11. Velat, jotka erääntyvät myöhemmin kuin viiden vuoden kuluttua	6 111 967,69	6 424 273,71
12. Osakepääoma		
Osakepääoma 1.1.	1 682 000,00	1 682 000,00
Osakepääoman muutos	0,00	0,00
Osakepääoma 31.12.	1 682 000,00	1 682 000,00
13. Vastuusitoumukset		
Muut vuokravastuut	7 077 347,84	7 519 682,08
Alle vuoden sisällä erääntyvät vuokravastuut	442 334,24	442 334,24
Myöhemmin erääntyvät vuokravastuut	6 635 013,60	7 077 347,84

Posiva on vuokrannut Teollisuuden Voima Oyj:ltä Olkiluodosta maa-alueen ydinjätteen loppusijoitustoimintaa varten. Vuokra-aika on 1.7.2003–30.6.2103. Vuokrasopimus on irtisanottavissa, jos vuokra-alue osoittautuu loppusijoitukseen sopimattomaksi. Vuokra tarkistetaan elinkustannusindeksin mukaisesti kahden vuoden välein. Vuokran määrä vuonna 2007 oli 307 447,09 €.

PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 13. päivänä helmikuuta 2008

Pertti Simola, pj

Pekka Leskelä

Veijo Ryhänen

Arvo Vuorenmaa

Eero Patrakka, toimitusjohtaja

TILINTARKASTUSKERTOMUS

Posiva Oy:n osakkeenomistajille

Olemme tarkastaneet Posiva Oy:n kirjanpidon, tilinpäätöksen, toimintakertomuksen ja hallinnon tilikaudelta 1.1.–31.12.2007. Hallitus ja toimitusjohtaja ovat laatineet toimintakertomuksen ja tilinpäätöksen, joka sisältää taseen, tuloslaskelman, rahoituslaskelman ja liitetiedot. Suorittamamme tarkastuksen perusteella annamme lausunnon tilinpäätöksestä, toimintakertomuksesta ja yhtiön hallinnosta.

Tilintarkastus on suoritettu hyvän tilintarkastustavan mukaisesti. Kirjanpitoa sekä tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimisperiaatteita, sisältöä ja esittämistapaa on tarkastettu riittävässä laajuudessa sen toteamiseksi, etteivät tilinpäätös ja toimintakertomus sisällä olennaisia virheitä tai puutteita. Hallinnon tarkastuksessa on selvitetty hallituksen jäsenten ja toimitusjohtajan toiminnan lainmukaisuutta osakeyhtiölain säännösten perusteella.

Lausuntonamme esitämme, että tilinpäätös ja toimintakertomus on laadittu kirjanpitolain sekä tilinpäätöksen ja toimintakertomuksen laatimista koskevien muiden säännösten ja määräysten mukaisesti. Tilinpäätös ja toimintakertomus antavat kirjanpitolaissa tarkoitetulla tavalla oikeat ja riittävät tiedot yhtiön toiminnan tuloksesta ja taloudellisesta asemasta. Toimintakertomus on yhdenmukainen tilinpäätöksen kanssa. Tilinpäätös voidaan vahvistaa sekä vastuuvapaus myöntää hallituksen jäsenille ja toimitusjohtajalle tarkastamaltamme tilikaudelta. Hallituksen esitys tuloksen käsittelystä on osakeyhtiölain mukainen.

Helsingissä 12. päivänä maaliskuuta 2008

PricewaterhouseCoopers Oy
KHT-yhteisö

Eero Suomela
KHT

Deloitte & Touche Oy
KHT-yhteisö

Robert Kajander
KHT

Posiva Oy
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3709
www.posiva.fi

Liite 15 Selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutus-organisaatiosta [YEA 32 §, kohta 14]

SELVITYS HAKIJAN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVASTA ASIANTUNTEMUKSESTA JA YDINLAITOKSEN RAKENTAMISHANKKEEN TOTEUTUSORGANISAATIOSTA

1 Yleistä

Posiva Oy:n (Posiva) päätehtävänä on suunnitella ja toteuttaa omistajiensa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) Olkiluodon ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) Loviisan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus.

Loppusijoituksen suunnittelussa ja toteutuksessa Posivan käytettävissä on oman henkilökuntansa lisäksi omistajiensa palveluksessa olevan henkilöstön asiantuntemus samoin kuin lukuisten kotimaisten ja ulkomaisten, erityisesti Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), yhteistyökumppanien ja kansainvälisten verkostojen kautta saavutettava asiantuntemus. Ydinjätehuollon turvallisuus hyvää turvallisuuskulttuuria ylläpitämällä ja kehittämällä on Posivan toimintapolitiikan keskeinen lähtökohta. Tämä pätee niin Posivan omaan henkilöstöön kuin käytettävään ulkopuoliseen työvoimaan.

2 Posivan aikaisemmasta toiminnasta ja ONKALO-projektista saadut kokemukset

Geologisen loppusijoituksen soveltuvuusselvitykset aloitettiin TVO:ssa jo 1970-luvun lopulla. Posivan perustamisen yhteydessä 1995 ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuuden kannalta omistajien alan asiantuntemus keskitettiin Posivan organisaatioon. Alkuvaiheen haasteet liittyivät erityisesti turvallisuustutkimuksiin, paikan valintaan, loppusijoitustekniikan kehittämiseen sekä hyväksyttävyyden luomiseen.

Maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, rakentaminen alkoi vuonna 2004 ja ONKALOn ajotunnelin louhinnat valmistuivat vuonna 2011. ONKALOn rakentamisen kautta Posivalle on karttunut käytännön kokemusta kalliorakentamisesta, maanalaisten tilojen suunnittelusta ja maanalaisten tutkimusten toteuttamisesta sekä ydinlaitoksen rakentamiseen liittyvistä vaatimuksista ja menettelytavoista. Ennen käyttötoiminnan aloittamista erillisissä demonstraatiotiloissa tullaan toteuttamaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyviä kokeita.

ONKALOn rakentaminen organisoitiin projektiksi, jossa Posiva toimi pääurakoitsijana. Ulkopuolisen työvoiman vahvuus ONKALO-työmaalla louhinnan aikana on ollut noin 40–60 henkilöä.

Posivalle ja sen alihankkijoille on kertynyt kokemusta ydinlaitoksen rakentamiseen liittyvistä vaatimuksista ja menettelytavoista, koska ONKALOn rakentaminen noudattaa jo tällä hetkellä toimintatavoiltaan ydinlaitoksen rakentamista. Säteilyturvakeskus valvoo rakentamista kuten ydinlaitoksen rakentamista. Posiva on nimennyt ONKALOn rakentamisesta vastaavan henkilön ja ydinmateriaalivalvonnasta huolehtivan henkilön, jotka Säteilyturvakeskus on hyväksynyt. Posivan toimintajärjestelmän pohjana on käytetty ISO 9001 -laatustandardia, ISO 14001 -ympäristöstandardia, OHSAS 18001 -työturvallisuusstandardia ja yleisiä yritysturvallisuusjohtamisen periaatteita ja siinä otetaan huomioon Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeet ja kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) suositukset. Toimintajärjestelmän osana ovat toimintakäsikirja, organisaatiokäsikirja ja ydinsulkuvalvontakäsikirja.

3 Posivan henkilöstö

Posivan palveluksessa olevan henkilöstön määrä ja rakenne ovat kehittyneet yhtiön toiminnan laajenemisen ja muuttuneiden haasteiden myötä. Rakentamis- ja käyttövaiheessa tarvittavaa osaamista on vahvistettu rekrytoimalla aikaisempaa ydinenergia-alan kokemusta omaavia henkilöitä. Posivan henkilöstöresurssien kehittymisestä on tehty pitkän aikavälin henkilöstösuunnitelma, jota päivitetään säännöllisin väliajoin. Henkilöstösuunnitelmassa huomioidaan erilaiset osaamistarpeet loppusijoitushankkeen elinkaaren aikana siirryttäessä tutkimusvaiheesta rakentamisvaiheeseen, loppusijoitusvaiheeseen ja sulkemisvaiheeseen.

Posivan henkilöstömäärä vuoden 2011 lopulla oli yhteensä 94 henkilöä, joista 87 vakituisessa työsuhteessa. Vuoden 2012 aikana vakituiseen henkilöstöön on palkattu kahdeksan uutta henkilöä. Vuoden 2011 lopulla Posivan vakituisesta henkilöstöstä tutkimusosastolla työskenteli 35 henkilöä, tekniikkaosastolla 15, rakennusosastolla 17, turvallisuusyksikössä 9 ja loput erilaisissa hallinto- ja esikuntatehtävissä.

Osaamisen kehittämisen ja pätevyysvaatimusten määrittämisen käytännöt on kuvattu osana Posivan toimintajärjestelmää ja niitä päivitetään vastaamaan uusittavien YVL-ohjeiden vaatimuksia.

Toimintapolitiikkansa mukaisesti Posiva panostaa henkilöstön osaamisen jatkuvaan kehittämiseen. Sisäisen koulutuksen osalta henkilöstölle on laadittu koulutusohjelma, joka sisältää koko henkilöstölle välttämättömän peruskoulutuksen lisäksi suositellun koulutuksen sekä erityisrooleille suunnatun koulutuksen. Sisäisen koulutuksen lisäksi posivalaiset osallistuivat ydinenergia-alan yhteisiin koulutuksiin ja seminaareihin sekä oman alansa koulutukseen yrityksen ulkopuolella. Koulutuspäiviä oli vuonna 2011 keskimäärin 11 päivää/posivalainen. Näistä 49 % oli osallistumista Posivan järjestämään sisäiseen koulutukseen, 22 % TVO:n järjestämään koulutukseen ja 29 % muun tahon järjestämään koulutukseen (mm. osallistumista ydinjätehuollon kansainvälisiin koulutuksiin tai konferensseihin).

Tärkeimmiksi osaamisalueiksi Posivalla on tunnistettu:

- henkilö- ja asiajohtaminen
- loppusijoituksen hankesuunnittelu
- loppusijoitusratkaisun kehittäminen
- ydinlaitosten suunnittelu ja toteutus
- käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset
- viranomaisasiat ja ydinturvallisuus
- ydinlaitosten turvallinen käyttö ja ylläpito
- yritysturvallisuuden, laadun ja ympäristövaikutusten hallinta
- yhteiskuntasuhteiden hallinta
- tiedon ja tietämyksen hallinta.

Posivan henkilöstön koulutustaso on korkea. Henkilöstöstä 54 %:lla on ylempi korkeakoulututkinto ja 13 %:lla tieteellinen jatkotutkinto. Vuoden 2011 lopussa Posivalla työskenteli yhteensä kahdeksan tohtoria ja neljä lisensiaattia. Yli puolella (52 %) posivalaisista on tekninen ja noin kolmasosalla (29 %) matemaattis-luonnontieteellinen pohjakoulutus. Posivalaisten keski-ikä on noin 43 vuotta. Posivalta on koko toimintahistoriansa aikana

siirtynyt eläkkeelle kahdeksan henkilöä ja joiden tilalle on mahdollisuuksien mukaan palkattu nuoria oppimaan ydinjätteen loppusijoituksen parissa pidempään työskennelleiltä, kokeneemmilta henkilöiltä. Henkilöstöstä 10 %:lla on yli 20 vuoden ja 21 %:lla yli 10 vuoden työkokemus Posivan tai sen omistajien palveluksessa. Työsuhteen kesto Posivalla vuoden 2011 lopussa oli keskimäärin 8 vuotta.

Henkilöstön vaihtuvuus on ollut pientä vuosien varrella. Henkilöstön hyvää fyysistä ja psyykkistä työkykyä tuetaan monin eri tavoin ja työhyvinvointiin liittyviä tunnuslukuja seurataan vuosittain.

4 Käytettävissä oleva ulkopuolinen asiantuntemus

Posiva on hyödyntänyt merkittävässä määrin omistajiensa sekä ulkopuolisten konsulttien ja yhteistyökumppaneiden asiantuntemusta tutkimus- ja kehitystyössään. Tämä työ tapahtuu Posivan ohjauksessa ja sitä koskevat samat turvallisuusvaatimukset kuin posivalaisten tekemää työtä.

Omistajien, TVO:n ja Fortumin, henkilöstöllä on kokemusta useista ydinlaitosten rakennusprojekteista, kuten ydinvoimalaitoksista ja ydinjätteiden käsittely-, varastointi- sekä loppusijoituslaitoksista. Posiva hyödyntää omistajiensa kokemusta erityisesti kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakentamisessa, käytössä ja kunnossapidossa sekä laitossuunnittelussa. Posivalla on TVO:n kanssa palvelusopimus, jota kautta huomattava määrä Posivan tarvitsemasta asiantuntemuksesta hankitaan. Vastaavasti Fortumilta tilataan huomattava määrä erityisesti ydinjätehuoltoon ja laitossuunnitteluun liittyvästä asiantuntemuksesta.

Posivan ja sen osakasyhtiöiden oman työn lisäksi hankkeen edellyttämiä töitä tehdään suomalaisissa tutkimuslaitoksissa, korkeakouluissa ja konsulttiyrityksissä. Periaatteena on ollut luoda ja ylläpitää yhteydet laitoksiin ja yhtiöihin, jotka edustavat mahdollisimman korkeata asiantuntemusta hankkeeseen liittyvillä alueilla. Posiva on tehnyt yhteistyökumppaneidensa kanssa pitkäjänteistä yhteistyötä, jonka myötä yhteistyökumppaneille on kehittynyt ydinjätehuoltoon liittyvää asiantuntemusta. Merkittävimpiä ulkopuolisia organisaatioita, joiden asiantuntemusta Posiva on hyödyntänyt tutkimus- ja kehitystyössään, ovat Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), Pöyry Oyj (Pöyry), Saanio & Riekkola Oy (SROY) ja Teknologian tutkimuskeskus VTT (VTT), Suomen Malmi Oy, Patria Aviation Oy, Geologian tutkimuskeskus (GTK) ja Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio (HYRL). Bentoniittiin liittyvää kokeellista tutkimusta ja kehitystyötä varten on Posivan aloitteesta perustettu vuonna 2007 B+ Tech -yhtiö. Ulkopuolista asiantuntemusta on käytetty tutkimustyöhön, kertaluontoiseen suunnittelutyöhön sekä turvallisuusanalyyseihin liittyvään työhön.

Posivalla on sopimus laajasta yhteistyöstä ruotsalaisen SKB:n kanssa loppusijoitusratkaisun kehittämisessä vuodesta 2001 lähtien. Yhteistyön tarkoituksena on yhtiöiden osaamisresurssien käytön tehostaminen kapselointi- ja loppusijoitustekniikassa, turvallisuustutkimuksessa sekä sijoituspaikan kallioperän tutkimuksissa. Yhteistyön kautta Posivalla on mahdollisuus osallistua SKB:n kapselilaboratoriossa ja maanalaisessa kalliolaboratoriossa, ÄSPÖ, tehtävään tutkimus- ja kehitystyöhön ja hyödyntää sitä kautta saatavaa tietoa ja asiantuntemusta.

SKB-yhteistyön lisäksi merkittävää yhteistyötä on tehty eri maiden ydinjätehuolto-organisaatioiden kanssa, EU:n puiteohjelmien piirissä sekä osallistumalla kansainvälisten yhteistyöjärjestöjen ja ydinjätealan kansainvälisten asiantuntijaryhmien toimintaan. Esimerkkejä muista kansainvälisistä ydinjätehuollon asiantuntijaorganisaatioista, joiden kanssa Posivalla on yhteistyösopimuksia, ovat mm. Andra (Ranska), NAGRA (Sveitsi), NUMO/RWMC/JAEA (Japani), DBE (Saksa) ja NWMO (Kanada). Posiva tekee yhteistyötä myös kansainvälisten yhteistyöryhmien kanssa kuten EU:n IGD-TP työryhmä, ydinjäteorganisaatioiden yhteistyöelin EDRAM, OECD:n ydinenergiatoimisto NEA (erityisesti sen ydinjätekomitea Radioactive Waste Management Committee), lisäksi kansainvälisen atomienergiajärjestö IAEA:n erilaiset asiantuntijaryhmät ja Euroopan komission erilaiset yhteistyö- tai neuvonantajaryhmät (mm. Club of Agencies).

5 Ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutusorganisaation muodostaminen

Ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutusorganisaatio tullaan muodostamaan kehittämällä Posivan nykyistä organisaatiota ja henkilöstöä vastaamaan entistä paremmin rakentamisen ja myöhemmin käyttövaiheen haasteisiin ja täydentämällä omaa organisaatiota kertaluontoiseen rakennushankkeeseen tarvittavalla ulkopuolisella työvoimalla. Tuleviin henkilöstö- ja osaamistarpeisiin varaudutaan Posivan sisäisessä henkilöstösuunnittelussa. Posivan omien henkilöresurssien on oltava riittävät laitoksen suunnitteluperusteiden ja turvallisuusvaatimusten hallitsemiseksi sekä ydinlaitoksen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi. Tällaisen riittävän erityisasiantuntemuksen varmistaminen on yksi henkilöstösuunnittelun lähtökohtia, jotta Posiva voi kantaa ydinlaitoksen luvanhaltijan vastuun.

Posivan organisaatio kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikana muodostuu toiminnoista, joita tarvitaan rakentamishankkeen lisäksi koko yhtiön johtamiseen, tukipalveluista huolehtimiseen, ydin- ja säteilyturvallisuudesta huolehtimiseen, turvallisuusperustelun ja sitä tukevan tutkimustyön ylläpitämiseen sekä käyttövaiheeseen valmistautumiseen. Posivan organisaatio, henkilöiden vastuualueet ja tehtävät kuvataan johtamisjärjestelmän osana olevassa organisaatiokäsikirjassa, jota pidetään jatkuvasti ajan tasalla. Turvallisuuden kannalta tärkeiden tehtävien organisoinnista Posiva tulee lisäksi laatimaan YEA 122 §:ssä tarkoitetun johtosäännön ennen laitoksen käyttövaihetta. Posiva nimeää ydinlaitoksen rakentamisesta vastuullisen johtajan ja tämän varahenkilön sekä hyväksyttää nämä henkilöt Säteilyturvakeskuksella.

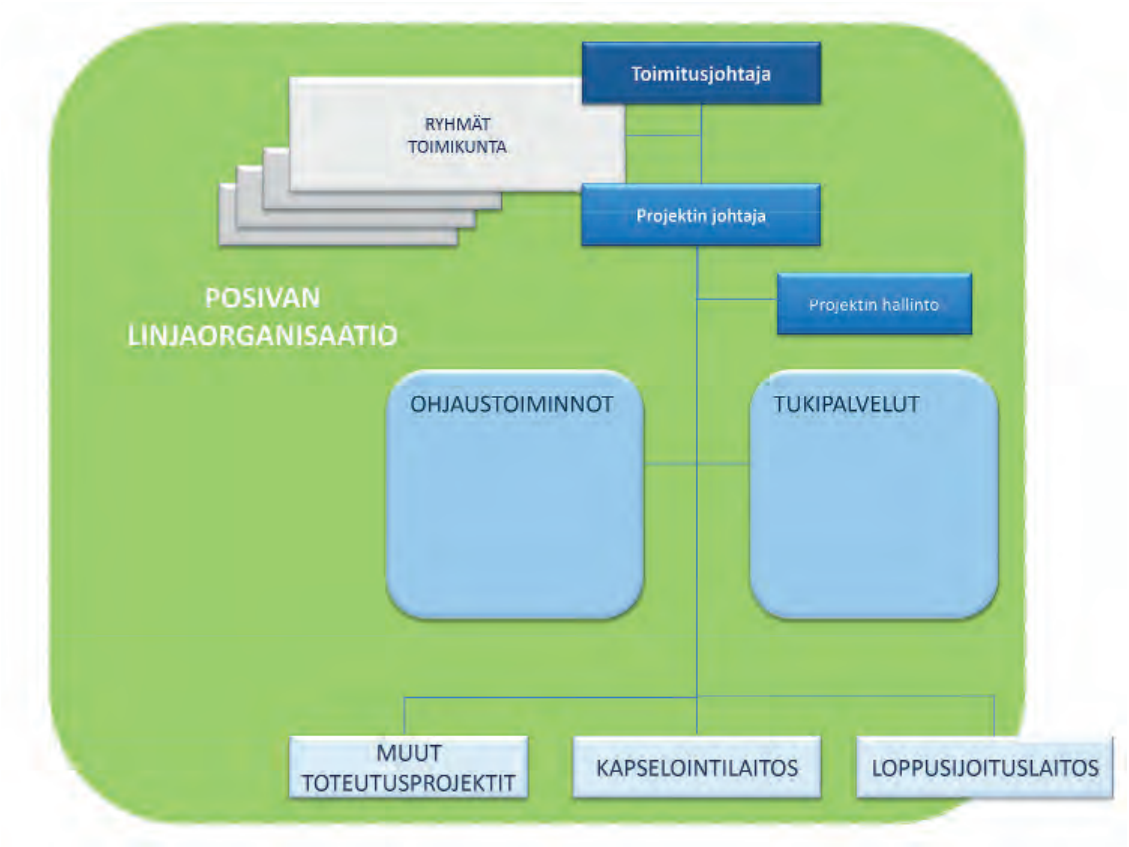
Tämänhetkisen suunnitelman mukaan Posivan oman henkilökunnan määrä rakentamishankkeen aikana tulee olemaan noin 100–120 henkilöä.

Rakentamishankkeen toteutusorganisaatio tullaan organisoimaan omaksi projektikseen. Projektiorganisaatio tukeutuu Posivan linjaorganisaatioon erityisesti turvallisuus-, laatu-, tekniikka-, pitkäaikaisturvallisuus- sekä sopimus- ja hankinta-asioissa. Rakentamishanke toteutetaan erillisinä osaprojekteina, joita ovat mm. kapselointilaitos, loppusijoituslaitosprojektit. Posiva toimii kaikissa osaprojekteissa rakennuttajana, jolloin sillä on kokonaisvastuu sekä suunnittelusta että toteuttamisesta. Rakennuttajana Posiva hankkii niin suunnittelun kuin toteutuksenkin pääosin ulkopuolisilta tahoilta. Ulkopuoliseen työvoimaan

ja sen tekemään työhön kohdistuvat samat vaatimukset kuin omaan henkilöstöön ja sen tekemään työhön. Posiva varmistuu siitä, että kaikki rakentamishankkeeseen osallistuvat ymmärtävät työnsä turvallisuusmerkityksen.

Toteutuksesta vastaa projektijohtaja ja toteutusta avustamaan ja valvomaan perustetaan omistajakeskeinen erillinen rakennustoimikunta. Projektijohtaja johtaa projektien toteutusta ja raportoi niistä Posivan toimitusjohtajalle ja rakennustoimikunnalle. Apunaan hänellä on pääosin linjaorganisaation edustajista ja projektin hallinnon päälliköstä sekä osaprojektien projektipäälliköistä koostuva projektin johtoryhmä, joka toimii kaikkien osaprojektien ohjausryhmänä. Kuvassa 1 on esitetty toteutusprojektin suunniteltu organisaatiokaavio.

Projektin organisaatio, sen tehtävät ja johtosuhteet kuvataan tarkemmin projektisuunnitelmassa.



Kuva 1. *Toteutusorganisaation suunniteltu rakenne.*

4.1 m

Liite 16 Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Ympäristövaikutuksia koskeva ajantasalle saatettu selvitys [Kauppa- ja teollisuusministeriön lausunto Posiva Oy:n YVA-selostuksesta 1999)

YMPÄRISTÖVAIKUTUKSIA KOSKEVA AJANTASALLE SAATETTU SELVITYS

Selvitys käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi

ESIPUHE

Posiva Oy (jäljempänä Posiva) toteutti vuosina 1997–1999 käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely), joka kattoi kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustarpeen (9 000 tonnia uraania, tU). YVA-selostuksen tiedot saatettiin ajan tasalle vuonna 2008 Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevaa periaatepäätöshakemusta varten. Posiva suoritti vuosien 2008–2009 aikana myös kokonaan uuden YVA-menettelyn, jossa arvioitiin suunnitellun kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen loppusijoituskapasiteetin laajentamista 9 000 uraanitonnista 12 000 uraanitonniin Loviisa 3 -laitosyksikköä varten. Uusi YVA-selostus liitettiin Loviisa 3 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevaan Posivan periaatepäätöshakemukseen.

Vuonna 2010 valtioneuvosto antoi myönteiset periaatepäätökset sekä Olkiluoto 4 -laitosyksikön rakentamisen osalta että laitosyksikkö Olkiluoto 4:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta Olkiluotoon. Eduskunta jätti nämä periaatepäätökset voimaan. Loviisa 3 -laitosyksikön rakentamishankkeen sekä sen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen osalta valtioneuvosto on todennut antamissaan periaatepäätöksissä, että Loviisa 3 -laitosyksikön rakentaminen ja Olkiluotoon rakennettavan ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Loviisa 3 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine, ei ole yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Valtioneuvoston 21. päivänä joulukuuta 2000 ja 17. päivänä tammikuuta 2002 tekemissä periaatepäätöksissä tarkoitetun, Valtioneuvoston antamien periaatepäätösten perusteella Olkiluotoon voidaan loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta enintään 9 000 tU.

Tämä raportti on ajan tasalle saatettu selvitys käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista, jossa tarkastelun kohteena on 9 000 tU suuruisen käytetyn ydinpolttoainemäärän loppusijoittaminen. Selvitys sisältää ajantasaiset tiedot sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista että niistä suunnitteluperusteista, joita Posiva aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi. Selvitys on laadittu perustuen siihen tietämykseen, joka tällä hetkellä on käytettävissä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta, sen sijoituspaikasta ja käytetyn ydinpolttoaineen ominaisuuksista ja käyttäytymisestä loppusijoitustilassa.

Loppusijoitushankkeen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu laajasti. Painopiste on asetettu merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. Ympäristövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu muun muassa tarkastelualueella olevan asutuksen ja luonnonympäristön perusteella sekä vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen.

TIIVISTELMÄ

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista varten tarvitaan valtioneuvoston myöntämä rakentamislupa. Tämä raportti muodostaa Posivan valtioneuvostolle jättämään rakentamislupahakemukseen liitettävän ajantasaisen selvityksen kapselointi- ja loppusijoituslaitoshankkeen ympäristövaikutuksista. Selvitys perustuu 9 000 tU määrään käytettyä ydinpolttoainetta ja vuoden 2012 mukaiseen tietotasoon loppusijoitustoiminnasta ja sen ympäristövaikutuksista. Ympäristövaikutuksia arvioitaessa hankkeen vaikutuksia on tarkasteltu laajalti. Painopiste on asetettu merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin.

Posiva, joka on Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) omistama yhtiö, huolehtii omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimuksista, kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä sekä laitoksen sulkemisesta käytön jälkeen. Lisäksi Posiva tarjoaa ydinjätehuollon asiantuntijapalveluja omistajilleen ja muille asiakkailleen.

Hankkeen tarkoitus, sijainti ja aikataulu

Valtioneuvosto antoi vuonna 2010 ydinlaitosten rakentamista koskevat myönteiset periaatepäätökset TVO:n Olkiluoto 4 -laitosyksikölle sekä Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiselle Olkiluotoon. Fortumin Loviisa 3 -laitosyksikön rakentamishankkeen sekä sen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen osalta valtioneuvosto on todennut antamissaan periaatepäätöksissä, että Loviisa 3 -laitosyksikön rakentaminen ei ole yhteiskunnan kokonaisedun mukaista eikä yhteiskunnan kokonaisedun mukaista ole myöskään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen Olkiluotoon siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Loviisa 3:n toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine. Valtioneuvoston antamien ja eduskunnan vahvistamien periaatepäätösten perusteella Olkiluotoon voidaan rakentaa loppusijoitustilaa käytetylle ydinpolttoaineelle enintään 9 000 tU määrään asti.

Posiva hakee rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Eurajoen Olkiluotoon. Käytetty ydinpolttoaine on suunniteltu loppusijoitettavan Olkiluodon kallioperään 400–450 metrin syvyydelle louhittaviin loppusijoitustiloihin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisvalmiuteen tähtäävää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta, TKS-työtä, on jatkettu vuoteen 2012 saakka. Vuosien 2013–2020 aikana tehdään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat ja rakennetaan laitokset. Käyttölupahakemus jätetään siten, että valmius loppusijoituksen aloittamiseen on olemassa noin vuonna 2020. Tämän hetken suunnitelmien mukaan loppusijoitus päättyisi noin vuonna 2110. Olkiluoto 4 -laitosyksikön rakentaminen pidentäisi loppusijoituksen kokonaisaikataulua noin kymmenellä vuodella.

Liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin

TVO:lla on Eurajoen Olkiluodossa kaksi kiehutusvesireaktoria, joiden kummankin nimellisteho on 880 MW_e (netto). Lisäksi Olkiluotoon on rakenteilla kolmas laitosyksikkö Olkiluoto 3, painevesireaktori, jonka nimellissähköteho on noin 1 600 MW_e (netto). Olkiluodon voimalaitoksella oli vuoden 2012 vuosihuoltojen jälkeen varastoituna käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 7 886 polttoaine-elementtiä, jotka sisältävät noin 1 327,3 tonnia uraania (tU).

Valtioneuvosto antoi Olkiluoto 4 -laitosyksikölle myönteisen periaatepäätöksen 6.5.2010. Eduskunta jätti sen voimaan 1.7.2010. Uuden laitosyksikön suunniteltu sähköteho on 1 000–1 800 MWe. Laitosyksikön suunniteltu käyttöikä on vähintään 60 vuotta. Olkiluoto 4 -laitosyksikkö voi olla tyypiltään joko kiehutusvesireaktori tai painevesireaktori. Fortumin Loviisan ydinvoimalaitosyksiköt Loviisa 1 ja Loviisa 2 sijaitsevat Hästholmenin saarella Loviisassa, noin 80 kilometriä Helsingistä itään. Loviisan voimalaitoksella on kaksi painevesireaktoria, kumpikin nimellissähköteholtaan 496 MW_e (netto). Loviisan voimalaitoksella oli vuoden 2012 vuosihuoltojen jälkeen varastoituna käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 4507 polttoaine-elementtiä, mikä vastaa noin 542 tonnia uraania.

Loppusijoitusratkaisun kuvaus

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen on tarkoitus sijoittaa TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksilla kertynyt käytetty ydinpolttoaine pysyväksi tarkoitetulla tavalla. Käytetty ydinpolttoaine voidaan eristää elollisesta luonnosta loppusijoittamalla se tiiviisiin metallisäiliöihin kapseloituna syvälle kallioon. Satojen metrien syvyys takaa riittävän eristyksen tulevien jääkausien aiheuttamilta vaikutuksilta.

Posivan loppusijoitusratkaisu perustuu Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kehittämään periaateratkaisuun, joka tunnetaan nimellä KBS-3. Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuskonsepti perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan toisiaan varmistavaan vapautumisesteeseen siten, että yhden vapautumisesteen toimintakyvyn vajavaisuus ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Tekniset vapautumisesteet käsittävät kapselit, niitä ympäröivän savipuskurin, joka suojaa kapseleita kallioperän liikunnoilta ja pohjaveden sisältämiltä, mahdollisesti haitallisilta aineilta, ja loppusijoitustunnelien täyteaineen, joka tukee sekä puskuria että kalliota. Puskuri ja loppusijoitustunnelien täyttö rajoittavat lisäksi pohjaveden virtausta kapselin ympäristössä. Vapautumisesteisiin kuuluu myös muita komponentteja, kuten muiden tilojen täytöt, loppusijoitustunnelien, keskustunnelien, kuilujen, ajotunnelien ja tutkimusreikien tulpat ja sulut. Ne on suunniteltu yhteensopiviksi kapselin, puskurin, loppusijoitustunnelien täyteaineen ja kallioperän kanssa sekä tukemaan näiden turvallisuustoimintoja.

Varmentava tutkimusvaihe

Tutkimusvaihetta, jonka päätavoitteena on hankkia kallioperästä tiedot loppusijoituspaikan ominaisuuksista kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yksityiskohtaista suunnittelua varten, kutsutaan varmentavien tutkimusten vaiheeksi. Tätä varten Olkiluotoon on rakennettu loppusijoitussyvyydelle ulottuva tutkimustila, ONKALO.

ONKALO käsittää spiraalinmuotoisen ajotunnelin, henkilö- ja ilmanvaihtokuilut, tutkimus-, testaus- ja demonstraatiotilat sekä teknisiä tiloja. Vuosien 2000–2012 välinen ajanjakso on ollut Olkiluotoon keskittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta. Maan alla tehtävillä tutkimuksilla on hankittu tarvittava tietämys rakentamisluvan hakemiseksi. Tutkimusten yhteydessä on selvitetty kallioperän kalliomekaanisia, termisiä ja hydrologisia ominaisuuksia sekä tutkittu louhintavauriovyöhykettä. Tietoa on käytetty loppusijoitusreikien sijoittelun suunnittelussa.

Rakentamisvaihe

Loppusijoitustilat ja ONKALO on suunniteltu siten, että ONKALO voi toimia osana loppusijoituslaitosta, kun ydinjätekapseleiden loppusijoitus aloitetaan noin vuonna 2020. Osa loppusijoitustilojen rakennusteknisistä töistä on tehty jo ONKALOn rakennusvaiheessa. ONKALOn rakentamisessa käytettävät työmenetelmät ja materiaalit on valittu niin, että ne ovat hyväksyttäviä myös loppusijoitustilojen kannalta.

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoskokonaisuus muodostuu maanpäällisestä ja maanalaisesta laitososasta. Maanalainen laitososa koostuu syvälle kallioon johtavista kulkureiteistä, siellä olevista tunneleista ja loppusijoitusrei'istä, joihin loppusijoituskapselit sijoitetaan, sekä tarvittavista maanalaisista aputiloista ja kulkuyhteyksistä. Maanpinnalta loppusijoitustilaan johtaa ajotunneli ja tarvittava määrä pystykuiluja ilmanvaihtoa, henkilöliikennöintiä ja kapseleiden siirtoa varten.

Käyttövaihe

Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen ja TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen välivarastoissa vähintään 40 vuoden ajan ennen loppusijoitusta. Välivarastoista käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan Olkiluodossa sijaitsevaan kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen kuljetuspakkauksissa erikoiskuljetuksina. Kuljetus Loviisasta Olkiluotoon voi tapahtua joko meri-, maantie- tai rautatiekuljetuksina. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksille on Suomessa haettava Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupa. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetuspakkauksen rakenteen, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä järjestelyt onnettomuuksiin ja vahingontekoihin varautumiseksi.

Maanpäällisen laitososan tärkein rakennus on kapselointilaitos. Kapselointilaitos suunnitellaan siten, että siellä pystytään käsittelemään Posivan omistajien nykyisten sekä rakenteilla ja suunnitteilla olevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine. Ydinvoimalaitosten välivarastoista kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle tuotu käytetty ydinpolttoaine pakataan kuparikapseleihin kapselointilaitoksessa ja siirretään sen jälkeen hissillä tai vaihtoehtoisesti ajotunnelia pitkin loppusijoitustilaan. Nykyisten suunnitelmien mukaan loppusijoitustila sijoittuu yhteen kerrokseen 400–450 metrin syvyyteen maanpinnasta. Tarvittaessa tiloja voidaan kuitenkin laajentaa myös toiseen tasoon.

Loppusijoitustilojen suunnitelmat perustuvat kapselien pystysijoitusratkaisuun (KBS-3V). Sen ohella kyseeseen voi tulla vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H), jossa kapselit asennetaan vaakatasoon porattuihin tunneleihin.

Pystysijoitusratkaisussa loppusijoitustunnelien lattiaan porataan pystysuorat loppusijoitusreiät, joihin tiiviit ja korroosiota kestävät kapselit sijoitetaan. Kapselin ja kallion väliin jäävä tila täytetään molemmissa ratkaisuvaihtoehdoissa bentoniittilohkoilla. Kapseleita ympäröivät kauttaaltaan bentoniittilohkot, jotka paisuvat voimakkaasti vettymisen seurauksena ja tiivistävät loppusijoitusreiät.

Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun ydinpolttoaineen palautettavuus

Loppusijoitusosastoja suljetaan loppusijoitustoiminnan aikana sitä mukaa kun kapseleita loppusijoitetaan. Kun kaikki käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu, kapselointilaitos puretaan, tunnelit täytetään täyteaineella ja maanpinnalle johtavat yhteydet suljetaan. Kun ydinjätehuoltovelvollinen on hyväksytysti sulkenut loppusijoitustilat ja suorittanut valtiolle maksun ydinjätteiden tulevasta tarkkailusta ja valvonnasta, siirtyy jätteiden omistusoikeus ja vastuu jätteistä valtiolle. Loppusijoitus on ydinenergialain mukaan kokonaisuudessaan toteutettava siten, ettei jälkivalvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

Kallioon loppusijoitetun ydinpolttoaineen palauttaminen maanpinnalle on kuitenkin mahdollista, mikäli käytettävissä on riittävät tekniset ja taloudelliset resurssit. Palautettavuus tarjoaa tuleville sukupolville mahdollisuuden arvioida ratkaisua oman aikansa tietämyksen valossa. Palauttamisessa käytetään samoja tavanomaisia työtekniikoita ja menetelmiä kuin loppusijoitustiloja louhittaessa ja rakennettaessa. Kapselien palauttaminen loppusi-

joitustiloista maanpinnalle on mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa eli ennen loppusijoitusreiän sulkemista, loppusijoitusreiän sulkemisen jälkeen ennen loppusijoitustunnelin sulkemista, loppusijoitustunnelin sulkemisen jälkeen ennen kaikkien tilojen sulkemista ja kaikkien tilojen sulkemisen jälkeen.

Tutkimus- ja rakentamisaikaiset sekä käyttötoiminnan ympäristövaikutukset

Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne muodostaa pienen osan Olkiluodon saaren liikenteestä (noin 5 % kokonaisliikennemäärästä), joten sillä ei ole suurta vaikutusta liikennemääriin eikä liikenteestä aiheutuviin vaikutuksiin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä ydinpolttoainetta Olkiluodon ydinvoimalaitoksen lisäksi myös Loviisan ydinvoimalaitokselta. Loviisan ydinpolttoaineiden kuljetukset Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan meri-, maantie- tai rautatiekuljetuksina.

Polttoainekuljetusten määrä riippuu ydinpolttoaineen määrästä, ja kuljetuspakkauksen koosta ja kuljetustavasta. Eri kuljetustapavaihtoehdoissa pakokaasupäästöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat kuljetusten pienestä määrästä johtuen merkityksettömät.

Väestön saama säteilyannos kuljetusten yhteydessä on huomattavasti pienempi kuin mitä samana ajanjaksona aiheutuu normaalista luonnon taustasäteilystä. Kuljetussäiliöiden käsittelijöiden ja kuljetushenkilöstön altistuminen säteilylle kuljetuksissa voi kuitenkin olla tausta-altistusta suurempi.

Liikenneonnettomuuksista aiheutuvat säteilyannokset olisivat vähäiset. Vakavimmissa liikenneonnettomuuksissa seurauksena voisi olla jalokaasun ja muiden haihtuvien aineiden muodostama radioaktiivinen päästö, josta aiheutuisi yksilölle luonnon taustasäteilyyn verrattuna vain noin sadastuhannesosan suuruinen annoskertymä.

Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt tai mahdolliset onnettomuudet eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle maanpäällisen laitosalueen ulkopuolella.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sulkemisluvan myöntämisen yhteydessä voidaan asettaa maankäytön rajoituksia, jotka merkitään asianomaisiin rekistereihin. Rajoitukset voivat koskea esimerkiksi kairaus- ja maankaivuutoimintaa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maisemavaikutukset jäävät vähäisiksi. Alueella ei ole valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia, merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä tai muita kohteita. Olkiluodon alueelta ei ole löydetty muinaismuistokohteita.

Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Maanalaisen laitososan tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 tU, on noin 190 hehtaaria. Maanalaisten tunnelien pituus on noin 82 000 metriä.

Loppusijoitettavan polttoainemäärän mukainen louheen kokonaistuotto on noin 1 670 000 kiintokuutiota. Louhetta syntyy vuosittain keskimäärin noin 20 000 kiintokuutiota. Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijait-

sevalla louheen läjitysalueella. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi. Kaikkea louhetta ei tarvita maanalaisten tilojen täyttömateriaaliksi, vaan sitä voidaan käyttää muihin tarkoituksiin. Yhtenä vaihtoehtona on myydä louhetta joko sellaisenaan tai murskattuna esimerkiksi täyttö- tai rakennusmateriaaliksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen jälkilämpö aiheuttaa kallion laajentumista kohottaen maanpintaa loppusijoitustilan keskikohdalla enimmillään noin seitsemän senttimetriä runsaan tuhannen vuoden kuluttua loppusijoituksesta.

Avoimiin tunnelitiloihin vuotaa pohjavettä, joka pumpataan maanpinnalle. Tämä alentaa pohjaveden painekorkeutta tunneliston ympärillä ja aiheuttaa mahdollisesti myös pohjaveden pinnankorkeuden alenemista Olkiluodon saaren alueella. Vuotovesien määrää ja vaikutusten laajuutta vähennetään rakennustyön edetessä tiivistämällä kalliota tunnelien ympärillä.

ONKALOn ja loppusijoitustilojen vaikutusta pohjaveden pinnankorkeuteen on arvioitu numeerisen virtausmallin avulla. Virtausmallia päivitetään jatkuvasti ja tuloksia verrataan havaittuihin arvoihin. Sekä mallinnuksen että havaittujen tulosten perusteella ONKALOn rakentaminen on aiheuttanut vain hyvin pieniä pysyviä muutoksia pohjaveden pinnankorkeuteen.

Suoranaisia ONKALOn rakentamisesta johtuvia muutoksia matalissa pohjavesissä ei ole havaittu ennen vuotta 2010, jolloin matalien pohjavesien tuloksissa paikoittain ONKALO-alueen ympärillä sekä erityisesti ONKALOn yläpuolella sijaitsevalla näytteenottopaikalla havaittiin nousua sulfaattipitoisuuksissa.
Pohjaveden kemiallisessa koostumuksessa on havaittu pieniä laimenemisen merkkejä kallion pintaosissa sekä viitteitä Korvensuon altaasta suotautuvasta vedestä. Syvällä kalliossa havaitut muutokset ovat olleet pieniä.

Vaikutukset ilmanlaatuun
Maarakennustyöt, työmaaliikenne sekä erillistoiminnot (esim. kivenmurskaus ja louheen läjitys) aiheuttavat paikallista pölyämistä. Ajoneuvot ja työkoneet aiheuttavat päästöjä ilmaan. Nämä päästöt ovat määrältään vähäisiä eikä niillä ole vaikutusta ilmanlaatuun alueen ulkopuolella.

Melu- ja tärinävaikutukset
Maarakennustöistä, räjäytyksistä ja louheen käsittelystä ja murskauksesta sekä ajoneuvojen ja työkoneiden käytöstä aiheutuu melua ja tärinää. Tärinää ja melua aiheuttavat toiminnot toteutetaan siten, ettei niistä aiheudu merkittäviä vaikutuksia ympäristöön.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilaa rakennetaan sitä mukaa, kun käytettyä ydinpolttoainetta loppusijoitetaan. Loppusijoitustilojen louhinnasta syntyvä ääni ei kuulu laitosalueen ulkopuolelle. Rakennustöiden aikana louheen murskaus aiheuttaa melua päiväaikaan. Murskauksen aiheuttamalla melualueella ei ole melusta häiriintyviä kohteita. Vaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienuuden ansiosta. Louheen murskaus päättyy, kun Olkiluodon kallioperään sijoitettava käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu.

Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin sekä suojelukohteisiin
Hankkeen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Loppusijoitustilojen käytön aikana ja sulkemisen jälkeen merkittäviä vaikutuksia ei ole.

Pääosa kasveista ottaa vetensä kalliopinnan yläpuolisesta maavedestä. Tällöin maanalaisten tilojen aiheuttama kalliopohjaveden alenema ei vaikuta kasveihin. Merkittävää vedenpinnan alenemaa maakerroksissa ei ole odotettavissa.

Loppusijoituksen vaikutuksia Liiklankarin Natura-alueeseen on tutkittu ja arvioitu Olkiluodon osayleiskaavoituksen yhteydessä. Natura-arvioinnin tuloksena on todettu, että yleiskaavoituksella Olkiluotoon mahdollistetut hankkeet (ml. kapselointi- ja loppusijoituslaitos) eivät merkittävällä tavalla vaikuta niihin luonnonarvoihin, joiden vuoksi Olkiluodon saaren etelärannalla sijaitseva Liiklankarin luonnonsuojelualue on otettu mukaan Natura 2000 -suojeluohjelmaan.

Loppusijoituslaitostoimintaan varatun alueen ulkopuolella luonnonvarojen hyödyntämistä, kuten sienestystä, marjastusta, metsästystä, kalastusta ja metsänhoitoa, voidaan jatkaa nykyiseen tapaan.

Vaikutukset ihmisiin ja suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen

Käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnissa kapselointi- ja loppusijoituslaitokselta normaalitilanteessa tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömiä. Kapselointilaitoksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin määriin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yleiset säteilyturvallisuusvaatimukset sisältävän valtioneuvoston asetuksen *(736/2008)* mukaan väestön eniten altistuvan yksilön efektiivinen annos ei saa ylittää normaalikäytössä 0,01 mSv. Laskentatulokset osoittavat, että normaalikäytössä vuosittaiset säteilyannokset jäävät merkityksettömän pieniksi eli alle arvon 0,001 mSv (vrt. luonnonsäteily noin 3 mSv / vuosi). *(Rossi ym. 2012.)*

Suomalaisten suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu osana ”Suomalaisten energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Tutkimussarjalla on selvitetty ja seurattu suhtautumista energiapoliittisiin kysymyksiin jo 28 vuoden (1983–2011) ajan. Ydinjätteisiin on aiemmissa tutkimuksissa todettu kohdistuvan selviä ennakkoluuloja. Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa vajaa kolmannes (29 %) katsoo ydinjätteiden loppusijoituksen Suomeen turvalliseksi. Epäileviä on enemmän, runsas puolet (53 %) väestöstä. Suhtautuminen loppusijoitukseen on hieman skeptisempää kuin edellisessä mittauksessa, mutta tulokset eivät ole kovin kaukana viimeisten viidentoista vuoden keskimääräisestä tasosta. Pysyvyys kertoo yleisemminkin, etteivät ydinjätekannat ole suoraan sidoksissa ydinvoiman kannatukseen. Seurannan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella (1983–1993) luottamus oli kuitenkin astetta niukempaa kuin nykyisin.

Varauksellisuutta selittää yhtäältä lähes kolmen neljäsosan (73 %) näkemys, jonka mukaan ydinjätteet muodostavat jatkuvan uhan tulevien sukupolvien elämälle. Eri mieltä on vain noin joka kuudes (16 %). Tämän mittarin valossa ydinjätehuoli on hieman aiempaa laajempaa, joskin silti asiallisesti melko lähellä edeltävien vuosien tasoa. Koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys kertoo uhan kokemisen sitkeähenkisyydestä. Vaikka seurannan alkuvaihe erottuu astetta varauksellisempana myös tässä tarkastelussa, ei koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys ole muuttunut neutraalimpaan suuntaan.

Ydinvoimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtaudutaan aiempaan tapaan vähemmän vieroksuvasti kuin maassa keskimäärin. Luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen on niissä, etenkin loppusijoituskohteeksi valitulla Eurajoella, merkittävästi laajempaa. Tutkimussarjan aiempien vaiheiden tuloksissa on tullut toistuvasti esiin niin eurajokelaisten kuin loviisalaistenkin periaatteellinen valmius ydinjätteiden vastaanottoon, eli sijoitukseen oman kuntansa alueelle. *(Suomalaisten energia-asenteet 2011.)*

Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen vuonna 2008 toteuttaman tutkimuksen *(Litmanen ym. 2010)* mukaan Eurajoen asukkaista kolmannes katsoi saavansa tarpeeksi tietoa loppusijoituksesta, kolmannes oli asiasta eri mieltä ja kolmannes ei osannut arvioida asiaa. Posivaan luottavia ja ei-luottavia oli yhtä suuri osuus (39 %) asukkaista. Tutkimuksen mukaan 42 % Eurajoen asukkaista on valmiita hyväksymään loppusijoituslaitoksen laajentamisen. Tutkimuksen yleishavaintona voidaan esittää, että asukkaiden luottamus ei perustu niinkään tietoon vaan luottamusta selittäviin muihin tekijöihin. Institutionaalisen luottamuksen ohella merkittäviä selittäjiä ovat hankkeesta koetut taloudelliset ja muut hyödyt, riskikäsitykset, moraalinen vastuu sekä yleinen ydinvoima-asenne. Merkittävää ja huomionarvoista on sekin, että vuosikymmenten saatossa ydinvoimasta on tullut tuttu teknologia paikallisille asukkaille ja osa paikkakunnan identiteettiä.

Vuosina 2007–2008 suoritetussa tutkimuksessa *(Aho 2008)* tarkasteltiin Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen. Lomakekyselyn tulosten perusteella noin 40 % kyselyyn vastanneista Eurajoen kuntalaisista suhtautui käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen myönteisesti ja 12 % neutraalisti. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittaminen kotikuntaan pelotti kuitenkin kyselyn mukaan noin 45 % kuntalaisista. Riskeinä nähtiin erityisesti polttoainekuljetukset, minkä vuoksi nimenomaan Eurajokea pidettiin sopivana loppusijoituspaikkana. Haastattelujen perusteella suurin loppusijoitukseen liittyvä huolenaihe oli käytetyn ydinpolttoaineen tuonti ulkomailta Suomeen ja Eurajoelle loppusijoitettavaksi.

Haastatellut pitivät Posivan toimintaa vakaana ja yllätyksettömänä. Haastateltujen mielestä Posiva ei riskeeraa turvallisuutta ja välittää paitsi kuntalaisista myös kaikista Suomen kansalaisista asettamalla turvallisuustekijät etu sijalle. Haastatellut pitivät Posivaa ja sen henkilökuntaa asiantuntevana, rehellisenä ja kyvykkäänä hoitamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus turvallisesti.

Kesäkuussa 2008 tutkittiin eurajokelaisten loppusijoitusta koskevia mielipiteitä, asenteita ja mahdollisia huolia teemahaastattelututkimuksella *(Pöyry Environment Oy 2008)*. Suurin osa haastatelluista suhtautui kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen neutraalisti tai melko myönteisesti. Kalliosijoitusta pidettiin mahdollisista loppusijoitusvaihtoehdoista parhaana. Kuitenkin myös turvallisuusriskejä nähtiin, pääasiassa pidemmällä aikavälillä. Kukaan haastatelluista ei kokenut varsinaisia pelkoja loppusijoitukseen liittyen, vaikka joitain huolia olikin, esimerkiksi ydinjätteen kuljetuksien riskit. Kunnan kannalta positiivisena asiana nähtiin kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutukset työllisyyteen ja verotuloihin. Yksikään haastateltu ei kokenut, että loppusijoitukseen liittyvät huolet varjostaisivat omaa elämää tai aiheuttaisivat stressiä. Vain yksi haastateltu arvioi, että loppusijoituksesta saattaisi aiheutua vaaraa henkilökohtaiselle turvallisuudelle.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon

Vuonna 2007 laaditun selvityksen ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset” *(Laakso ym. 2007)* mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittumispäätöksellä, Posivan siirtymisellä Eurajoelle, Vuojoen kartanon peruskorjauksella ja toiminnan uudistamisella sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimusvaiheen ja ONKALOn rakentamisen aloittamisella on ollut positiivinen vaikutus Eurajoella ja koko seudulla 2000-luvun alkuvuosina toteutuneeseen sosioekonomiseen, aluetaloudelliseen ja kunnallistaloudelliseen kehitykseen.

Hankkeen vaikutuksen kokonaistyöllisyyteen arvioidaan olevan suurimmillaan noin 550 henkilötyövuotta vuodessa. Toimintavaiheen aikana välittömäksi työllisyysvaikutukseksi vuodessa on arvioitu noin 130 henkilötyövuotta. Koko seudun kannalta kapselointi- ja

loppusijoituslaitoksen työllistävä vaikutus on merkittävä, enimmillään noin 220 henkilötyövuotta vuodessa. Eurajoen kuntaan ja seudulle kohdentuvat työllisyysvaikutukset vaikuttavat merkittävällä tavalla positiivisesti kunnan ja seudun työllisyyteen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta vaikuttavat Eurajoen kunnallistalouteen. Kiinteistövero merkitsee kunnan verotulopohjan vähittäistä vahvistumista kiinteistöveron noustessa ainakin vuoteen 2020 asti. Tämä mahdollistaa kunnalle muihin kuntiin verrattuna vahvan vuosikatteen sekä poikkeuksellista liikkumavaraa, joka johtaa potentiaalisten muuttajien kannalta kunnan houkuttelevuuden kasvuun suhteessa seudun muihin kuntiin.

Hankkeen positiivisiin aluetaloudellisiin vaikutuksiin ollaan seudun kunnissa tyytyväisiä. Myönteisenä pidetään erityisesti sitä, että laitoksen rakentaminen ja toiminta ovat pitkäkestoista toimintaa, jossa vaikutukset ovat kohtuullisen hyvin ennakoitavissa ja jakautuvat pitkälle ajalle. Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen ennakkoon liitetyt potentiaaliset negatiiviset ulkoisvaikutukset eivät ole toteutuneet. Käytettävissä olevan tiedon perusteella laitoshanke ei ole haitannut asukkaita eikä yrityksiä, ja Eurajoen kunnan tunnettuus sekä imago ovat vahvistuneet.

Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

Häiriötilanteet eroavat onnettomuustilanteista siten, että häiriötilanteiden seuraukset ovat onnettomuustilanteita lievemmät, mutta niitä voi tapahtua useammin. Häiriötilanteissa radioaktiivisuutta voi vapautua yksittäisiin kapselointilaitoksen tiloihin, joista päästö ohjataan ilmastoinnin avulla suodatettuna ulos. Loppusijoitustiloissa sellaiset häiriöt ja onnettomuudet, joissa vapautuu radioaktiivisia aineita, ovat erittäin epätodennäköisiä.

Yksittäisen häiriötilanteen aiheuttama annos väestöön kuuluvalle henkilölle 50 vuoden kuluessa on suurella todennäköisyydellä korkeintaan 0,05 mSv. Ensimmäisen vuoden kuluessa aiheutuu maataloustuotteiden nauttimisesta 0,02 mSv:n annos. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset alittavat selvästi vaatimusten mukaisen raja-arvon 0,1 mSv vuodessa.

Loppusijoituslaitoksen rakenteet toteutetaan siten, että sellaisetkaan ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa.

Onnettomuustilanteissa annokset jäävät pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo 1 mSv vuodessa. Pahin onnettomuus, jossa kuljetussäiliön kansi putoaa käsittelykammiossa rikkoen samalla polttoaine-elementtejä kuljetussäiliössä, ja päästö vapautuu suodatuksen kautta ulos, aiheuttaisi vuoden kuluessa enintään 0,9 mSv:n annoksen eniten altistuvan ryhmän jäsenelle.

Suurin annos aiheutuu aivan laitosalueen vieressä olettaen, että siinä asutaan vakituisesti, harjoitetaan maataloutta ja käytetään ravinnoksi pääosin omia tuotteita. Pääosa annoksesta kertyy maahan laskeutuneista radionuklideista ravintoketjujen välityksellä samaan tapaan kuin häiriötilanteiden yhteydessä.

Laskeumasta tulevan ulkoisen säteilyannoksen merkitys kasvaa, kun tarkasteluaika pitenee. Ulkoinen altistus muodostaa valtaosan 50 vuoden kuluessa kertyvästä annoksesta. Annostasot vuoden aikana jäävät niin pieniksi, että välittömien terveysvaikutusten vaaraa ei ole. Väestöannosten perusteella myös myöhäisvaikutusten riski säilyy hyvin pienenä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Huomioon otettavia luonnonilmiöitä ovat ainakin salamanisku, maanjäristys ja tulva. Muita laitoksen ulkopuolisia tapahtumia ovat ainakin sähkömagneettinen häiriö, pienlentokoneen törmäys, maastopalo ja räjähdys. Nämä luonnonilmiöt ja ulkopuoliset tapahtumat otetaan huomioon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa riittävällä tavalla.

Pitkäaikaisturvallisuus

Vakaaseen peruskallioon 400–450 metrin syvyyteen sijoitetut, bentoniittisavella ympäröidyt, mekaanisesti vahvat ja korroosiota kestävät kapselit tulevat mitä todennäköisimmin pitämään kaikki radioaktiiviset aineet sisällään vähintään usean miljoonan vuoden ajan. Yksittäisten kapselien rikkoutumisen mahdollisuutta tänä aikana ei kuitenkaan voida kokonaan sulkea pois. Tällaisissa tapauksissa radioaktiiviset aineet voisivat hiljalleen vapautua ympäristöön. Kapselivuotoihin voisi johtaa alun perin viallisen kapselin joutuminen loppusijoitustiloihin, muutaman epäedullisiin paikkoihin sijoitetun kapselin rikkoutuminen voimakkaissa maanjäristyksissä, joita saattaa tapahtua jääkauden aikaisen jään vetäytymisvaiheissa, sekä jään sulamisvesien aiheuttama kapselia ympäröivän bentoniittisaven eroosio ja sitä seuraava kapselin syöpyminen.

Seuraavien satojen tuhansien vuosien aikana kapselirikkoja odotetaan kuitenkin tapahtuvan huonoimmassakin tapauksessa vain muutamia. Niistä aiheutuvilla radioaktiivisten isotooppien päästöillä olisi vain hyvin pieni vaikutus ihmisiin ja muuhun elolliseen ympäristöön. Turvallisuusarvioissa on otettu huomioon myös radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja kulkeutumiseen vaikuttavat epävarmuudet. Teknisten ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja riittävä laatu sekä turvallisuus osoitetaan kokeellisesti. Loppusijoitustilojen rakentamislupahakemusta tukeva täysimittainen turvallisuusperustelu perustuu näihin kokeisiin ja niiden tuloksiin. Vaatimusten toteutumista tarkastellaan lupahakemusta varten laaditussa, valtioneuvoston asetuksen 14 §:n mukaisessa turvallisuusperustelussa. Sen mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle valtioneuvoston asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmilläänkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltistus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

Edellä esitetyt johtopäätökset perustellaan yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavassa turvallisuusperustelu-aineistossa.

Ympäristövaikutusten seuranta

Posiva seuraa loppusijoitushankkeen ympäristövaikutuksia osana Olkiluodon Monitorointiohjelmaa (OMO) *(Posiva 2012a)*, jonka suunnittelussa on otettu huomioon tässä ja aiemmissa arviointiselostuksissa tunnistetut mahdolliset vaikutukset ympäristöön. Ympäristövaikutusten seurannan tavoitteena on

- tuottaa tietoa hankkeen vaikutuksista
- selvittää, mitkä muutokset ovat seurauksia hankkeen toteuttamisesta
- selvittää, miten vaikutusten arvioinnin tulokset vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos ennakoimattomia, merkittäviä haittoja esiintyy.

Säteilyvaikutusten seuranta perustuu radioaktiivisten aineiden päästöjen ja pitoisuuksien sekä säteilyn annosnopeuden mittauksiin. Pitoisuuksia ja annosnopeuksia arvioidaan myös laskennallisesti muun muassa päästö- ja säätietojen avulla, koska on odotettavissa, että laitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita ei pienen määrän takia voida ympäristössä havaita. Odotettavissa olevat säteilyvaikutukset ovat niin pienet, ettei erityistä väestön terveydentilan seurantaa katsota tarpeelliseksi: mahdollisia terveyshaittoja ei kyettäisi havaitsemaan normaalin sairastavuuden joukosta. Tarvittaessa ympäristön väestön terveydentilan vertaaminen kauempana asuvaan väestöön on kuitenkin mahdollista esimerkiksi Kansanterveyslaitoksen ylläpitämien tietojen avulla.

Radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien ja säteilyn annosnopeuden seuranta aloitetaan jo ennen loppusijoitustoimintaa vertailutietojen saamiseksi eri suunnilta ja etäisyyksiltä. Pitoisuuksia mitataan ilmasta, vedestä, maaperästä, eliöistä, maataloustuotteista, keräilytuotteista ja riistasta. Myös säätietoja ja muita vaikutusten laskennallisessa arvioinnissa tarvittavia tietoja kerätään, kuten jo nykyisinkin.

Loppusijoitusvaiheessa mitataan radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön. Tyypillisiä mittauspaikkoja ovat ilmastointi-ilman ja jätevesien poistoreitit. Jo aloitettuja pitoisuuksien ja annosnopeuden mittauksia jatketaan.

Monitorointiohjelmaan kuuluu myös muiden kuin säteilyyn liittyvien kohteiden seuranta, kuten melu, pöly, kasvillisuus, eläimistö sekä pinta- ja pohjavedet. Tähän mennessä tehtyjä havaintoja ja arvioita loppusijoituksen aikaisista vaikutuksista on mainittu edellä.

Sulkemisen jälkeinen seuranta voi sisältää muun muassa radioaktiivisuuden mittausta maanpinnalta ja syvistä kairarei'istä. Rei'istä voidaan myös seurata pohjaveden pinnankorkeuksia, virtauksia, kemiaa, lämpötilaa ja niin edelleen. Maan pinnalta voidaan geofysikaalisilla mittauksilla seurata mikromaanjäristyksien esiintymistä. Ydinmateriaalin koskemattomuuden vaarantaminen lainvastaisella toiminnalla vaatisi maanpinnalla näkyviä toimia. Toimet voitaisiin havaita ja niitä voitaisiin valvoa kansainvälisesti esimerkiksi satelliiteista.

SANASTO

Ajotunneli Kallioperässä maanpinnalta loppusijoitustasolle kaltevuudella 1:10 kulkeva vinoajotie (ramppi). Maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, pääkulkuyhteys.

Aktiivisuus Aktiivisuus ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tietyssä ajassa tapahtuvien ydinhajoamisten lukumäärän. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq), joka tarkoittaa yhtä hajoamista sekunnissa.

Annosnopeus Annosnopeus ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tietyssä ajassa.

Asemakaava Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa asemakaavassa annetaan yksityiskohtaiset määräykset alueen käytön järjestämisestä.

Bentoniitti Luonnosta löytyvä savilaji, joka on syntynyt vulkaanisen tuhkan muuntumistuloksena. Bentoniittisaven erityisominaisuutena on sen paisuminen kostumisen (vettymisen) seurauksena. Bentoniittia on suunniteltu käytettäväksi puskurimateriaalina kapselin ja kallioperän välissä sekä yhtenä loppusijoitustilojen täyteaineena.

Becquerel (Bq)
Aktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä radioaktiivista hajoamista sekunnissa. Elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ilmaistaan becquereleina massa- tai tilavuusyksikköä kohti (Bq/kg tai Bq/l).

Biosfääri Elonkehä; maapallon pinnan osa, jossa elämä on mahdollista. Käytetään loppusijoituspaikan tutkimuksessa ja turvallisuuden arvioinnissa (erotukseksi kallioperästä) ja sisältää elollisen luonnon, maaperän ja siinä olevan pohjaveden, vesistöt sekä ilmakehän.

BWR Kiehutusvesireaktori (Boiling Water Reactor). Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat kiehutusvesireaktoreita.

Desibeli (dB) Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Ympäristömelumittauksissa käytetään tyypillisesti A-painotusta dB(A), jonka avulla painotetaan sellaisia äänen taajuuksia, jotka ihmisen korva aistii herkimmin.

Diffuusio Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan tasoittaen mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan.

Efektiivinen annos
Säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elinten ekvivalenttiannosten painotettu summa. Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv).

Ekvivalenttiannos
Ekvivalenttiannos on absorboituneen annoksen ja säteilyn laatulajin tulo, jonka yksikkö on sievert (Sv). Ekvivalenttiannosten avulla voidaan verrata eri ionisoivien säteilylajien aiheuttamia säteilyannoksia.

EPR EPR (European Pressurized Water Reactor) on kehittynyt versio kolmannen sukupolven painevesireaktorista, jossa varsinkin turvallisuuskysymyksiin on kiinnitetty erityisesti huomiota. Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikkö on EPR-tyyppinen painevesireaktori.

EURATOM Euroopan unionin (EU) Euroopan atomienergiayhteisö (European Atomic Energy Community), jonka jäsen Suomi on.

Gray (Gy) Absorboituneen annoksen mittayksikkö, jolla ilmaistaan, paljonko energiaa ionisoiva säteily luovuttaa kohdeaineeseen. 1 Gy = 1 joule/kg. Kerrannaisyksiköt mGy = 1/1 000 grayta ja µGy = 1/1 000 000 grayta.

Hydrogeokemiallinen malli
Pohjaveden kemiallisten ominaisuuksien ja niihin vaikuttavien prosessien mallinnettu kuvaus.

Hydrologinen malli
Pohjaveden fysikaalisten ominaisuuksien ja olosuhteiden sekä virtauksen mallinnettu kuvaus.

IAEA Kansainvälinen atomienergiajärjestö (International Atomic Energy Agency).

ICRP Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta (International Commission on Radiological Protection).

Ionisaatio Atomin elektronirakenteen muutos, joka voi aiheuttaa muutoksia molekyyleissä, esimerkiksi DNA:ssa.

Ionisoiva säteily
Lyhytaaltoinen sähkömagneettinen säteily ja hiukkassäteily, jotka aiheuttavat ionisaatiota suoraan tai välillisesti.

Jälleenkäsittely
Hyödyllisten nuklidien erottaminen käytetystä ydinpolttoaineesta. Jäljelle jäävät fissiotuotteet ja osa transuraaneista.

Kapseli Kuparikuoresta, pohjasta ja kansista sekä valurautaisesta sisäosasta muodostuva käytettyjen polttoaine-elementtien loppusijoitukseen tarkoitettu tekninen vapautumiseste.

KBS-3 Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n kehittämä loppusijoituksen periaateratkaisu. KBS on lyhenne sanasta KärnBränsleSäkerhet (ydinpolttoaineen turvallisuus).

KBS-3H Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään vaaka-asentoon (H=horizontal eli vaaka).

KBS-3V Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään pystyasentoon (V=vertical eli pysty). Posivan tämänhetkisten suunnitelmien mukaan loppusijoituskapselit tullaan sijoittamaan loppusijoitustunneleihin porattuihin pystyreikiin.

kgU Kiloa uraania tai uraanikilo. Tarkoittaa tuoreen ydinpolttoaineen uraanimäärää. Käytetyssä ydinpolttoaineessa tästä uraanista on jäljellä 95–96 %. Loppuosa on muuttunut fissiotuotteiksi, plutoniumiksi ja muiksi transuraaneiksi.

Kollektiivinen efektiivinen annos
Efektiivinen kokonaissäteilyannos, joka aiheutuu jollekin tietylle ihmisryhmälle. Sen yksikkö on mansievert (manSv).

KPA-varasto Käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto.

KTM Kauppa- ja teollisuusministeriö, jonka tehtävät siirtyivät 1.1.2008 toimintansa aloittaneelle työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM).

Kuljetussäiliö
Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin ja lyhytaikaiseen säilytykseen tarkoitettu säteilysuojattu erikoisvalmisteinen säiliö. Säteilysuojan lisäksi säiliö on mekaaninen ja lämpötekninen suoja käytetyn polttoaineen kuljetuksen, käsittelyn ja varastoinnin aikana. Voidaan käyttää myös termiä siirtosäiliö.

Käytetty ydinpolttoaine
Ydinpolttoainetta sanotaan käytetyksi, kun se on poistettu reaktorista. Käytetty ydinpolttoaine on voimakkaasti säteilevää.

Luonnon taustasäteily
Luonnon radioaktiivisista aineista ja avaruudesta peräisin oleva säteily.

Mansievert (manSv)
Kollektiivisen annoksen yksikkö. Jos esimerkiksi 1 000 hengen suuruisessa väestöryhmässä jokainen saa keskimäärin 20 millisievertin säteilyannoksen, kollektiivinen annos on 1 000 X 0,02 Sv = 20 manSv.

Moniesteperiaate
Loppusijoittamisen toteuttaminen siten, että radionuklidien on läpäistävä useita peräkkäisiä toisistaan riippumattomia esteitä ennen kuin ne voivat päästä elollisen luonnon piiriin.

Megawatti (MW) Tehoyksikkö (1 MW = 1 000 kW).

Natura 2000 EU:n luontodirektiivin mukainen luonnonsuojelukohteiden verkosto, jonka tavoitteena on suojella erityisesti Euroopan luonnon uhanalaisia, harvinaisia tai luonteenomaisia luonnonympäristöjä sekä eläimiä ja kasveja.

Nuklidi Nuklidi on atomin ydin, jolla on määrätty protoniluku (Z) ja määrätty neutroniluku (N).

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitos
Ydinlaitos, joka muodostuu kahdesta osasta; maanpäällisestä kapselointilaitoksesta ja kallioperään louhittavasta loppusijoitus-laitoksesta. Kapselointilaitoksessa käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan loppusijoituskapseliin ja kapseli suljetaan. Kapseloitu käytetty ydinpoltto-aine loppusijoitetaan loppusijoituslaitokseen.

ONKALO Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila.

Palama Palama on suure, joka kertoo, kuinka paljon lämpöenergiaa polttoaine on tuottanut yhtä uraanikiloa kohti. Palaman yksikkö on MWd/kgU (megawattipäivää uraanikiloa kohti).

Polttoaine-elementti
Polttoaine-elementillä tarkoitetaan Posivan loppusijoitattavaksi tulevaa ydinpolttoaineyksikköä. Polttoaine-elementti voi muodostua polttoaine-nipusta ja -kanavasta (BWR, VVER) tai polttoainenipusta (PWR) tai ilman polttoainekanavaa olevasta BWR-polttoainenipusta. Polttoainenippu koostuu polttoainesauvoista, joihin ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettu. Polttoainesauvat on koottu yhteen väli-tukien ja päätykappaleiden avulla. Joissain polttoainetyypeissä nippua ympäröi metallinen kotelo, jota kutsutaan virtauskanavaksi (tai VVER-polttoaineen tapauksessa suojakoteloksi).

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitos
Posivan ydinlaitoskokonaisuus kattaen kapselointilaitoksen ja loppu-sijoituslaitoksen sekä muut niiden toiminnassa tarpeelliset rakenteet.

PWR Painevesireaktori (Pressurized Water Reactor). Olkiluoto 3 -laitosyksikkö on tyypiltään PWR, vaikkakin sen kaupallinen nimi on EPR.

Radioaktiivinen
Radioaktiivinen aine sisältää atomiytimiä, jotka voivat muuttua tai hajota itsestään toisiksi ytimiksi. Hajoamisen yhteydessä syntyy tavallisesti ionisoivaa säteilyä (esim. alfa-, beeta- ja gammasäteilyä).
Ks. radioaktiivisuus.

Radioaktiivisuus
Atomiytimen (nuklidin) ominaisuus muuttua itsestään toiseksi ytimeksi (nuklidiksi). Radioaktiivinen ydin voi lähettää alfa- tai beetahiukkasen muuttuen toiseksi ytimeksi, joka puolestaan voi lähettää sähkö-magneettista säteilyä. Muuttumista kutsutaan radioaktiiviseksi hajoamiseksi. Kullakin atomiytimellä (nuklidilla) on sille ominainen hajoamisvakio (puoliintumisaika).

Radionuklidi Radioaktiivinen nuklidi. Ks. nuklidi.

Radon Rn-222. Radioaktiivinen kaasu, jolla ei ole yhtään pysyvää isotooppia. Kallioperässä olevan uraanin hajoamistuotteena syntyvä Rn-222 aiheuttaa suurimman osan luonnonsäteilyaltistuksesta Suomessa.

Richterin asteikko
Matemaattinen logaritminen asteikko, jolla mitataan maanjäristysten voimakkuutta (magnitudia).

Sievert (Sv) Ekvivalenttiannoksen ja efektiivisen annoksen yksikkö. Suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn (säteilyannoksen) tilastollisia haittavaikutuksia. Sievert on hyvin suuri yksikkö. Siksi annoksista puhuttaessa käytetään yleensä joko millisievertejä (mSv) tai mikrosievertejä (µSv). Yksi sievert on 1 000 millisievertiä eli 1 000 000 mikrosievertiä.

SR-Site Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön, SKB:n, vuonna 2011 julkaisema turvallisuusarvio, joka keskittyy KBS-3V -loppusijoitusratkaisuun Forsmarkissa. Suurin osa turvallisuusarviosta soveltuu pitkälti myös Olkiluodon loppusijoitustiloihin, koska tekninen ratkaisu ja loppusijoituspaikan pääpiirteet ovat samanlaiset.

STUK Säteilyturvakeskus.

Säteilyannos Säteilyannos on suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv). Säteilyannosta kutsutaan usein lyhyesti annokseksi.

TEM Työ- ja elinkeinoministeriö, jolle kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) tehtävät siirtyivät 1.1.2008.

tU Tonnia uraania tai uraanitonni. Tarkoittaa tuoreen polttoaineen uraanimäärää.

Uraani Alkuaine, jonka kemiallinen merkki on U. Uraania on maan kuoressa 0,0004 % kaikista aineista (neljä grammaa tonnissa). Kaikki uraanin isotoopit ovat radioaktiivisia. Suurin osa luonnonuraanista on isotooppia U-238, jonka puoliintumisaika on 4,5 miljardia vuotta. Ydinvoimalaitoksen polttoaineeksi soveltuvaa uraani-235:ä on luonnonuraanin massasta 0,71 %. Uraani-235:n puoliintumisaika on 700 miljoonaa vuotta

Vapautumiseste
Vapautumisesteen tarkoituksena on estää radionuklidien kulkeutumista loppusijoitusjärjestelmässä. Vapautumisesteitä ovat esimerkiksi kapseli, bentoniittipuskuri ja kallioperä. Vapautumisesteestä käytetään myös nimitystä päästöeste.

VLJ-luola Matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila.

VTT Teknologian tutkimuskeskus VTT

VVER-440 Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n reaktorityyppi (painevesireaktori).

Väkevöintiaste
Uraani-isotoopin U-235 suhde uraanin kokonaismäärään. Luonnonuraanissa isotooppia U-235 on 0,72 %. Kevytvesireaktoreiden polttoaineen väkevöintiaste on 3–4 %.

YVA Ympäristövaikutusten arviointi. YVA-lain mukainen menettely eli YVA-menettely.

YVL-ohje YVL-ohje (ydinvoimalaitosohje) on Säteilyturvakeskuksen julkaisema viranomaisohje, jossa kuvataan säteily- ja ydinturvallisuusvalvonnan vaatimustasoa. Ydinenergian käyttöä koskevat turvallisuusvaatimukset kuvataan YVL-ohjeissa.

SISÄLTÖ

Esipuhe
Tiivistelmä
Sanasto

1 SELVITYKSEN TAUSTA JA TARKOITUS 22
1.1 Nykyiset päätökset ja menettelyt....22
1.2 Selvityksen tarkoitus 22

2 LOPPUSIJOITUSHANKE....23
2.1 Toimintavaihtoehdot välivarastoinnin jälkeen 23
2.2 Loppusijoitushankkeen kuvaus 24
2.3 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijainti ja maankäyttötarve 24
2.4 Hankkeen aikataulu....25
2.5 Liittyminen muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin....26
2.6 Ympäristövaikutusten arvioinnin rajaus....26

3 KAPSELOINTI- JA LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN KUVAUS....27
3.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yleiskuvaus 27
3.2 Suunnittelutilanne....28
3.3 Loppusijoituksen suunnitteluperiaatteet 29
3.4 Tutkimustoiminta ja laaditut selvitykset 30
3.5 Käytetyn ydinpolttoaineen kertymä 31
3.6 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaus 32
3.6.1 Varmentava tutkimusvaihe 32
3.6.2 Rakentamisvaihe....33
3.6.3 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ja siirrot 35
3.6.4 Käyttövaihe 39
3.6.5 Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun ydinpolttoaineen palautettavuus....41

4 YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOITUSTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEET 42

5 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT, ILMOITUKSET JA PÄÄTÖKSET....43
5.1 Kaavoitus 43
5.2 Ympäristövaikutusten arviointi ja kansainvälinen kuuleminen 43
5.3 Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat 43
5.3.1 Periaatepäätös 43
5.3.2 Rakentamislupa 44
5.3.3 Käyttölupa 45
5.4 Euratomin perustamissopimuksen mukaiset ilmoitukset....45
5.5 Muut luvat 45

6 ARVIOINTIMENETELMÄT, YMPÄRISTÖN NYKYTILA JA ARVIOIDUT VAIKUTUKSET 46
6.1 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ja muu liikenne 46
6.1.1 Arviointimenetelmät....46
6.1.2 Nykyinen liikenne alueella....47
6.1.3 Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset 48
6.2 Maankäyttö, kulttuuriperintö, maisema, rakennukset ja rakenteet 51
6.2.1 Arviointimenetelmät....51
6.2.2 Ympäristön nykytila 52

6.2.3 Arvioidut vaikutukset 57
6.3 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi 59
6.3.1 Arviointimenetelmät 59
6.3.2 Alueen maa- ja kallioperän sekä pohjavesien nykytila 60
6.3.3 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin 65
6.4 Ilmasto ja ilmanlaatu 70
6.4.1 Arviointimenetelmät 70
6.4.2 Ilmaston ja ilmanlaadun nykytila 70
6.4.3 Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun 70
6.5 Vesistöt 71
6.5.1 Arviointimenetelmät 71
6.5.2 Vesistön nykytila 71
6.5.3 Vesistövaikutukset 72
6.6 Jätteet ja sivutuotteet sekä niiden käsittely 74
6.6.1 Arviointimenetelmät 74
6.6.2 Vaikutukset jätteiden määriin ja niiden käsittely 74
6.7 Melu ja tärinä 76
6.7.1 Arviointimenetelmät 76
6.7.2 Nykyinen melutilanne 76
6.7.3 Melu- ja tärinävaikutukset 77
6.8 Kasvillisuus, eläimet ja suojelukohteet 81
6.8.1 Vaikutusten arviointi ja menetelmät 81
6.8.2 Alueen luonnon nykytila 81
6.8.3 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin 85
6.9 Luonnonvarat 87
6.9.1 Arviointimenetelmät 87
6.9.2 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen 87
6.10 Ihmiset, yhdyskuntarakenne, aluetalous ja Eurajoen kunnan imago 87
6.10.1 Arviointimenetelmät 87
6.10.2 Alueen nykytila 91
6.10.3 Vaikutukset ihmisiin, yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon 92

7 TURVALLISUUS JA HÄIRIÖ- JA ONNETTOMUUSTILANTEIDEN VAIKUTUKSET 105
7.1 Arviointimenetelmät 105
7.2 Turvallisuusperiaatteet 105
7.3 Säteilyturvallisuus 106
7.4 Käyttöhäiriöt 108
7.5 Häiriötilanteiden vaikutukset 108
7.5.1 Häiriötilanteiden päästöt 108
7.5.2 Säteilyannokset ja vaikutusalueet häiriötilanteissa 109
7.6 Onnettomuustilanteet 109
7.7 Onnettomuustilanteiden vaikutukset 110
7.7.1 Onnettomuustilanteiden päästöt 110
7.7.2 Säteilyannokset onnettomuustilanteissa 111

8 PITKÄAIKAISTURVALLISUUS 112
8.1 Arviointimenetelmät 112
8.2 Loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelu 113
8.3 Turvallisuusvaatimukset ja toimintakykytavoitteet 114
8.4 Tarkastellut tapaukset 115
8.5 Mallinnus 117

8.6 Analyysitulokset 118
8.6.1 Toimintakykyanalyysi 118
8.6.2 Radionuklidien vapautumisskenaariot 121
8.7 Arvio loppusijoitusratkaisun turvallisuudesta 126
8.8 Kehityssuunnitelmat 127

9 TIEDOT MAHDOLLISESTI SUOMEN VALTION RAJAT YLITTÄVISTÄ YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA 127

10 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA LIEVENTÄMINEN 128
10.1 Säteilysuojelulliset suunnitteluperusteet 128
10.2 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta 129
10.3 Ulkoisten tapahtumien huomioon ottaminen suunnittelussa 131
10.4 Pitkäaikaisturvallisuus 131
10.5 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallinta 132
10.6 Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien vaikutusten hallinta 133
10.7 Maanpintayhteyksien rakentaminen 133
10.8 Kapselointilaitoksen vaikutusten hallinta 133
10.9 Maanalaiset loppusijoitustilat ja loppusijoitustunnelien suojaetäisyydet 134
10.10 Loppusijoituspaikan soveltuvuuden arviointiperusteet 134
10.11 Loppusijoitustunnelien sulkeminen 135
10.12 Vaikutukset pohjavesiin 135
10.13 Laitoksen valvonta 135
10.14 Sosiaaliset vaikutukset 136

11 HANKKEEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA 136
11.1 Kuormitus- ja vaikutustarkkailu loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana 136
11.1.1 Tähän mennessä havaitut vaikutukset 136
11.1.2 Säteilyvaikutusten seuranta 137
11.1.3 Muiden vaikutusten seuranta 137
11.2 Sulkemisen jälkeinen seuranta 138

12 KIRJALLISUUS 138

Pohjakartta-aineisto: © Maanmittauslaitos lupanro 41/MML/12

1 Selvityksen tausta ja tarkoitus

1.1 Nykyiset päätökset ja menettelyt

Posiva Oy (Posiva) toteutti vuosina 1997–1999 YVA-menettelyn käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle. Tuolloin menettely kattoi kuuden ydinvoimalaitosyksikön tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen määrän; yhteensä 9 000 uraanitonnia (tU).

Posiva esitti vuonna 1999 valtioneuvostolle jättämässään periaatepäätöshakemuksessaan, että käytössä olevien Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytetty ydinpolttoaine tultaisiin loppusijoittamaan Eurajoen Olkiluodon kallioperään KBS-3-konseptia käyttäen.

Valtioneuvosto teki asiasta myönteisen periaatepäätöksen joulukuussa 2000, ja eduskunta vahvisti sen toukokuussa 2001. Periaatepäätöksen mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa voidaan käsitellä ja loppusijoittaa enintään 4 000 tU vastaava määrä käytettyä ydinpolttoainetta. Suomeen rakennettavasta viidennestä ydinvoimalaitosyksiköstä (Olkiluoto 3) tehtiin myönteinen periaatepäätös vuonna 2002. Samassa yhteydessä tehtiin Posivan aiempaan hakemukseen perustuen periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös Olkiluoto 3:n käytetty ydinpolttoaine voidaan loppusijoittaa sinne. Tämän periaatepäätöksen nojalla loppusijoitustiloja voidaan rakentaa enintään 2 500 tU. Näin ollen vuosien 2000 ja 2002 periaatepäätösten perusteella käytettyä ydinpolttoainetta voidaan käsitellä ja loppusijoittaa Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa yhteensä enintään 6 500 tU.

Vuoden 2008 alkupuoliskolla Posiva laati ajantasaisen selvityksen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista. Aiemmin toteutettu YVA kattoi jo kuudennen ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen määrän, mutta yhteysviranomainen katsoi, että YVA-selostuksen tiedot tuli päivittää ajantasaisiksi. Päivitetty selvitys liitettiin Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevaan periaatepäätöshakemukseen.

Posiva toteutti vuosien 2008–2009 aikana myös kokonaan uuden YVA-menettelyn loppusijoitustilan kapasiteetin korottamiseksi 3 000 tU:lla. Uusi ympäristövaikutusten arviointiselostus liitettiin Loviisa 3 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevaan periaatepäätöshakemukseen.

Samaan aikaan Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen periaatepäätöshakemuksen kanssa oli käsittelyssä hakemus Loviisa 3 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta. Valtioneuvosto teki 21.4.2010 myönteisen periaatepäätöksen Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta Olkiluotoon. Eduskunta vahvisti päätöksen 1.7.2010. Fortumin Loviisa 3 -laitosyksikön rakentamishankkeen sekä sen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen osalta valtioneuvosto on todennut antamissaan periaatepäätöksissä 6.5.2010, että Loviisa 3 -laitosyksikön rakentaminen ei ole yhteiskunnan kokonaisedun mukaista eikä yhteiskunnan kokonaisedun mukaista ole myöskään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen Olkiluotoon siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Loviisa 3:n toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine. Valtioneuvoston antamien periaatepäätösten perusteella Olkiluotoon voidaankin loppusijoittaa käytettyä ydinpolttoainetta enintään 9 000 tU.

1.2 Selvityksen tarkoitus

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista varten tarvitaan valtioneuvoston myöntämä rakentamislupa. Tämä raportti on ajantasainen selvitys

loppusijoitustoiminnan ympäristövaikutuksista, ja se liitetään valtioneuvostolle jätettävään rakentamislupahakemukseen. Selvitys perustuu 9 000 tU määrään käytettyä ydinpolttoainetta ja vuoden 2012 mukaiseen tietotasoon loppusijoitustoiminnasta ja sen ympäristövaikutuksista.

2 Loppusijoitushanke

2.1 Toimintavaihtoehdot välivarastoinnin jälkeen

Suomen nykyisen toimintavaihtoehdon tausta
Ihmisten ja ympäristön suojelemiseksi käytetty ydinpolttoaine on pidettävä eristettynä luonnosta. Nykyiset välivarastot täyttävät tämän tavoitteen. Varastojen käyttöä voidaan turvallisesti jatkaa vuosikymmeniä asianmukaisin huolto- ja ylläpitotoimin. Välivarastoja ei kuitenkaan ole tarkoitettu lopullisiksi ratkaisuiksi, vaan tavoitteena on löytää käytetyn ydinpolttoaineen huollolle pysyvä ratkaisu.

Yhtenä vaihtoehtona on esitetty ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyä. Jälleenkäsittelyssä käytetyn ydinpolttoaineen jäljellä oleva uraani ja syntynyt plutonium erotetaan uudelleenkäyttöä varten. Uudelleenkäyttö suunniteltiin tapahtuvaksi joko samoissa tai samanlaisissa reaktoreissa tai myöhemmin niin sanotuissa hyötöreaktoreissa. Jälleenkäsittelystä syntyy kuitenkin ydinjätteitä, joiden jätehuolto on järjestettävä.

Loviisan reaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen palauttamisesta Neuvostoliittoon (Venäjälle) sovittiin neuvostoliittolaisten aloitteesta voimalaitoskaupan yhteydessä. Neuvostoliitossa oli pyrkimyksenä käytetyn ydinpolttoaineen sisältämien hyödyllisten aineiden uudelleenkäyttö.

Myös Olkiluodon reaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyvaihtoehtoja selvitettiin ja jälleenkäsittelysopimuksista neuvoteltiin ulkomaisten yhtiöiden kanssa. Jälleenkäsittelykapasiteettia oli kuitenkin tarjolla niukasti ja palveluista pyydetyt hinnat korkeita. Lisäksi sopimukset olisivat edellyttäneet jälleenkäsittelyssä syntyneiden ydinjätteiden palauttamista Suomeen. Kun uraanin hinnat 1980-luvun alussa kääntyivät laskuun eikä jälleenkäsittelyssä erotetun uraanin tai plutoniumin hyötykäytöstäkään ollut takeita, jälleenkäsittelysopimuksia ei solmittu. Vähäisen tarpeen vuoksi jälleenkäsittelylaitoksen rakentamista Suomeen ei ole koskaan edes harkittu.

Vuonna 1994 ydinenergialakia muutettiin siten, että Suomeen ei saa enää tuoda eikä Suomesta saa viedä ydinjätteitä toiseen maahan. Loviisan ydinpolttoaineen palauttaminen Venäjälle loppui vuonna 1996 ydinjätteen tuonti- ja vientikiellon seurauksena. Lakimuutoksen seurauksena Suomessa on päädytty käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisun kehittämiseen.

Suora loppusijoitus
Posivan loppusijoitussuunnitelmat perustuvat KBS-3-konseptiin, joka on Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kehittämä. Toteutuksen lähtökohtana on moniesteperiaate. Radioaktiiviset aineet ovat useiden toisiaan varmentavien vapautumisesteiden sisällä siten, että yhden esteen vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen tai muu muutos ei vaaranna eristyksen toimivuutta. Ratkaisu ei vaadi tulevilta sukupolvilta huolenpitoa tai valvontaa.

Posivan tämänhetkisten suunnitelmien mukaan loppusijoituskapselit tullaan sijoittamaan loppusijoitustunneleihin porattuihin pystyreikiin (KBS-3V). Posiva on kuitenkin sopinut

SKB:n kanssa myös vaakasijoitusvaihtoehdon (KBS-3H) kehitystyön sekä turvallisuuden ja toteutettavuuden arvioinnin jatkamisesta pystysijoitusratkaisun rinnalla.

2.2 Loppusijoitushankkeen kuvaus

Posiva hakee rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Olkiluotoon. Loppusijoituslaitokseen on tarkoitus sijoittaa TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksilla kertynyt käytetty ydinpolttoaine pysyväksi tarkoitetulla tavalla. Posivalle kuuluvat omistajiensa ydinvoimalaitosten tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus sekä muut ydinjätehuollon asiantuntijatehtävät.

Olkiluodon loppusijoitusalueelle on rakennettu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimukseen käytettävä maanalainen tutkimustila (ONKALO). ONKALOsta on hankittu tarvittavaa lisätietoa loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta varten. Kallioperää tutkitaan geologian, hydrologian sekä geokemian ja -fysiikan tutkimusmenetelmien avulla. Kallioperätutkimusten lisäksi ONKALO tarjoaa mahdollisuuden kehittää kalliorakentamis- ja loppusijoitustekniikkaa aidoissa olosuhteissa. Jatkossa ONKALOn kalliotiloja voidaan hyödyntää loppusijoitustiloja rakennettaessa ja käytettäessä.

2.3 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijainti ja maankäyttötarve

Posivan loppusijoituslaitosalue sijaitsee Olkiluodon saarella, Eurajoen kunnassa, Suomen länsirannikolla (Kuva 2-1). Lähimmästä kaupungista, Raumalta, on Olkiluotoon etäisyyttä linnuntietä noin 13 kilometriä ja maanteitse noin 25 kilometriä. Porista Olkiluotoon on etäisyyttä maanteitse noin 54 kilometriä. Valtatie 8:lta loppusijoituslaitosalueelle on matkaa noin 14 kilometriä.

Kuva 2-1. *Eurajoen ja Olkiluodon sijainti. Eurajoki sijaitsee valtatie 8:n varrella.*

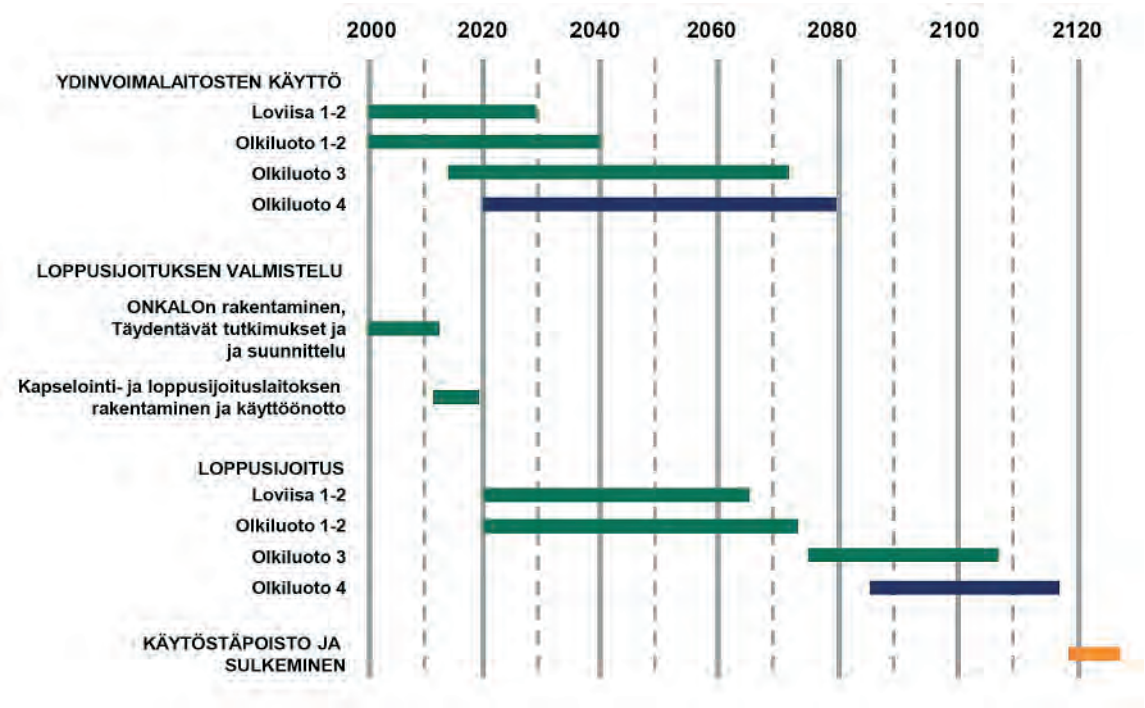
Suomen naapurivaltioista loppusijoituslaitosta lähin on Ruotsi, jonka lähimmät manneralueet sijaitsevat noin 200 kilometriä länteen Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosalue sijaitsee Olkiluodon saaren keskiosassa (Kuva 6-3). Loppusijoituslaitosalueen maanpäällinen rakennusala, eli rakennusten, teiden, varastojen ja kenttien pohja-ala, on yhteensä noin 20 hehtaaria. Maanalaisen laitososan tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 tU, on noin 190 hehtaaria.

2.4 Hankkeen aikataulu

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisvalmiuteen tähtäävää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta, TKS-työtä, on jatkettu vuoteen 2012 saakka. Vuosien 2013–2020 aikana tehdään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat ja rakennetaan laitokset. Noin vuonna 2018 jätetään laitosten käyttölupahakemus. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on tarkoitus alkaa noin vuonna 2020. Tämän hetken suunnitelmien mukaan loppusijoitus päättyisi noin vuonna 2110. Olkiluoto 4 -laitosyksikön rakentaminen pidentäisi loppusijoituksen kokonaisaikataulua noin kymmenellä vuodella.

Loppusijoittamisen aikatauluun vaikuttaa eniten ydinpolttoaineen pitkä jäähdytysaika. Laitosyksiköillä Olkiluoto 1 ja 2 sekä Loviisa 1 ja 2 käytössä olevan ydinpolttoaineen pitää jäähtyä noin 40 vuotta ja laitosyksiköiden Olkiluoto 3 ja 4 ydinpolttoaineen noin 60 vuotta ennen loppusijoittamista. Kuvassa (Kuva 2-2) on esitetty loppusijoitusaikataulu, jossa esitetään käytössä olevien laitosyksiköiden sekä rakenteilla ja suunnitteilla olevien Olkiluoto 3- ja 4 -laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen suunnitellut loppusijoitusaikataulut.



Kuva 2-2. *TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat sekä niistä tulevan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoiminnan aikataulu.*

2.5 Liittyminen muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin

TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitos
TVO:lla on Eurajoen Olkiluodossa kaksi kiehutusvesireaktoria, joiden kummankin nimellissähköteho on 880 MW_e (netto). Olkiluoto 1 -laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon ensimmäisen kerran syyskuussa 1978 ja Olkiluoto 2 -laitosyksikkö helmikuussa 1980. Lisäksi Olkiluotoon on rakenteilla kolmas laitosyksikkö Olkiluoto 3 -laitosyksikkö, painevesireaktori, jonka nimellissähköteho on noin 1 600 MW_e (netto). Olkiluodon voimalaitoksella oli vuoden 2012 lopussa varastoituna käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 7 886 polttoaine-elementtiä, jotka sisältävät noin 1 327 tonnia uraania. Kuvassa (Kuva 2-2) on esitetty Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat.

Valtioneuvosto antoi Olkiluoto 4 -laitosyksikölle myönteisen periaatepäätöksen 6.5.2010. Eduskunta jätti sen voimaan 1.7.2010. Uuden laitosyksikön suunniteltu sähköteho on 1 000–1 800 MW_e. Laitosyksikön suunniteltu käyttöikä on vähintään 60 vuotta. Se voi olla tyypiltään joko kiehutusvesireaktori tai painevesireaktori.

Fortumin Loviisan ydinvoimalaitos
Fortumin Loviisan ydinvoimalaitosyksiköt LO1 ja LO2 sijaitsevat Hästholmenin saarella Loviisassa, noin 80 kilometriä Helsingistä itään. Loviisan voimalaitoksella on kaksi painevesireaktoria, kumpikin nimellissähköteholtaan 496 MW_e (netto). LO1:n kaupallinen käyttö alkoi toukokuussa 1977 ja LO2:n tammikuussa 1981. Loviisan voimalaitoksella oli vuoden 2012 vuosihuoltojen jälkeen varastoituna käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 4507 polttoaine-elementtiä, jotka vastaavat noin 542 tonnia säteilyttämätöntä uraania. Kuvassa (Kuva 2-2) on esitetty Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat.

2.6 Ympäristövaikutusten arvioinnin rajaus
Ympäristövaikutukset on arvioitu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen koko laajuudelta. Tässä selvityksessä on esitetty loppusijoitushankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia tilanteessa, jossa loppusijoituslaitokseen sijoitettaisiin 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Loppusijoitustoiminnan on tarkoitus alkaa noin vuonna 2020. Olkiluoto 3 laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus päättyy noin vuonna 2110, Olkiluoto 4 -laitosyksikön rakentaminen pidentäisi loppusijoituksen kokonaisaikataulua noin kymmenellä vuodella.

Arvioinnissa on otettu huomioon loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuus eli sulkemisen jälkeinen aika. Pitkäaikaisturvallisuuden tarkasteluajanjakso ulottuu satojen tuhansien, jopa miljoonien vuosien päähän. Loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymistä on kuvattu ja analysoitu ensimmäisten kapselien sijoittamisesta alkaen hyvin kaukaiseen tulevaisuuteen, aina noin miljoonan vuoden päähän.

Tässä selvityksessä on esitetty pääasiassa laitostontilla tapahtuvien toimintojen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ympäristövaikutuksia. Olkiluodon nykyisten ja alueelle suunniteltujen toimintojen yhteisvaikutuksia on tarkasteltu osana ympäristövaikutusten arviointia. Lisäksi on arvioitu, aiheutuuko hankkeesta vaikutuksia Suomen aluerajojen ulkopuolelle.

Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyypille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta. Vaikutusalueella taas tarkoitetaan aluetta, jolla selvityksen tuloksena ympäristövaikutuksen arvioidaan ilmenevän.

3 Kapselointi- ja Loppusijoituslaitoksen kuvaus

3.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yleiskuvaus

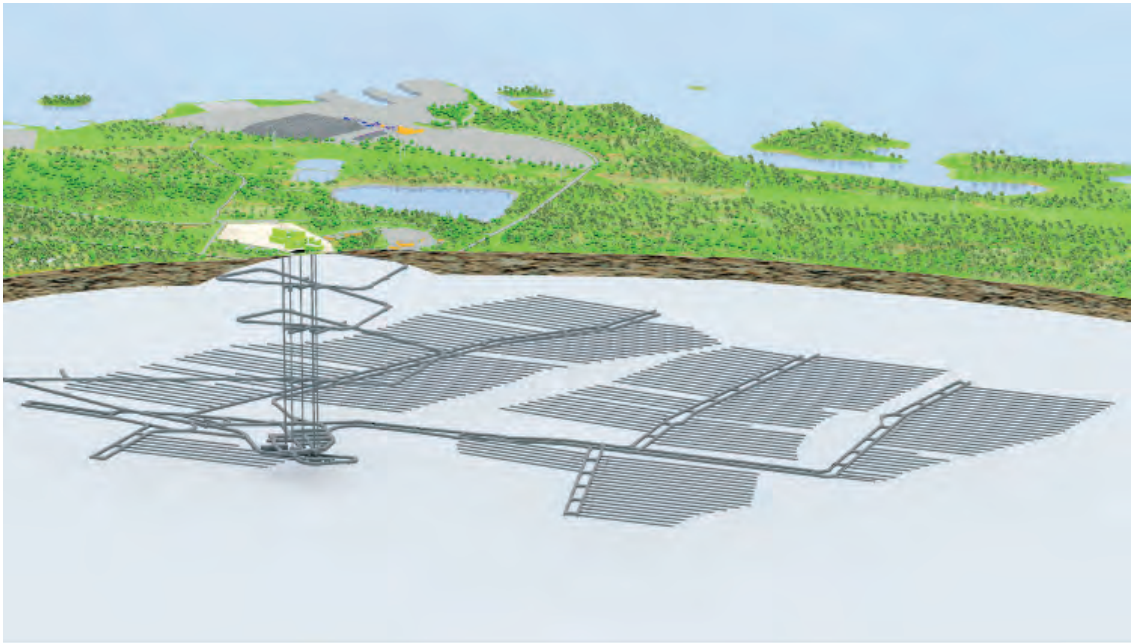
Posivan loppusijoitusratkaisu perustuu Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kehittämään periaateratkaisuun, joka tunnetaan nimellä KBS-3. Ratkaisun kehittäminen aloitettiin jo 1970-luvulla ja KBS-3-ratkaisu raportoitiin vuonna 1983.

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tarkoituksena on Posivan omistajien ydinvoimalaitoksissa kertyneiden käytettyjen ydinpolttoaine-elementtien

- pakkaaminen (kapseloiminen) kallioperään tapahtuvan pysyvän sijoittamisen edellyttämään muotoon, sekä
- sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomen kallioperään.

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitos muodostuu kahdesta osasta (Kuva 3-1):

- maanpäällisestä kapselointilaitoksesta, jossa Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilta toimitettava käytetty ydinpolttoaine otetaan vastaan, ja jossa se pakataan loppusijoituskapseleihin, sekä
- maanalaisesta loppusijoituslaitoksesta, johon kapseloitu käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan.



Kuva 3-1. *3D-kuva maan päältä/alta Posivan laitosalueelta (Saanio ym. 2012).*

Maan päällä sijaitsevat varsinaisen kapselointilaitoksen lisäksi tilat apu- ja oheistoimintoja varten, kuten kuilurakennukset, konttori- ja laboratoriotilat, varasto- ja korjaamotilat sekä LVIAS-järjestelmien vaatimat tilat. Louheen ja murskeen varastoinnille varataan oma alueensa. Kapselointilaitoksen yhteyteen rakennetaan puskuribentoniittilohkojen välivarasto. Bentoniittilohkot puristetaan bentoniittijauheesta ja lohkot toimivat loppusijoitusreikien eristemateriaalina. Maanpinnalta alas loppusijoitustiloihin johtaa yksi ajotunneli ja tarvittava määrä pystykuiluja, esimerkiksi ilmanvaihto-, henkilö- ja kapselikuilut. Loppusijoituskapselit siirretään kapselihissillä loppusijoitustilaan. Laitosalueen rakennusala eli rakennusten, teiden, varastojen ja kenttien pohja-ala on yhteensä noin 20 hehtaaria (Kuva 3-2).

Kuva 3-2. *Loppusijoitustilan maanpäällinen laitosalue.*

Maanalainen loppusijoituslaitos jakautuu kahteen osaan:

- loppusijoitustilat, joihin käytettyä ydinpolttoainetta sisältävät kapselit sijoitetaan, sekä
- muut maanalaiset tilat, joita ovat muun muassa sijoitustunneleita yhdistävät keskustunnelit, tekniset tilat ja pystykuilut.

3.2 Suunnittelutilanne

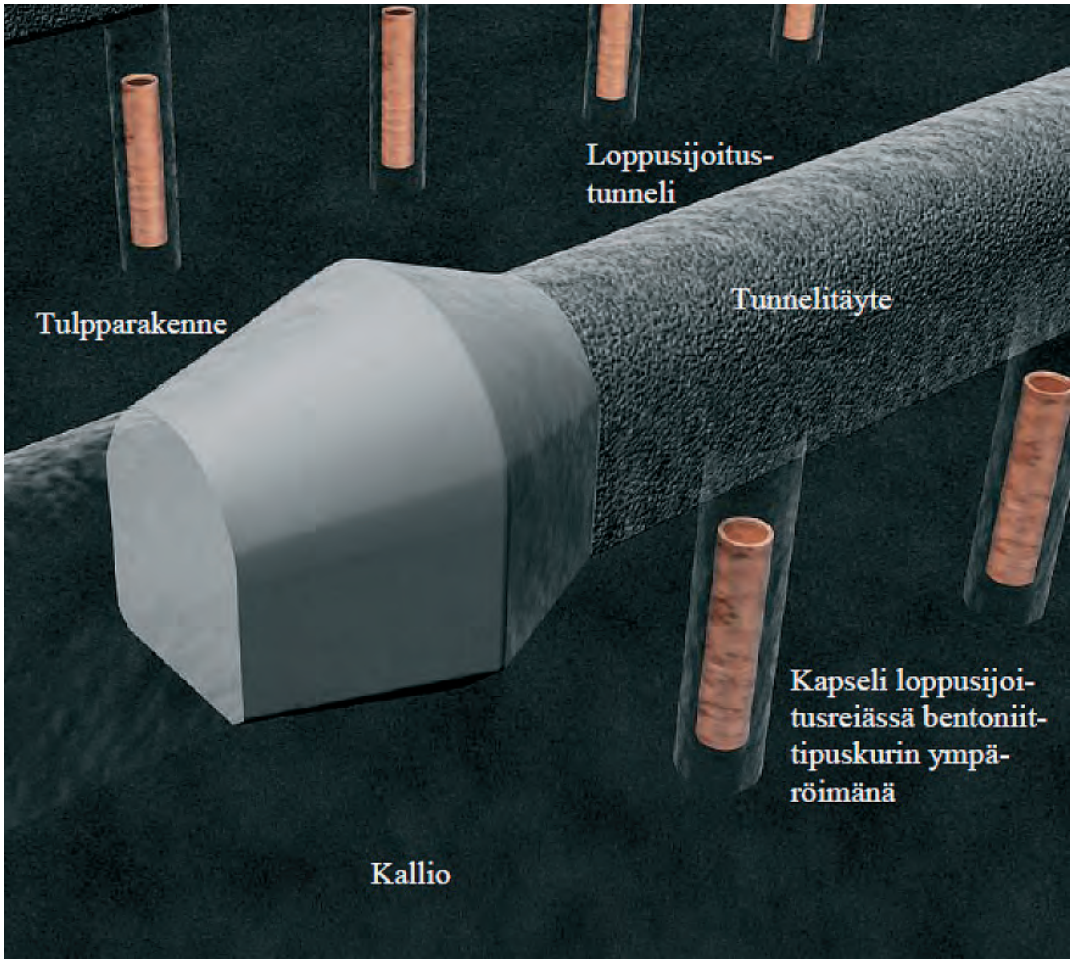
Loppusijoitusratkaisun kehittäminen Suomessa aloitettiin 1980-luvun alussa pian ydinvoimaloiden käyttöönoton jälkeen. Työtä on viety eteenpäin vaiheittain vuonna 1983 päätetyn ohjelman mukaisesti. Vuosina 1983–1999 tehtiin sijoituspaikkatutkimuksia ja vuonna 1999 loppusijoituspaikaksi valittiin neljän paikkaehdokkaan joukosta Eurajoen Olkiluoto.

Vuosien 2000–2012 välinen ajanjakso on ollut Olkiluotoon keskittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta. Ajanjaksoa leimaa ONKALOksi nimetyn maanalaisen tutkimustilan rakentaminen ja siellä tehdyt maanalaiset tutkimukset. Maan alla tehtävillä tutkimuksilla on hankittu tarvittava tietämys rakentamisluvan hakemiseksi. Tutkimusten yhteydessä on selvitetty kallioperän kalliomekaanisia, termisiä ja hydrologisia ominaisuuksia sekä tutkittu louhintavauriovyöhykettä. Tietoa on käytetty loppusijoitusreikien sijoittelun suunnittelussa. Maanpäältä tehtäviä tutkimuksia jatketaan maanalaisen tutkimustoiminnan ohella.

Vuosien 2013–2020 aikana tehdään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat. Mikäli valtioneuvosto myöntää rakentamisluvan, rakennetaan ennen loppusijoituksen aloittamista laitosten vaatimat maanpäälliset rakennukset ja tulevan toiminnan kannalta olennaiset maanalaiset aputilat sekä ensimmäiset loppusijoitustilat. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttölupahakemus on tarkoitus jättää valtioneuvostolle niin, että valmius loppusijoittamiseen olisi olemassa noin vuonna 2020.

3.3 Loppusijoituksen suunnitteluperiaatteet

Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuskonsepti perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan toisiaan varmistavaan vapautumisesteeseen siten, että yhden vapautumisesteen toimintakyvyn vajavaisuus ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta. Tekniset vapautumisesteet käsittävät kapselit, niitä ympäröivän savipuskurin, joka suojaa kapseleita kallioperän liikunnoilta ja pohjaveden sisältämiltä, mahdollisesti haitallisilta aineilta, ja loppusijoitustunnelien täyteaineen, joka tukee sekä puskuria että kalliota. Puskuri ja loppusijoitustunnelien täyttö rajoittavat lisäksi pohjaveden virtausta kapselin ympäristössä. Vapautumisesteisiin kuuluu myös muita komponentteja, kuten muiden tilojen täytöt, loppusijoitustunnelien, keskustunnelien, kuilujen, ajotunnelien ja tutkimusreikien tulpat ja sulut. Ne on suunniteltu yhteensopiviksi kapselin, puskurin, loppusijoitustunnelien täyteaineen ja kallioperän kanssa sekä tukemaan näiden turvallisuustoimintoja. *(Saanio et al., 2012)* Lähinnä käytettyä ydinpolttoainetta oleva vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan ehjään kallioperään porattuun pystyreikään. Tätä kutsutaan KBS-3V-ratkaisuksi. Toisiaan varmistavien vapautumisesteiden lisäksi radionuklidien vapautumista hidastaa merkittävästi myös käytetyn ydinpolttoaineen rakenne; syvällä kalliossa vallitsevissa oloissa uraanin liukeneminen veteen on hyvin hidasta. Loppusijoituksen moniesteperiaate on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3-3).



Kuva 3-3. *Loppusijoituksen moniesteperiaate. Eri vapautumisesteet varmistavat toisiaan. Loppusijoituskapseli on sijoitettu tunnelin lattiaan porattuun pystyreikään, joka on vuorattu bentoniittipuskurilohkoilla. Tunneli täytetään lopuksi täytemateriaalilla ja tunnelin suulle valetaan teräsbetonitulpparakenne.*

Kaasu- ja vesitiivis kapseli eristää käytetyn ydinpolttoaineen ja sen sisältämät radioaktiiviset aineet sisäänsä (”containment”). Loppusijoituskapselit ovat massiivisia metallisäiliöitä, joiden sisäosa on pallografiittivalurautaa ja ulkokuori kuparia. Polttoaine-elementit pakataan kapselin sisäosaan. Kapselin sisätila täytetään inertillä kaasulla, argonilla, jotta kosteuden ja säteilyn aiheuttama kapselin sisäpuolinen korroosio hidastuu ja jää mahdollisimman vähäiseksi. Kuparikapselin kansi ja vaippa suljetaan tiiviisti. Näin varmistetaan radionuklidien pitkäaikainen eristäminen ympäristöstään.

Yksittäiset kuparikapselit asennetaan ehjään kallioperään louhittujen loppusijoitustunnelien lattiaan porattuihin pystyreikiin 400–450 metrin syvyyteen maanpinnasta. Puskurimateriaalina käytetään lohkoiksi puristettua bentoniittisavea. Loppusijoitustiloissa bentoniitin käyttö perustuu sen alhaiseen vedenjohtavuuteen ja sen kykyyn paisua, kun se joutuu kosketuksiin veden kanssa. Loppusijoitustunnelit täytetään Friedland-savilohkoilla kapselien ja puskurimateriaalin asennuksen jälkeen. Loppusijoitustunneleita yhdistävät keskustunnelit suljetaan vaiheittain loppusijoituksen edetessä. Tekniset tilat ja maanpintayhteydet kuten ajotunneli ja kuilut täytetään loppusijoitustoiminnan päätteeksi.

Kallio eristää loppusijoitetun polttoaineen elollisesta ympäristöstä. Se suojaa kapseleita ulkoisilta vaikutuksilta, luo mekaanisesti ja kemiallisesti vakaat olot loppusijoitustilaan sekä rajoittaa loppusijoituskapselien kanssa kosketuksiin pääsevän pohjaveden määrää. Tutkimustulokset osoittavat, että satojen metrien syvyydessä kalliossa pohjavesi on käytännössä hapetonta ja sen virtaus on vähäistä, minkä vuoksi sen syövyttävä vaikutus niin kapseleihin kuin käytettyyn ydinpolttoaineeseenkin on hyvin pieni. Jos käytetty ydinpolttoaine joutuu kosketuksiin pohjaveden kanssa, siitä liukenevat aineet jäävät suurimmalta osaltaan säiliöitä ympäröivään bentoniittipuskuriin ja kallioperään. Lisäksi kallio pysäyttää tehokkaasti kapseleista lähtevän suoran säteilyn, sillä jo kahden metrin paksuinen kallio riittää vaimentamaan säteilyn luonnon taustasäteilyn tasolle.

3.4 Tutkimustoiminta ja laaditut selvitykset

Posivalla on runsaasti Olkiluodosta kertynyttä tutkimustietoa jo muutaman vuosikymmenen ajalta. Se käsittää tutkimustietoja muun muassa alueen kallioperästä, ympäristön vesistä, kasvillisuudesta, eläimistöstä ja sääolosuhteista. Tietoa laadituista selvityksistä löytyy Posivan internetsivuilta *(http://www.posiva.fi/tietopankki)*.

Loppusijoitusratkaisun tekninen suunnittelu perustuu ratkaisevasti tietoon syvällä kallioperässä vallitsevista oloista ja niiden muutoksista. Suomen kallioperän ominaisuuksia loppusijoituksen kannalta on tutkittu 1980-luvun alusta lähtien, aluksi yleisellä tasolla ja tutkimusmenetelmien kehittämiseksi. Myöhemmin, vuodesta 1986 lähtien, tutkimukset ovat tähdänneet suoranaisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen soveltuvan kallioperän ominaisuuksien selvittämiseen aluksi viidellä tutkimuspaikalla, myöhemmin neljällä paikalla, joiden joukosta vuonna 1999 loppusijoituspaikaksi valittiin Eurajoen Olkiluoto. Paikanvalinta vahvistettiin eduskunnan vuonna 2001 vahvistamassa valtioneuvoston periaatepäätöksessä.

Tutkimuksia on tehty pääosin maan pinnalta, mutta tutkimustila ONKALOn rakentamisen myötä tutkimuksia on tehty Olkiluodossa myös maan alla. Maanpäälliset paikkatutkimukset pitävät sisällään tutkimusreikien kairauksia, tutkimuskaivantoja sekä pohjavesi- ja ympäristötutkimuksia. ONKALO tarjoaa mahdollisuudet kallioperän tutkimiseen loppusijoitussyvyydellä. Kattava yhteenveto noin 20 vuoden aikana loppusijoituspaikasta kerätystä tiedosta on esitetty raportissa Olkiluoto Site Description 2011.

Loppusijoituspaikan ominaispiirteet häiriintyvät ONKALOn ja loppusijoitustilojen rakentamisen ja käytön seurauksena. Näiden häiriöiden ymmärtäminen on ensisijaisen tärkeää loppusijoituspaikan ja loppusijoitusjärjestelmän kehittymisen ja ympäristövaikutusten ymmärtämiseksi. Tuoreinta loppusijoituspaikkaa ja rakentamisen aiheuttamia vaikutuksia koskevaa aineistoa ja viimeisimpiä malleja on hyödynnetty useissa analyyseissä ja paikan kuvaukseen olennaisesti sisältyvissä ennuste-toteutuma -arvioinneissa.

Loppusijoitusratkaisun teknisiä ominaisuuksia sekä kallioympäristön vaikutuksia käytettyihin aineisiin ja rakenteisiin on tutkittu rinnan kallioperätutkimusten kanssa. Yhteenvetoja näistä tutkimuksista on julkaistu vuosina 2003, 2006, 2009 ja 2012 *(Posiva Oy 2003, 2006, 2009, 2012c, 2012d)*. Loppusijoituskapselin ja sitä ympäröivän bentoniitin ominaisuuksista ja käyttäytymisestä on ollut käytettävissä myös runsaasti Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n tuottamaa tutkimusaineistoa *(SKB 2011)*.

Bentoniitin ominaisuuksia on tutkittu 1970-luvulta lähtien ja sen käyttäytymisestä odotettavissa olevissa kallio-oloissa on saatu runsaasti kokeellista ja mallinnustietoa. Vaikka Posivan turvallisuuskonseptissa radionuklidit eristetään luonnosta ennen kaikkea kapselin avulla. Kapselin kestävyyden sekä mahdollisten vuotojen varalta kapselia ympäröivällä bentoniittipuskurilla on sekä pysty- että vaakasijoituksessa keskeinen turvallisuusmerkitys.

Loppusijoitusta koskevan tutkimuksen, kehitystyön ja teknisen suunnittelun yhteisenä tavoitteena on ratkaisu, jolla ydinjätteet eristetään niin, että minkäänlaisia terveyshaittoja ei tulevaisuudessa ole odotettavissa. Huomattava osa tutkimuksesta on kuitenkin kohdistunut niiden tilanteiden syiden ja seurausten selvittämiseen, joissa eristys ei toimi odotusten mukaisesti. Kyseisissä tutkimuksissa kohteena ovat olleet erityisesti radioaktiivisten aineiden liukoisuus- ja kulkeutumisominaisuudet bentoniitti- ja kallioympäristössä sekä niistä aiheutuva säteilyaltistus. Mahdollisten päästöjen merkitystä on arvioitu niin sanotuin turvallisuusanalyysein, joita on tehty jo useita vuodesta 1982 lähtien. Alustavaan turvallisuusarvioon liitettävä turvallisuusperustelu, TURVA-2012 esitetään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen yhteydessä.

Myös sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia on tutkittu. Vuosina 1999 ja 2008 valmistuneissa YVA-selostuksissa esitettyjen seurantaohjelmien perusteella on tehty useita seurantatutkimuksia ja -selvityksiä. Tehtyjä selvityksiä ovat muun muassa suomalaisten energia-asenteita mittaava tutkimus *(Suomalaisten energia-asenteet 2011)*, KYT2010-ohjelman puitteissa Eurajoelle ja sen naapurikunnille tehdyt mielipidekyselytutkimukset *(Kari ym. 2010 & Litmanen ym. 2010)*, imagoselvitys *(Corporate Image Oy 2007)* ja taloudellisia vaikutuksia koskeva selvitys *(Laakso ym. 2007)*.

3.5 Käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärät

Nykyisistä Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosyksiköistä (Olkiluoto 1 ja 2, sekä Loviisa 1 ja 2) kertyvän käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärä on 4 000 uraanitonnia (tU), rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön 2 500 tU ja suunnitellun kuudennen ydinvoimalaitosyksikön (Olkiluoto 4) 2 500 tU. Loppusijoituslaitokseen sijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärä on siten enintään 9 000 tU.

Käytetyn ydinpolttoaineen kertymä riippuu yleisesti ottaen ydinvoimalaitosten tuottamasta energiamäärästä ja polttoaineen poistopalamasta eli

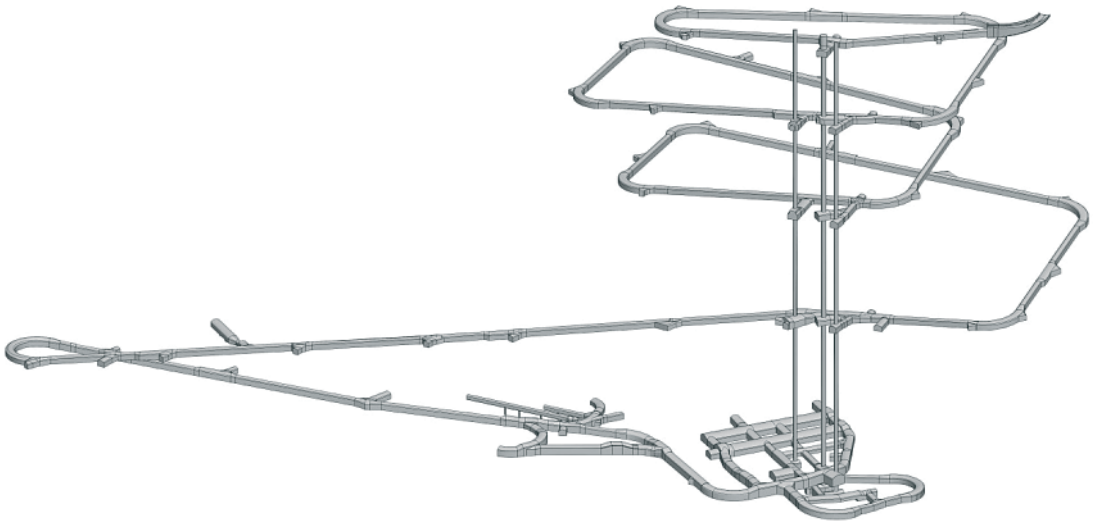
- laitosyksiköiden tehotasoista,
- käyttöajan pituudesta,
- käyttökertoimesta,
- polttoaineen ominaisuuksista.

3.6 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaus

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakenteen ja käyttötoiminnan kuvaus on esitetty rakentamislupahakemuksen yhteydessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavan Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen alustavan turvallisuusselosteen (PSAR) yleisen osan luvussa 2. Työraporteissa (Kukkola 2012 ja Saanio et al, . 2012) esitetään yhteenveto Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluaineistosta.

3.6.1 Varmentava tutkimusvaihe

Rakentamislupahakemusta edeltävää tutkimusvaihetta on kutsuttu varmentavien tutkimusten vaiheeksi. Vaiheen päätavoitteena on ollut hankkia kallioperästä tiedot loppusijoituspaikan ominaisuuksien varmistamista ja kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yksityiskohtaista suunnittelua varten. Tähän tarkoitukseen on Olkiluotoon rakennettu loppusijoitussyvyydelle ulottuva tutkimustila ONKALO (Kuva 3-4).



Kuva 3 4. *Maanalainen tutkimustila eli ONKALO koostuu ajotunnelista, siihen liitetyistä ilmanvaihto- ja hissikuiluista sekä tutkimus- ja aputiloista loppusijoitussyvyydellä.*

ONKALO käsittää spiraalinmuotoisen ajotunnelin, henkilö- ja ilmanvaihtokuilut, tutkimus-, testaus- ja demonstraatiotilat sekä teknisiä tiloja. ONKALO on suunniteltu ja se toteutetaan niin, että sitä on myöhemmin mahdollista käyttää osana loppusijoituslaitosta. ONKALOssa on käynnistetty loppusijoitussyvyydellä tutkimus radioaktiivisten aineiden pidättymisestä ehjän kallion mikroskooppiseen huokosverkostoon. Huhtikuusta 2011 lähtien loppusijoitussyvyydellä, 400–450 metrissä, on louhittu niin sanottuja demonstraatiotunneleita. Tälle syvyydelle on vuoden 2011 aikana louhittu valmiiksi yksi demonstraatiotunneli ja toinen tunneli on valmistunut vuoden 2012 alussa. Tunnelien rakentamisen yhteydessä demonstroidaan kallioperän soveltuvuuden arviointimenetelmää sekä loppusijoitustunnelien ja loppusijoitusreikien rakentamiseen liittyviä menetelmiä. Demonstraatiotunneleissa on porattu täyden mittakaavan testireikiä, joilla on testattu loppusijoitusreikien toteutustapaa ja kehitettyä poralaitetta. Vuonna 2012 ONKALOn ajotunnelin louhinta on valmis tekniselle tasolle 437 metrin syvyyteen. Teknisten tilojen sekä kuilujen rakentaminen on loppuvaiheessa. Louhinnan kuluessa tehtyjen kallioperätutkimusten tuloksia on hyödynnetty välittömästi louhinta- ja rakennustöissä. Suunnitelmia tarkennetaan kallioperästä karttuvan tiedon ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun myötä.

3.6.2 Rakentamisvaihe

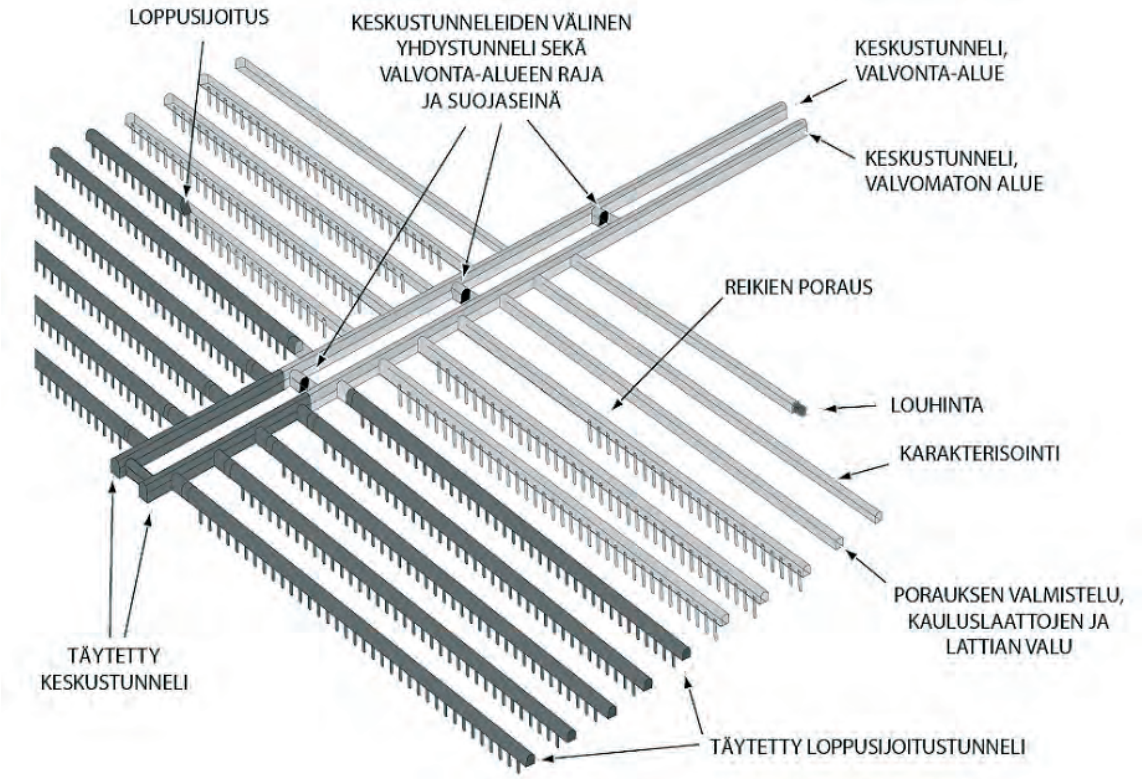
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu on edennyt suunnitellusti. ONKALOn ja myöhemmin myös kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötoimintaa palveleva IV-rakennus valmistui vuonna 2011. Sen järjestelmien avulla huolehditaan aikanaan myös loppusijoituslaitoksen ilmastoinnista. Ensimmäinen loppusijoitustoimintaan liittyvä laite, kapseleiden sijoitusreikien porakoneen prototyyppi, toimitettiin Posivalle vuonna 2011. Muidenkin tulevaisuudessa tarvittavien koneiden sekä kapselointilaitoksen ja sen laitteiden yksityiskohtainen suunnittelu on käynnissä.

Osa maanpäällisistä rakennuksista on rakennettu jo ONKALO-vaiheen aikana. Näitä ovat tutkimusrakennus, varastohalli, projektitoimisto, tunnelitekniikkarakennus, huolto- ja varastohalli, pesuhalli sekä tekniikkarakennus. Loput maanpäällisistä rakennuksista on tarkoitus rakentaa ennen loppusijoitustoiminnan aloittamista eli ennen vuotta 2020.

Maanalainen laitososa koostuu syvälle kallioon johtavista kulkureiteistä, siellä olevista tunneleista ja loppusijoitusrei'istä, joihin loppusijoituskapselit sijoitetaan, sekä tarvittavista maanalaisista aputiloista ja kulkuyhteyksistä. Maanpinnalta loppusijoitustilaan johtaa ajotunneli ja tarvittava määrä pystykuiluja ilmanvaihtoa, henkilöliikennöintiä ja kapseleiden siirtoa varten. Osa loppusijoitustilojen rakennusteknisistä töistä tehdään jo ONKALOn rakennusvaiheessa. ONKALO on suunniteltu siten, että se voi aikanaan toimia kulkureittinä loppusijoitustiloihin. ONKALOn tuloilma- ja poistoilmakuilut toimivat loppusijoitusvaiheessa koko loppusijoituslaitoksen tuloilmakuiluna ja valvonta-alueen poistoilmakuiluna ja tekniset tilat toimivat valvonta- ja valvomattoman alueen teknisinä tiloina. ONKALOn rakentamisessa käytettävät työmenetelmät ja materiaalit on valittu niin, että ne ovat hyväksyttäviä myös loppusijoitustilojen ja -toiminnan kannalta.

Loppusijoitustilojen asemointi maanalaisessa loppusijoituslaitoksessa perustuu tutkimuksen avulla tehtyyn kallioluokitteluun. Luvussa 8 on kuvattu, miten sijaintipaikan soveltuvuutta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen arvioidaan. Loppusijoitustunneleita ja teknisiä tiloja yhdistää keskustunneliverkosto. Suunnitelman mukaan vain pieni osa loppusijoitustunneleista louhitaan valmiiksi ennen loppusijoituksen alkamista. Sen jälkeen tunnelistoa laajennetaan jaksoittain rinnan loppusijoitustoiminnan kanssa. Kerrallaan auki oleva tunnelitilavuus halutaan minimoida, jotta avoimesta tilasta aiheutuvat vaikutukset (muun muassa vuotovedet, ilmanvaihdon tarve) pysyisivät mahdollisimman pieninä. Maanalaiset tilat jaetaan tilapäisin seinin erillisiin osastoihin siten, että loppusijoitustilojen louhinta ja muu rakentaminen ja itse loppusijoitus tapahtuvat toisistaan erillään ja riittävän etäällä toisistaan. Loppusijoitustunneleita louhitaan käyttövaiheen aikana vaiheittain noin 10–20 tunnelia kerrallaan. Louhittaessa keskus- ja loppusijoitustunneleita on louhintakohteen ja käytössä olevien sijoitustunnelien välille jätettävä riittävästi suojaetäisyyttä. Osa keskustunneleista myös täytetään ja suljetaan jo loppusijoitustilojen käyttövaiheen aikana. Kuvassa (Kuva 3-5) on esitetty esimerkki loppusijoitustunnelien vaiheittaisesta rakentamisesta.

Loppusijoitustunnelien louhimisessa suunnitellaan käytettäväksi varovaista poraus-räjäytystekniikkaa, jolla pyritään pitämään louhinnasta kallioon aiheutuvat vauriot mahdollisimman pieninä. Vaihtoehtoisesti tunnelien rakentamisessa voidaan käyttää niin sanottua täysporaustekniikkaa, jota käytetään myös loppusijoitusreikien porauksessa. Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevalle louheen läjitysalueelle. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoituslaitoksen sulkemiseen tai muuhun tarkoitukseen.



Kuva 3-5. *Loppusijoitustunnelien vaiheittainen rakentaminen.*

Vaakasijoitusratkaisussa vastaavia loppusijoitustunneleita ei tarvitse louhia, vaan ne porataan täysporausmenetelmällä. Näin syntynyt murskaantunut kiviaines kuljetetaan louheen tapaan maanpinnalle ja läjitetään. Ainesta ei tarvitse enää murskata, vaan sitä voidaan käyttää muihin käyttötarkoituksiin sellaisenaan.

Kuvassa (Kuva 3-6) on esitetty periaatekuva tämänhetkisen käsityksen mukaisista loppusijoitustiloista 9 000 tU loppusijoittamiseksi Olkiluotoon. Maanalaisen laitososan tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 tU, on noin 190 hehtaaria.

Kuva 3-6. *Luonnos maanalaisesta laitososasta. Vihreällä on merkitty loppusijoitustilat yhteensä 9 000 tU:n polttoainemäärälle. Kuvassa näkyvät myös tämänhetkisen tiedon mukaiset merkittävimmät sijoittelua rajoittavat kalliorakenteet (Saanio et al., 2012).*

3.6.3 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ja siirrot

Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen ja TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen välivarastoissa vähintään 40 vuoden ajan ennen loppusijoitusta. Välivarastoista käytetty ydinpolttoaine siirretään Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen erikoiskuljetuspakkauksissa.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukselle on Suomessa haettava Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupa. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön rakenteen, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä turvajärjestelyt ja onnettomuuksiin varautumisen.

Olkiluodon laitosten käytetyn ydinpolttoaineen siirrot

Käytetyn ydinpolttoaineen siirrot tehdään voimalaitosalueella tähän tarkoitukseen suunnitellussa vesi- tai kaasutäytteisessä kuljetuspakkauksessa. Samantyyppinen kuljetuspakkaus ja sen siirtoon suunniteltu siirtokalusto on jo nykyisin käytössä ydinpolttoaineen siirroissa voimalaitosyksiköiden reaktorirakennuksien ja käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston välillä.

Olkiluodon laitosten käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset kapselointilaitokselle ovat yksinkertaisemmat kuin Loviisasta tapahtuvat kuljetukset, koska kuljetettava matka on lyhyt eikä reittiin sisälly yleisiä teitä. Polttoainesiirroissa välivarastolta kapselointilaitokselle käytetään nykyisiä tieyhteyksiä Olkiluodon voimalaitosalueella sekä osittain uusia teitä kapselointi- ja loppusijoituslaitosalueella. Tiestöä suunniteltaessa otetaan huomioon käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaatima raskaan kuljetuksen reitti.

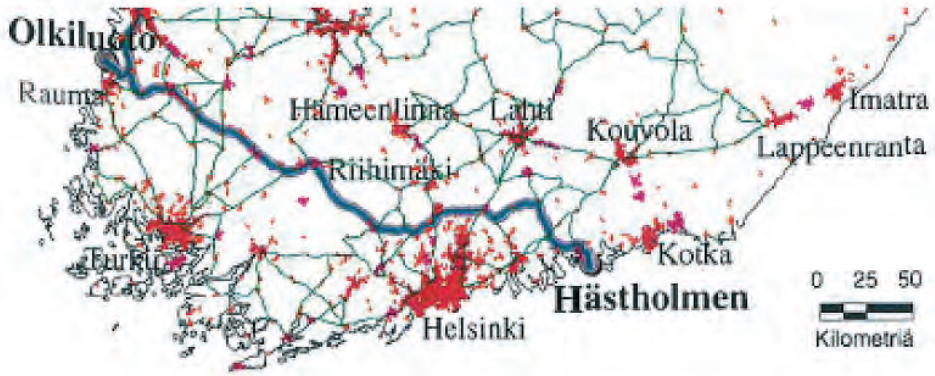
Kuljetukset Loviisasta Olkiluotoon
Vaihtoehtoisina käytetyn ydinpolttoaineen kuljetustapoina Loviisasta Olkiluotoon on tarkasteltu maantie-, rautatie- ja merikuljetusta sekä näiden yhdistelmiä. Juna- ja laivakuljetuksiin liittyy kuljetusajoneuvolla suoritettavat kuljetukset tai lyhyet siirrot Loviisassa sekä Olkiluodossa.

Polttoainekuljetusten määrä riippuu ydinpolttoaineen määrästä, ja kuljetuspakkauksen koosta ja kuljetustavasta. Jokaista kuljetusta varten laaditaan kuljetussuunnitelma, jossa esitetään miten kuljetusjärjestelyt toteutetaan kuljetuksia koskevien säännöstöjen sisältämien vaatimusten mukaisesti. Suunnitelmaan sisällytetään myös valmiussuunnitelma. Kuljetussuunnitelma tulee toimittaa Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi viimeistään kolme kuukautta ennen kuljetusta.

Maantiekuljetuksissa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkaus lastataan nosturilla erikoisajoneuvoyhdistelmään ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen varastoissa. Jokaista kuljetuspakkausta varten hankitaan oma teline, jonka päälle pakkaus voidaan laskea, kääntää vaakasuoraan ja kiinnittää. Telinettä voidaan käyttää myös kuljetuspakkauksen varastointiin. Kokoperävaunu mahtuu telineen alle ja kiinnityksen jälkeen telineen jalat nostetaan ylös kuljetuksen ajaksi. Pakkaus ja kuljetusalusta peitetään kuljetuksen ajaksi sääsuojalla. Kuljetukseen voidaan käyttää sellaista raskaskuljetuskalustoa, joka soveltuu 150–200 tonnin kuljetuksiin ja on tällaisia varten katsastettu. Kuljetus tapahtuu valvottuna kuljetuksena, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö, kuten poliisi ja STUKin valvoja.

Ensisijaisesti kuljetus pyritään toteuttamaan pääteitä pitkin, koska niiden kantavuus on hyvä eikä reitillä ole heikkoja siltoja tai matalia alikulkuja. Teknisesti parhaiten kuljetukseen soveltuu moottoritie, koska sen kantavuus on hyvä, vastaantulevaa liikennettä ei ole ja liittymiä on harvakseltaan. Maanteitse tapahtuvissa kuljetuksissa kaksi merkittävintä erityyppistä reittivaihtoehtoa olisivat rannikkoalueella kulkeva reitti (Kuva 3-7) tai sisämaan kautta kulkeva reitti (Kuva 3-8). Molemmissa maantiereittivaihtoehdoissa kuljetus lähtee Loviisan voimalaitokselta Atomitie–Saaristotietä (1583) pitkin Loviisan keskusta-aluetta kohti.

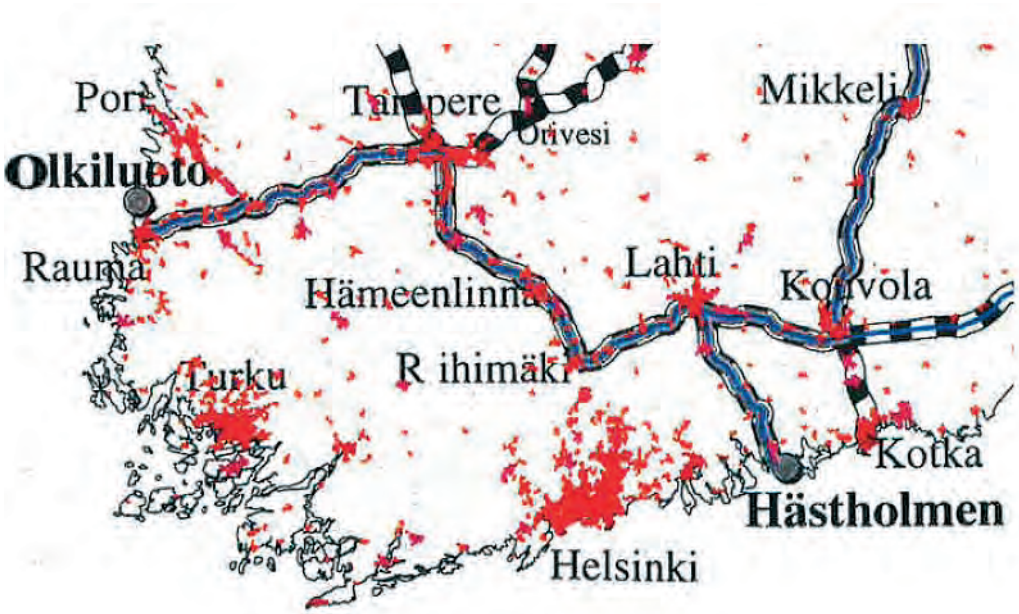
Kuva 3-7. *Rannikkoalueen kautta kulkeva reittivaihtoehto (reitin kokonaispituus noin 380 km) (Suolanen 2012).*



Kuva 3-8. *Sisämaan rettivaihtoehto (reitin kokonaispituus noin 352 km) (Suolanen 2012).*

Rautatiekuljetus Loviisan voimalaitokselta Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle koostuu maantiekuljetuksesta, siirtokuormauksesta junavaunuun, junakuljetuksesta, siirtokuormauksesta maantiekuljetusvälineeseen ja maantiekuljetuksesta kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Maantiekuljetukseen, siirtokuormaukseen ja junakuljetukseen käytettävien kalustojen tulee olla keskenään yhteensopivia. Siirtokuormaus tapahtuu nosturilla.

Maantiekuljetus Loviisan voimalaitokselta siirtokuormauspaikalle (esimerkiksi Valkon satama) toteutettaisiin reittiä Atomitie–Saaristotie–Helsingintie–Valkontie. Matkan pituus on 20 kilometriä. Rautatiekuljetus toteutettaisiin reittiä Valko–Lahti–Riihimäki–Tampere–Rauma. Maantiekuljetus siirtokuormauspaikalta kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle toteutettaisiin reittiä Rauma–valtatie 8–Olkiluodontie (22 kilometriä) (Kuva 3-9).

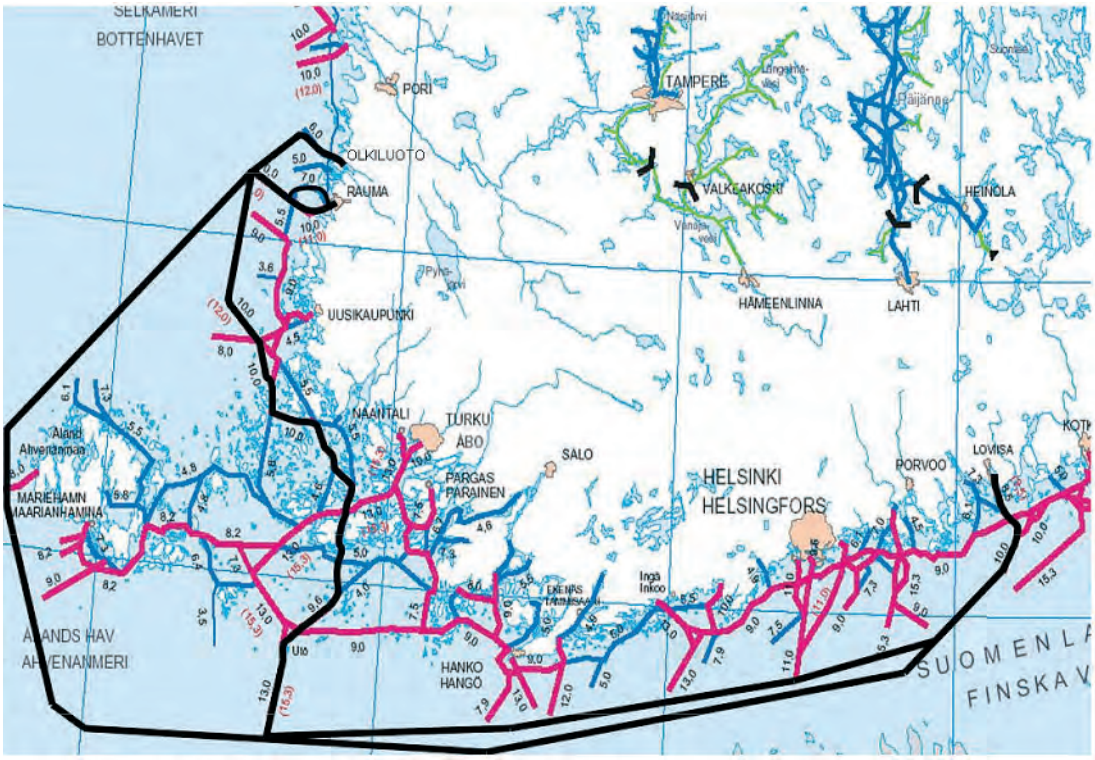


Kuva 3-9. *Rautatiekuljetuksen reittivaihtoehto (Suolanen 2012).*

Ennen kuljetuksia tulee varmistaa rataverkon kunto. Sen tulee kestää noin 200 tonnin painoisten vaunujen kuljetukset. Junakuljetus tulee lisäksi ajoittaa yöaikaan, jotta se haittaa mahdollisimman vähän muuta rautatieliikennettä.

Merikuljetuksissa kuljetusmatkat pyritään suunnittelemaan mahdollisimman lyhyiksi. Loviisan laitospaikalle on suunnitteilla tarkoitukseen sopiva satama. Myös Olkiluodossa pyritään käyttämään laitosalueella tai sen läheisyydessä olevaa satamaa, jolloin laivan lastausta ja purkua ei tarvitse tehdä yleisillä teillä.

Merikuljetusreittiin on useita vaihtoehtoja (Kuva 3-10). Lopullinen reitinvalinta tehdään kuljetussuunnitelman mukaisesti. Merikuljetusvaihtoehdon reitti muodostuu liityntäliikenteen takia eri kuljetusmuotojen yhdistelmästä (maantie–meri–maantie).



Kuva 3-10. *Laivareittivaihtoehdot Saaristomeren tai Ahvenanmeren kautta (Koskivirta 2012).*

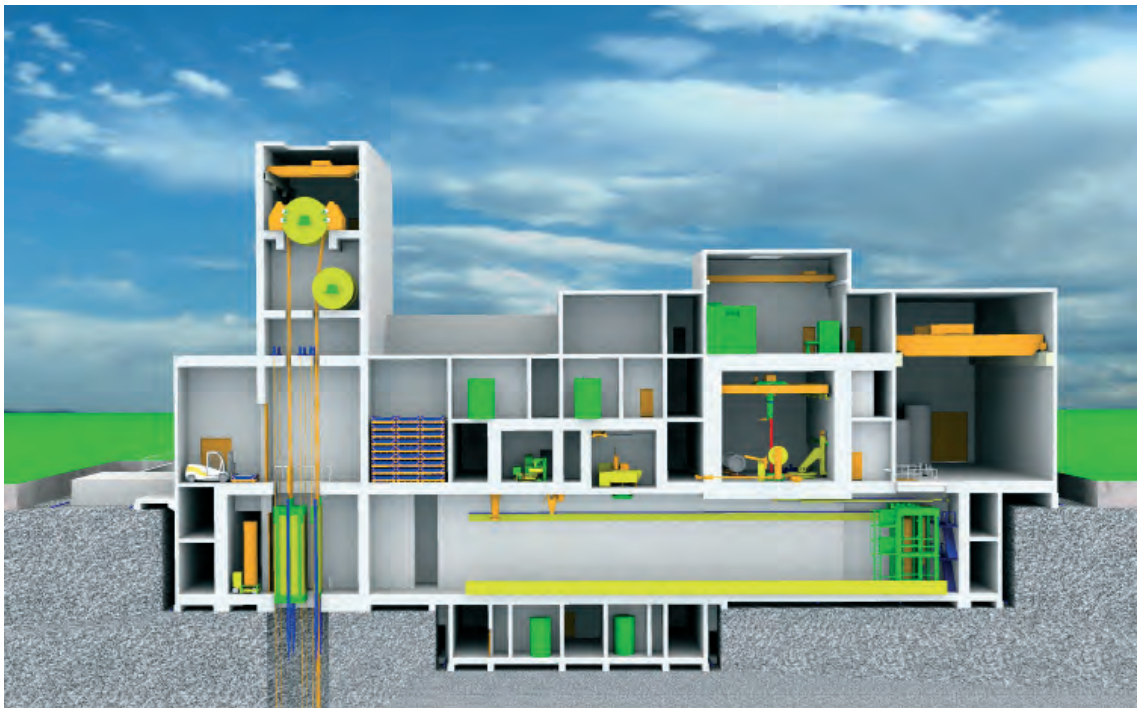
Merikuljetus on toteutettavissa Ruotsin ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollosta vastaavan SKB:n omistamien M/S Sigyn tai M/S Sigrid -tyyppisillä aluksilla, jotka on suunniteltu ydinjätekuljetuksia varten.

Lastausta varten tarvitaan toimintaan sopiva satama ja siirtoajoneuvo, jolla kuljetuspakkaukset siirretään yhdessä kuljetustelineen kanssa voimalaitokselta laivaan ja laivasta Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Siirtoajoneuvo on periaatteessa samanlainen kuin maantiekuljetuskalusto. Kun kuljetuspakkaus telineineen on siirretty laivaan, teline irrotetaan siirtoajoneuvosta ja kiinnitetään laivan kanteen. Siirtoajoneuvon on tarkoitus kulkea laivan mukana. *(Koskivirta 2012.)*

3.6.4 Käyttövaihe

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely kapselointilaitoksessa
Posivan laitoskokonaisuuden tärkein maanpäällinen rakennus on kapselointilaitos. Kapselointilaitoksen tärkeimmät osat ovat ydinpolttoaineen vastaanottotila, käsittelykammio ydinpolttoaineen kapselointiin, hitsausasema kapselin kannen sulkemiseen, hitsin tarkastusasema, polttoaineen kuljetussäiliön ja kapselien siirtokäytävät, paikallisohjaamo, kapselihissi sekä kapselointilaitoksen toimintaan liittyvät järjestelmät. Kapselointilaitoksen toimintoihin kuuluvat kuljetuspakkausten vastaanotto, ydinpolttoaineen kapselointi, kannen kiinnittäminen kapseliin hitsaamalla ja hitsisauman tarkastus. Polttoaineen käsittelykammiossa varaudutaan suorittamaan ydinmateriaalivalvonnan tarpeisiin polttoaine-elementtien verifiointimittauksia ennen kapselointia.

Kapselointilaitoksesta on suora yhteys alapuolella olevaan loppusijoituslaitokseen kapselihissin välityksellä. Kapselointilaitoksen pituusleikkaus on esitetty kuvassa (Kuva 3-11).



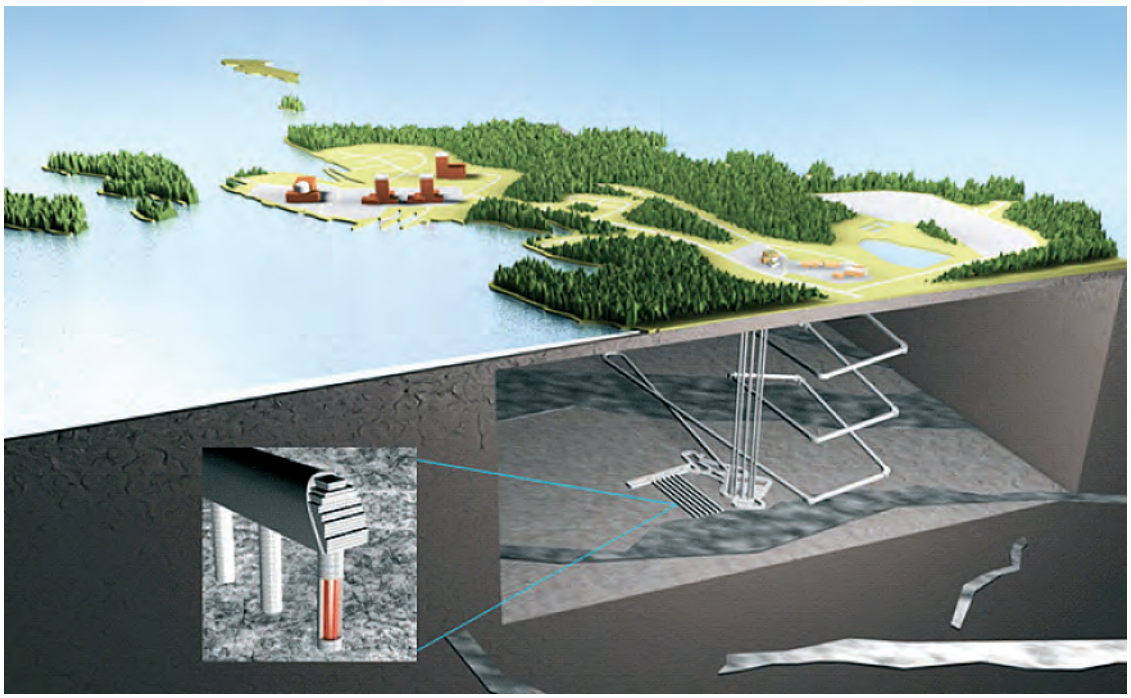
Kuva 3-11. *Pituussuuntainen leikkauskuva kapselointilaitoksesta. Oikealla on uusien kapselien vastaanotto- ja varastotila. Siitä vasemmalle päin sijoittuu polttoaineen käsittelykammio, kuparikannen hitsausasema, hitsin tarkastusasema, kapselin pinnan puhdistuspaikka ja bentoniittipuskurin välivarasto.*

Kapselointilaitos suunnitellaan siten, että siellä pystytään käsittelemään Posivan omistajien nykyisten, rakenteilla sekä suunnitteilla olevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine. Kuljetusajoneuvo ajetaan vastaanottotilaan, kuljetuspakkauksesta poistetaan iskunvaimentimet, kuljetuspakkaus nostetaan pystyasentoon ja siirretään joko vastaanottotilan varastointipaikalle tai kuljetuspakkauksen siirtokäytävään. Kuljetuspakkauksen ulompi suojakansi poistetaan, ylipaineen annetaan purkautua ja kuljetuspakkauksen kaasutilasta otetaan näyte. Kuljetuspakkaus telakoidaan käsittelykammioon ja käsittelykammion suojakansi avataan. Sen jälkeen kuljetuspakkauksen säteilysuojakansi nostetaan käsittelykammioon. Polttoaine-elementit siirretään kuljetuspakkauksesta polttoaineen kuivausasemaan. Polttoaineen kuivausjärjestelmän avulla poistetaan polttoaine-elementteihin välivarastoinnin ja kuljetuksen aikana jäänyt kosteus ennen polttoaine-elementtien sijoittamista loppusijoituskapseliin.

Kuivauksen jälkeen polttoaine-elementit siirretään yksitellen loppusijoituskapseliin. Kapselin sisäosan ilma vaihdetaan suojakaasuun kaasunvaihtokuvun avulla, sisäosan kansi ruuvataan kiinni ja sen tiiveys tarkastetaan. Sisäkannen kiinnittämisen jälkeen käsittelykammion erotuskansi asetetaan paikoilleen ja loppusijoituskapseli irrotetaan käsittelykammion telakoinnista. Kuparikansi nostetaan hitsauskammioon ja loppusijoituskapseli siirretään hitsauskammion kohdalle. Kapseli telakoidaan hitsausaseman tyhjiökammioon, jossa kuparikansi asennetaan paikoilleen ja hitsataan kiinni elektronisuihkuhitsauslaitteella. Ensimmäiset hitsipinnan tarkastukset tehdään jo hitsauksen aikana visuaalisesti. Kapselin hitsi koneistetaan ja laatu tarkastetaan visuaalisen tarkastuksen lisäksi ultra-

ääni-, röntgen- ja pyörrevirtalaitteilla tarkastusasemassa. Tarkastuksen jälkeen kapseli voidaan siirtää joko puskurivarastoon tai suoraan loppusijoituslaitokseen kapselihissillä.

Kapseleiden sijoitus kallioperään
Nykyisten suunnitelmien mukaan loppusijoitustila sijoittuu yhteen kerrokseen noin 400–450 metrin syvyyteen maanpinnasta. Loppusijoitustilojen suunnitelmat perustuvat kapselien pystysijoitusratkaisuun (KBS-3V). Sen ohella kyseeseen voi tulla vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H), missä kapselit asennetaan vaakatasoon porattuihin tunneleihin. KBS-3V ratkaisu on esitetty kuvassa (Kuva 3-12).



Kuva 3-12. *Havainnekuva KBS-3V-loppusijoitusratkaisusta.*

Pystysijoitusratkaisussa loppusijoitustunnelien lattiaan porataan pystysuorat loppusijoitusreiät, joihin tiiviit ja korroosiota kestävät kapselit sijoitetaan. Kapselin ja kallion väliin jäävä tila täytetään bentoniittilohkoilla. Kapseleita ympäröivät näin ollen kauttaaltaan bentoniittilohkot, jotka paisuvat voimakkaasti vettymisen seurauksena. Loppusijoitustunnelit täytetään loppusijoituksen (kapselin ja puskurimateriaalin asennuksen) jälkeen. Vastaavasti keskustunneleita täytetään sitä mukaa kun yhteyttä loppusijoitustunneleihin ei enää tarvita.

Tilojen täyttämisen pääasiallinen tarkoitus on palauttaa loppusijoitusolosuhteet mahdollisimman lähelle luonnontilaa esimerkiksi estämällä tunnelien ja kuilujen muuttuminen pohjaveden päävirtausreiteiksi. Loppusijoitustunnelien täyttämisen tarkoituksena on lisäksi pitää puskurimateriaali paikallaan kapselin ympärillä ja säilyttää tunnelien mekaaninen vakaus.

3.6.5 Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun ydinpolttoaineen palautettavuus

Loppusijoitustoiminnassa syntyy ydinjätteitä eli ydinlaitoksen radioaktiivisia jätteitä vain käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksessa. Radioaktiivisia jätteitä muodostuu, kun ydinpolttoaineesta irronneet radioaktiiviset aineet kontaminoivat laitoksen rakenteita ja laitteita. Normaalikäytössä radioaktiivista jätettä syntyy vain käsittelykammiossa, kä-

sittelykammion korjaamon dekontaminointikeskuksessa, kammion ilmastoinnin suodattimissa sekä kuljetuspakkauksen siirtokäytävässä, mikäli kuljetuspakkauksen pinta on kontaminoitunut.

Periaatteena on, että radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan sitä mukaa kun niitä syntyy. Kaikki keskiaktiiviset jätteet loppusijoitetaan kiinteytettyinä. Nestemäiset radioaktiiviset jätteet kiinteytetään ennen loppusijoitusta. Kaikki polttoaine-elementeistä mahdollisesti irtoavat korkea-aktiiviset jätteet pyritään sijoittamaan loppusijoituskapseleiden sisälle ja loppusijoittamaan ne kapseleissa yhdessä käytetyn ydinpolttoaineen kanssa.

Loppusijoitustunnelit suljetaan loppusijoitustoiminnan aikana sitä mukaa kun kapseleita loppusijoitetaan. Kun kaikki käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu ja kapselointilaitos purettu, muut tunnelit ja maanalaiset tilat täytetään täyteaineella ja maanpinnalle johtavat yhteydet suljetaan. Kun ydinjätehuoltovelvollinen on hyväksytysti sulkenut loppusijoitustilat ja suorittanut valtiolle maksun ydinjätteiden tulevasta tarkkailusta ja valvonnasta, siirtyy jätteiden omistusoikeus ja vastuu jätteistä valtiolle. Loppusijoitus on ydinenergialain mukaan kokonaisuudessaan toteutettava siten, ettei jälkivalvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

Kallioon loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen maanpinnalle on kuitenkin mahdollista, mikäli käytettävissä on riittävät tekniset ja taloudelliset resurssit. Palautettavuus tarjoaa tuleville sukupolville mahdollisuuden arvioida ratkaisua oman aikansa tietämyksen valossa. Palauttamisessa käytetään samoja tavanomaisia työtekniikoita ja menetelmiä kuin loppusijoitustilaa louhittaessa ja rakennettaessa. Kapselien palauttaminen loppusijoitustilasta maanpinnalle on mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa eli ennen loppusijoitusreiän sulkemista, loppusijoitusreiän sulkemisen jälkeen ennen loppusijoitustunnelin sulkemista, loppusijoitustunnelin sulkemisen jälkeen ennen kaikkien tilojen sulkemista ja kaikkien tilojen sulkemisen jälkeen.

4 Ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva lainsäädäntö ja ohjeet

Suomen ydinjätehuoltoa ohjaavat vuonna 1988 voimaan astuneet ydinenergialaki *(YEL 990/1987)* ja ydinenergia-asetus *(YEA 161/1988)*, joissa määritellään muun muassa ydinenergian tuottajan velvollisuudet, ydinjätehuollon toteuttaminen, lupakäsittelyt ja valvontaoikeudet.

Vuonna 1994 ydinenergialakia muutettiin niin, että kaikki Suomessa syntyvä ydinjäte on loppusijoitettava Suomeen. Ydinenergialaki kieltää myös ydinjätteen tuonnin Suomeen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskee erityisesti valtioneuvoston asetus (736/2008) ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta. Asetusta sovelletaan ydinlaitoksesta peräisin olevaan käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen loppusijoittamiseen kallioperään rakennettaviin tiloihin sekä muuhun radioaktiiviseen jätteeseen, joka sijoitetaan loppusijoitustilaan. Asetuksella säädetään ydinjätelaitoksen käytöstä sekä käytön suunnittelusta ja asetetaan muun muassa säteilyannosrajat laitoksen normaalikäytölle sekä häiriö- ja onnettomuustilanteille.

STUKin antamissa ydinvoimalaitosohjeissa (YVL-ohjeissa) esitetään yksityiskohtaiset ydinlaitosten turvallisuutta koskevat määräykset. Luvanhaltioiden tulee noudattaa YVL-ohjeita, paitsi jos ne esittävät STUKille muun hyväksyttävän menettelytavan tai ratkaisun. Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskee erityisesti ohje ydinjätteiden loppusijoituksesta YVL D.5 (luonnos).

5 Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat, ilmoitukset ja päätökset

5.1 Kaavoitus

Haettaessa valtioneuvoston rakentamislupaa kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle tulee niiden rakentamisalueella olla voimassaoleva asemakaava. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista varten alueelle laadittu asemakaava sai lainvoiman vuonna 2011. Kaavoitusta on kuvattu hakemuksen liitteessä 3.

5.2 Ympäristövaikutusten arviointi ja kansainvälinen kuuleminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain *(468/1994)* ja asetuksen *(713/2006)* mukaan laitoksilta, jotka on suunniteltu radioaktiivisen jätteen loppusijoittamiseen, edellytetään ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. Ydinenergialain mukaan ympäristövaikutusten arviointiselostus tulee liittää ydinlaitoksen rakentamista koskevaan periaatepäätöshakemukseen.

Valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista on sovittu niin sanotussa Espoon sopimuksessa (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context). Suomi ratifioi tämän YK:n Euroopan talouskomission yleissopimuksen vuonna 1995. Sopimus astui voimaan vuonna 1997. Sopimuksen osapuolella on oikeus osallistua Suomessa tehtävään ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli arvioitavan hankkeen haitalliset ympäristövaikutukset todennäköisesti kohdistuvat kyseiseen valtioon. Vastaavasti Suomella on oikeus osallistua toisen valtion alueella sijaitsevan hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli hankkeen vaikutukset todennäköisesti kohdistuvat Suomeen.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen YVA-menettely toimeenpantiin vuosina 1998–1999. Posiva päivitti tällöin tehdyn YVA-selostuksen tiedot vuoden 2008 alkupuoliskolla ajantasaisiksi. Posiva suoritti vuosien 2008–2009 aikana myös kokonaan uuden YVA-menettelyn. YVA-menettelyssä tarkasteltiin loppusijoituslaitoksen laajennusta niin, että laitokseen sijoitettaisiin yhteensä 12 000 tU aiemmin suunnitellun 9 000 tU sijaan. YVA-menettelyihin sisältyi myös Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuulemismenettely.

5.3 Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat

5.3.1 Periaatepäätös

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos on ydinenergialaissa tarkoitettu yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos, jonka rakentaminen edellyttää valtioneuvoston hankekohtaista periaatepäätöstä siitä, että laitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Periaatepäätöstä haetaan valtioneuvostolle osoitetulla hakemuksella. Periaatepäätöshakemuksen käsittely ei perustu yksinomaan hakijan toimittamaan aineistoon, vaan viranomaiset hankkivat sekä ydinenergia-asetuksessa määriteltyjä että muita tarpeellisiksi katsomiaan selvityksiä, joissa hanketta tarkastellaan yleisemmistä lähtökohdista.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) pyytää periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten lausunnon suunnitellun laitoksen sijaintikunnan kunnanvaltuustolta ja naapurikunnilta sekä ympäristöministeriöltä ja ydinenergia-asetuksessa mainituilta muilta viranomaisilta. Lisäksi ministeriön on hankittava STUKin alustava turvallisuusarvio hankkeesta.

Hakijan on ennen periaatepäätöksen tekemistä julkistettava TEMin ohjeiden mukaan laadittu ja sen tarkastama yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, laitoksen arvioiduista

ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta siten, että selvitys on yleisesti saatavilla. YVA-selostus on liitettävä periaatepäätöshakemukseen.

TEMin on varattava ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuus esittää mielipiteensä hankkeesta ennen periaatepäätöksen tekemistä. Lisäksi ministeriön on järjestettävä laitoksen suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla julkinen tilaisuus, jossa hankkeesta voidaan esittää mielipiteitä. Mielipiteet on saatettava valtioneuvoston tietoon.

Periaatepäätöksen myöntämistä harkitaan valtioneuvostossa ydinenergialain 14 §:n mukaisesti. Suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunnan puolto hankkeelle on välttämätön edellytys myönteiselle periaatepäätökselle. Valtioneuvosto kiinnittää harkinnassaan erityisesti huomiota:

- ydinlaitoshankkeen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta,
- ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan soveltuvuuteen ja ydinlaitoksen ympäristövaikutuksiin,
- ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen.

Valtioneuvoston tekemä periaatepäätös annetaan eduskunnan tarkastettavaksi. Eduskunta voi joko kumota periaatepäätöksen tai jättää sen voimaan, mutta ei muuttaa sen sisältöä.

Ennen periaatepäätöksen voimaantuloa luvanhakija ei saa tehdä laitoksen rakentamiseen liittyviä taloudellisesti merkittäviä hankintasopimuksia.

Valtioneuvosto teki joulukuussa 2000 loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevan periaatepäätöksen. Tämä periaatepäätös koskee laitosyksiköiden Loviisa l ja 2 sekä Olkiluoto 1 ja 2 toiminnassa syntyvää käytettyä ydinpolttoainetta, jonka kokonaismäärä on enintään noin 4 000 tU. Valtioneuvosto teki tammikuussa 2002 erillisen periaatepäätöksen, jonka mukaan loppusijoituslaitos voidaan rakentaa laajennettuna niin, että sinne voidaan loppusijoittaa myös uuden Olkiluoto 3 -yksikön käytetty ydinpolttoaine, mikä tarkoittaa enintään 2 500 tU. Lisäksi valtioneuvosto teki toukokuussa 2010 erillisen periaatepäätöksen loppusijoituslaitoksen laajentamisesta Olkiluoto 4 -yksikköä varten, mikä tarkoittaa enintään 2 500 tU.

Laajennettuun loppusijoituslaitokseen sijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärä on siten enintään 9 000 tU. Eduskunta on vahvistanut kaikki edellä mainitut periaatepäätökset. Ne ovat voimassa 19.5.2016 asti.

5.3.2 Rakentamislupa

Valtioneuvoston periaatepäätöstä seuraa varsinainen lupamenettely. Luvan ydinlaitoksen rakentamiseen ja käyttämiseen myöntää valtioneuvosto. Lupa voidaan myöntää, mikäli ydinlaitoksen rakentaminen on eduskunnan voimaan jättämässä periaatepäätöksessä katsottu yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi ja mikäli ydinenergialain 19 §:ssä säädetyt edellytykset ydinlaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle täyttyvät.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupakäsittelyä varten hakijan on toimitettava viranomaisille useita ydinenergialain ja -asetuksen mukaisia laitoksen turvallisuuden osoittavia selvityksiä. Tällaisia ovat esimerkiksi selvitys ydinlaitoksessa varastoitavien ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä, selvitys ydinlaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi.

Posiva jättää kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle vuoden 2012 lopussa.

5.3.3 Käyttölupa

Ydinlaitoksen käyttäminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää käyttölupaa. Lupa ydinlaitoksen käyttämiseen voidaan myöntää sitten, kun lupa sen rakentamiseen on myönnetty edellyttäen, että ydinenergialain 20 §:ssä luetellut edellytykset täyttyvät. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa:

- ydinlaitoksen käyttö on järjestetty siten, että työsuojelu, väestön turvallisuus ja ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon,
- hakijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset,
- hakijalla on käytettävissään tarpeellinen asiantuntemus ja erityisesti ydinlaitoksen käyttöhenkilökunnan kelpoisuus ja käyttöorganisaatio ovat asianmukaiset,
- hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaansa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Ydinlaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin STUK on todennut, että laissa säädetyt edellytykset täyttyvät, ja TEM on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty lain edellyttämällä tavalla.

Suomessa ydinlaitoksen käyttölupa myönnetään aina määräaikaisena. Luvan kestoa harkittaessa kiinnitetään huomiota erityisesti turvallisuuden varmistamiseen ja toiminnan arvioituun kestoon. STUK voi keskeyttää ydinlaitoksen käytön, mikäli turvallisuuden varmistaminen sitä edellyttää. Ydinenergialain mukaan ydinjätteiden loppusijoitus on suoritettu, kun STUK on todennut ydinjätteet sijoitetuksi pysyväksi hyväksymällään tavalla.

Posivan tavoitteena on jättää käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttölupahakemus valtioneuvostolle siten, että valmius loppusijoituksen aloittamiseen olisi olemassa noin vuonna 2020.

5.4 Euratomin perustamissopimuksen mukaiset ilmoitukset

Euroopan Atomienergiayhteisön (Euratom) perustamissopimus edellyttää, että jäsenvaltio toimittaa komissiolle ydinjätteen hävittämistä koskevat suunnitelmat (37. artikla) sen arvioimiseksi, aiheuttaako suunnitelman toteuttaminen veden, maaperän tai ilman radioaktiivista saastumista toisen jäsenvaltion alueella. Komission tehtävänä on myös artiklan 77 mukaan ylläpitää turvavalvontaa, jonka tarkoituksena on varmistaa, ettei esimerkiksi käytettyä ydinpolttoainetta siirretä muualle kuin on ilmoitettu, ja että toiminnanharjoittaja tekee komissiolle turvavalvontaa varten ilmoituksen laitoksen teknisistä tiedoista (78. artikla) sekä investointi-ilmoituksen (41. artikla).

5.5 Muut luvat

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos vaatii rakentamisen ja käyttötoiminnan aikana muita lupia, joita ovat muun muassa rakennuslupa ja lupa räjähteiden tilapäiseen varastointiin. Nämä luvat haetaan ennen kyseisen toiminnan aloittamista voimassa olevien kansallisten ja kunnallisten säädösten mukaisesti.

Kullekin rakennukselle haetaan oma rakennuskohtainen rakennuslupa kunnan rakennuslautakunnalta. Rakennuslupa on haettu muun muassa IV-rakennukselle, tutkimusrakennukselle sekä varasto- ja huoltorakennuksille.

Louheen varastoinnille on toistaiseksi voimassa oleva lupa. Maanalaiselle tutkimustilalle, ONKALOlle, on haettu luvat itsenäisenä kokonaisuutena. ONKALOlle ja sitä palvele-

valle maanpäälliselle aluerakentamiselle on haettu Eurajoen kunnan rakennuslupa, jonka kunnan rakennuslautakunta myönsi 12.8.2003. Rakennuslupa on voimassa viisi vuotta. Posiva haki jatkolupaa toukokuussa 2008 ja uudelleen joulukuussa 2011. Viimeisin jatkolupa myönnettiin 20.12.2011 ja se on voimassa 12.9.2014 asti.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus on ydinenergialain 8 §:n perusteella luvanvaraista, ja kuljetukselle on haettava ydinenergia-asetuksen 56–60 §:ien mukainen lupa. Suomessa tarvittavat luvat ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetuksiin myöntää STUK.

Käytetyn polttoaineen kuljetuksia ja siihen käytettävää tekniikkaa sääntelevät lisäksi muun muassa:

- laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta *(719/1994)*,
- valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksista tiellä *(194/2002)* ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä *(369/2011)*,
- valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä *(195/2002)* ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä *(370/2011)*,
- asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta kappaletavarana aluksessa *(666/1998)*,
- STUKin ohjeet YVL D.2, ”Ydinaineiden ja -jätteiden kuljetus”.

Kuljetukseen saa ryhtyä vasta sitten, kun STUK on todennut, että kuljetuskalusto ja kuljetusjärjestelyt sekä turva- ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimukset ja että vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty. Ensimmäisen kuljetusluvan hakeminen on ajankohtaista ennen loppusijoittamisen aloittamista.

6 Arviointimenetelmät, ympäristön nykytila ja arvioidut vaikutukset

6.1 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ja muu liikenne

6.1.1 Arviointimenetelmät

Hankkeen merkittävimmät liikennevaikutukset aiheutuvat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista. Kuljetuksista aiheutuvat muutokset nykyisiin liikennemääriin sekä käytettävät liikennevälineet ja -reitit on esitetty. Liikenteen aiheuttamat meluvaikutukset ja vaikutukset viihtyvyyteen on arvioitu asutusalueille kohdistuvien liikenteellisten muutosten perusteella. Tarvittavat muutokset alueiden liikennejärjestelyihin ja niiden vaikutukset on arvioitu.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä ydinpolttoainetta TVO:n ja Fortumin ydinvoimalaitoksilta. Ydinpolttoaineen kuljetuksen Loviisasta Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan vaihtoehtoisesti maa-, rautatie- tai merikuljetuksena tai näiden yhdistelminä. Tässä selvityksessä on esitetty tehtyihin selvityksiin perustuva arvio käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön.

Yksilölle ja väestölle kuljetuksista aiheutuvat säteilyannokset on arvioitu käyttäen apuna Posivan raporttia ”Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten riskienhallinta” *(Suolanen 2012)*. Raportissa on tarkasteltu käytetyn ydinpolttoaineen normaaleja kuljetustilanteita Loviisan ydinvoimalaitokselta Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle sekä siirtokuljetuksia Olkiluodossa. Tarkastelu on käsittänyt eri reittivaihtoehtoihin ja kuljetusmuotoihin liittyvien säteilyvaikutusten ja riskien vertailua sekä niiden hallinnan perusteita.

Kuljetusriskitarkastelussa väestölle normaalikuljetuksista aiheutuvia säteilyannoksia arvioitiin yhdysvaltalaisen RADTRAN-mallin avulla. Liikenneonnettomuustilanteita eri kuljetusmuodoissa, törmäyskulmien vaikutuksia kuljetussäiliöön ja polttoainesauvoihin sekä eri aineiden vapautumiseen vaikuttavia fysikaalis-kemiallisia tekijöitä törmäyksissä ja erilaisissa termisissä olosuhteissa on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu raportissa ”Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys” *(Suolanen ym. 2004)*. Raportissa on tarkasteltu onnettomuustilanteita VTT:n ARANO-mallin avulla. Kuljetusonnettomuuksista aiheutuvien säteilyannosten odotusarvoja ja terveysriskejä on laskettu RADTRAN-mallilla. Kuljetuksista aiheutuvat säteilyannokset on muunnettu terveysriskiä kuvaaviksi arvoiksi käyttämällä kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICRP:n esittämiä suositusarvoja.

Kuljetusten ja tieliikenteen vaikutuksia on tarkasteltu niillä teillä, joiden liikenteeseen hanke aiheuttaa muutoksia.

6.1.2 Nykyinen liikenne alueella

Eurajoen kirkonkylä sijaitsee valtatie 8:n varrella Rauman ja Porin välissä. Olkiluotoon johtava Olkiluodontie (yhdystie 2176 Lapijoki–Olkiluoto) erkanee valtatie 8:sta Lapijoen kohdalla. Risteyksestä on Raumalle matkaa noin seitsemän kilometriä ja Poriin noin 40 kilometriä. Lisäksi Raumalta pääsee Sorkan kautta Olkiluotoon. Eurajoen keskustasta johtaa tie Linnamaan kautta Olkiluotoon. Olkiluotoon johtavat tiet ja niiden keskimääräinen ajoneuvoliikenne (ajoneuvoa / vrk) on esitetty kuvassa (Kuva 6-1).

Kuva 6-1. *Olkiluotoon johtavat tiet ja niiden keskimääräinen ajoneuvoliikenne vuonna 2010 (ajoneuvoa / vrk) (Liikennevirasto 2012).*

Olkiluodon liikennemäärät vaihtelevat hyvin voimakkaasti suurten rakennushankkeiden ja voimalaitoksen vuosihuoltojen johdosta. Olkiluotoon johtava liikenne on ollut normaalia vilkkaampaa Olkiluoto 3 -laitosyksikön ja ONKALOn rakennustyömaiden aiheuttaman liikenteen vuoksi. Olkiluodontien vilkkain tieosuus on heti valtatie 8:n liittymästä noin kilometri Olkiluodon suuntaan. Vuonna 2010 Olkiluodontien keskimääräinen vuorokausiliikenne oli keskimäärin 3 894 ajoneuvoa vuorokaudessa *(Liikennevirasto 2012)*. Suurin osuus liikenteestä on työmatkaliikennettä.

Sorkasta Hankkilaan kulkevan maantien (12766) vuoden 2010 liikennemäärä oli keskimäärin 1 028 ajoneuvoa vuorokaudessa ja Linnamaalta Hankkilaan ja Olkiluodontielle kulkevan maantien (12771) liikennemäärä oli keskimäärin 622 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vuonna 2010 valtatiellä 8 Rauman ja Eurajoen välillä kulki keskimäärin 11 120 ajoneuvoa vuorokaudessa. Eurajoen ja Luvian välillä kulki keskimäärin 6 220 ajoneuvoa vuorokaudessa. *(Liikennevirasto 2012.)*

Olkiluodon nykyisellä voimalaitosalueella on entuudestaan ydinvoimatuotantoon tarvittava infrastruktuuri. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tarvitsema ulkopuolinen infrastruktuuri muodostuu liikenneyhteyksistä. Tämä infrastruktuuri on jo nyt pääosin olemassa ONKALOn rakentamisen ansiosta. Olkiluodon alueella on toimivat liikenneyhteydet satamineen, teineen ja paikoitusalueineen.

6.1.3 Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset

Liikennemäärät
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käyttötoiminnan raskas liikenne koostuu muun muassa huolto-, rakennusmateriaali-, laite-, louhe-, bentoniitti-, polttoaine- ja kapselikuljetuksista. Työmatkat muodostavat pääosan Olkiluotoon suuntautuvasta liikenteestä.

Olkiluodon osayleiskaavan liikenne-ennusteessa *(Ramboll Finland Oy 2008)* tarkasteltiin nykytilannetta, kun Olkiluoto 1 ja 2 ovat käytössä sekä Olkiluoto 3 ja Posivan maanalainen tutkimustila ONKALO ovat rakenteilla. Tulevaisuuden osalta tarkasteltiin liikennettä vuonna 2015, jolloin kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla. Lisäksi liikenne-ennusteen ajankohdaksi valittiin vuosi 2020, jolloin kapselointi- ja loppusijoituslaitos ja TVO:n neljä ydinvoimalaitosyksikköä ovat käytössä. Liikenne-ennusteen yhteydessä esitetyt liikennemäärät vuonna 2007 sekä ennustevuosina 2015 ja 2020 on esitetty kuvassa (Kuva 6-2).

Kuva 6-2. *Olkiluodon liikenne-ennuste. Kuvassa on esitetty liikennemäärät vuoden 2007 tilanteessa sekä ennustevuosina 2015 ja 2020 (Ramboll Finland Oy 2008).*

Toimintavaiheen aikana kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen arvioidaan työllistävän vuodessa noin 100 henkilöä. Olkiluodon alueella joukkoliikenteen osuus on noin 50 % eli tällöin henkilöstön osuus on yhteensä noin 100 ajoneuvoa / vuorokausi (50 sisään ja 50 ulos). Muut kuljetukset ovat lähinnä satunnaisia eli tällöin TVO:n ydinvoimalaitoksen vuosihuollon ulkopuolella Posivan osuus vuoden 2020 liikenne-ennusteesta (yhteensä 2 000 ajoneuvoa / vrk) on noin 5 %. Mikäli loppusijoitustoiminta ei aiheuta vuosihuollon aikana ylimääräistä liikennettä, vuoden 2020 liikenne-ennusteesta ydinvoimalaitosten vuosihuollon aikana (yhteensä 4 500 ajoneuvoa / vrk) Posivan osuus on 2–3 %.

Liikenteen vaikutukset keskittyvät tieosuuksille Olkiluodosta valtatielle 8 sekä Rauman keskustaan. Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne on vähäistä (noin 5 % kokonaisliikennemäärästä), eikä sillä ole suurta vaikutusta liikennemääriin ja niistä aiheutuviin vaikutuksiin.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutukset ja niihin liittyvät riskit
Ydinpolttoainekuljetusten määrä riippuu polttoaineen määrästä, kuljetuspakkauksen koosta ja kuljetustavasta. Laivaan mahtuu kerrallaan enemmän kuljetuspakkauksia kuin maantiekuljetukseen tarkoitettuun erikoisajoneuvoyhdistelmään. Tämänhetkisen toteutustapasuunnitelman mukaan meritse olisi taloudellisesti edullista kuljettaa kerralla 4 käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkausta, maanteitse keskimäärin noin 2 kuljetuspakkausta *(Koskivirta 2012).*

Mahdollisten organisoitujen vastustusten takia merikuljetus on todennäköisesti turvallisin ja kokonaisuutena arvioituna edullisin kuljetustapavaihtoehto. Maantiekuljetus on kuitenkin edullinen ja joustava tapa kuljettaa tyhjät pakkaukset takaisin Loviisan ydinvoimalaitokselle. Kaikissa eri kuljetustapavaihtoehdoissa pakokaasupäästöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat kuljetusten pienestä määrästä johtuen merkityksettömät.

Normaalisti sujuvat kuljetukset
Normaalisti sujuvassa kuljetuksessa kuljetuspakkauksen oletetaan säilyvän ehjänä ja tiiviinä, jolloin ympäristölle ei aiheudu voimakkaan suoran ulkoisen säteilyn vaaraa tai radioaktiivisen päästön vaikutuksia. Normaalissa kuljetustilanteessa kuljetuspakkauksen seinämämateriaalit suojaavat ja vaimentavat korkea-aktiivisen käytetyn ydinpolttoaineen säteilyenergian siten, että säteilyn annosnopeus metrin etäisyydellä säiliön ulkopuolella on enää noin 300-kertainen luonnon säteilytasoon (0,1 μSv/h) verrattuna. Säteily vaimenee kuitenkin ilmassa, ja noin 30 metrin etäisyydellä kuljetuspakkaus ei enää merkittävästi nosta säteilytasoa ympäristössään. Näin ollen etäämmällä olevalle väestölle aiheutuu hyvin pieni säteilyaltistus kuljetuksen aikana eikä siitä aiheudu terveysvaikutuksia. Säteilyannoslaskelmissa on käytetty mittaustuloksiin pohjautuvaa todellista yhden metrin etäisyydellä kuljetuspakkauksen ulkopinnasta vallitsevaa säteilyn annostasoa 0,03 mSv / tunti.

Laskelmien mukaan enimmäiskokonaisannokset (manSv / vuosi) Loviisasta Olkiluotoon tapahtuvissa kuljetuksissa (3 pakkausta vuodessa) olisivat reiteittäin ja kuljetusmuodoittain $2{,}3\times10^{-3}$ (rannikkoreitti maanteitse), $2{,}5\times10^{-3}$ (sisämaan reitti maanteitse), $3{,}0\times10^{-3}$ (junareitti), $2{,}2\times10^{-3}$ (laivalla Valkosta) ja 1,4×10-3 (laivalla Hästholmenilta). Rannikkoreitillä kuljetushenkilöstö altistuu suuremman tehollisen kuljetusnopeuden ja siten pienemmän altistusajan takia vähemmän kuin sisämaan reitillä. Mikäli laivakuljetus toteutettaisiin suoraan Hästholmenilta, jäisi maantieosuuden aiheuttama altistus ydinvoimalaitokselta Valkon satamaan pois.

Olkiluodon siirroista KPA-varastolta kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle aiheutuu vuosittain yhteensä noin $1{,}2\times10^{-3}$ manSv ammatillinen säteilyannos kuljetuspakkausten käsittelijöille ja kuljetushenkilöstölle.

Väestön saama säteilyannos kuljetusten yhteydessä on huomattavasti pienempi kuin mitä samana ajanjaksona aiheutuu normaalista luonnon taustasäteilystä. Kuljetuspakkausten käsittelijöiden ja kuljetushenkilöstön altistuminen säteilylle kuljetuksissa voi kuitenkin olla tausta-altistusta suurempi. *(Suolanen 2012.)*

Kuljetusten häiriö- ja onnettomuustilanteet
Kuljetuksen häiriötapauksena on tarkasteltu tapausta, jossa ydinpolttoainekuljetus joutuu pysähtymään reitillä tavallista pidemmäksi ajaksi. Pysähtymispaikan lähiympäristöön saattaa tällöin kerääntyä ihmisiä, jotka siten altistuvat pakkauksesta tulevalle säteilylle.

Häiriötilanteessa, jossa kuljetus joutuu pysähtymään tavanomaista pidemmäksi ajaksi, pakkauksen lähettyvillä oleskelevalle 50 henkilön ryhmälle aiheutuisi noin 0,0002 mSv:n annos kahdeksan tunnin kuluessa. Pakkauksen ulkopinnalle välivarastossa jääneiden radioaktiivisten aineiden (aktiivisuus 10 000 Bq) irtoaminen kuljetuksen aikana aiheuttaisi eniten altistuvalle henkilölle annoksen, joka on noin 10 % vuotuisesta taustasäteilyn aiheuttamasta annoksesta, vaikka kaikki pakkauksen ulkopinnalla olevat radionuklidit joutuisivat hengitysilmaan.

Mahdollisia onnettomuuksia ovat törmäys kiinteään esteeseen, tulipalo (kuten törmäys palavia nesteitä kuljettavaan ajoneuvoon ja laivapalo), tahallinen vahingonteko ynnä muut sellaiset. Onnettomuustilanteissa on mahdollista, että kuljetuspakkaus menettää tiiveytensä, kuljetusastian sisällä olevat polttoaine-elementit vaurioituvat ja osa kuljetuspakkauksen sisältämistä radioaktiivisista aineista vapautuu ympäristöön. Kuljetuspakkaus on suunniteltu ja valmistettu siten, että tiiveyden menetyksen todennäköisyys on hyvin pieni.

Yksittäisiä päästöjä aiheuttavasta törmäysonnettomuudesta aiheutuisi yksilölle neutraalissa säätyypissä yhden kilometrin etäisyydellä enintään 2×10^{-9} mSv suuruinen vuosiannos. Tulipalon vaikutuksesta päästön alkukorkeus on suurempi ja suurin annos aiheutuu noin kilometrin etäisyydellä pakkauksesta. Ilman tulipaloa säteilyaltistus on suurimmillaan pakkauksen välittömässä läheisyydessä.

Kuvitelluissa vakavissakaan pakkauksen vaurioitumistilanteissa radioaktiivisten aineiden päästö ei yleisimmin vallitsevissa sääolosuhteissa aiheuttaisi väestössä välittömästi ilmeneviä terveysvaikutuksia. Onnettomuustilanteet merellä eivät myöskään aiheuttaisi vaaraa väestölle, koska altistusetäisyys muodostuu suureksi. Onnettomuuspäästöt meriveteen aiheuttavat hyvin pieniä aktiivisuuspitoisuuksia, joilla ei ole vaikutusta ihmisiin tai eliöstöön.

Onnettomuuksista aiheutuvien annosten odotusarvo oli merireiteillä tai rautateillä 7×10^{-14} mSv/vuosi ja maantiereiteillä 4×10^{-13} mSv/vuosi. Junareittien maantiereittejä alhaisempi annosten odotusarvo johtuu muun muassa pienemmästä matkustajien ja muun väestön määrästä reitillä kuljetusten aikana. *(Suolanen 2012 ja Suolanen ym. 2004.)*

Yhteenveto kuljetusten vaikutuksista
Väestöannoksessa pienimmät annokset saadaan laivakuljetuksessa, koska altistuva väestö sijaitsee hyvin etäällä reitistä ja sen määrä on vähäinen. Laivakuljetuksiin, kuten myös maanteitse tai junalla tapahtuviin kuljetuksiin liittyvät säteilystä aiheutuvat terveysriskit ovat kuitenkin vähäiset eivätkä säteilyannosten erot reiteittäin muodostune määräävikseksi tekijöiksi reittivalintaa tehtäessä.

Mahdollisen liikenteellisen onnettomuuden seurauksena kuljetuspakkauksesta vapautuvan päästön aiheuttama säteilyannos ympäristössä jäisi laskelmien mukaan vähäiseksi. Realistisesta päästöstä yksilölle aiheutuva säteilyannos kuukaudessa olisi vain noin sadastuhannesosa siitä annoksesta, joka samana aikana saataisiin luonnon taustasäteilystä. *(Suolanen 2012.)*

6.2 Maankäyttö, kulttuuriperintö, maisema, rakennukset ja rakenteet

6.2.1 Arviointimenetelmät

Hankkeen vaikutuksia nykyiseen ja suunniteltuun maankäyttöön, maisemaan sekä rakennettuun ympäristöön on arvioitu alueen maankäyttösuunnitelmien ja kehittämisen kannalta.

Maisemavaikutukset on arvioitu hankkeesta tehtyjen suunnitelmien, olemassa olevien selvitysten, maastokäyntien sekä kartta- ja ilmakuvatarkastelujen perusteella. Maisemalliset vaikutukset johtuvat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maanpäällisistä rakennuksista ja niihin liittyvistä toiminnoista. Vaikutusten arvioinnissa on kuvattu loppusijoituspaikan lähiympäristön maiseman piirteet sekä maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet. Lisäksi arvioinnissa on tutkittu, muuttaako loppusijoitusalue kohteiden maiseman luonnetta, mistä suunnista näkymät kohti loppusijoituslaitosaluetta muuttuvat merkittävästi ja aiheutuuko maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteisiin merkittäviä vaikutuksia. Erityisesti on tarkasteltu vaikutuksia kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen läheisyydessä sijaitseviin asuin- ja virkistysalueisiin.

6.2.2 Ympäristön nykytila

Olkiluodon ympäristössä sijaitsevat toiminnot ja maan omistus

Olkiluodon lähin kylä, Hankkila, sijaitsee noin kahdeksan kilometrin etäisyydellä Olkiluodon loppusijoituslaitosalueesta. Noin kymmenen kilometrin päässä loppusijoituslaitosalueesta sijaitseva Linnamaa kuuluu Vuojoen kulttuurimaisemaan, johon liittyvät Vuojoen kartanoalue sekä Liinmaan linnanraunio 1360-luvulta. Kuivalahden kyläkeskus sijaitsee Eurajoensalmen pohjoispuolella noin yhdeksän kilometrin päässä loppusijoituslaitosalueelta ja Lapijoen kyläkeskus valtatie 8:n varrella noin 14 kilometrin päässä loppusijoituslaitosalueelta. Rauman puolella lähin kyläkeskus on Sorkka, noin yhdeksän kilometriä loppusijoituslaitosalueelta kaakkoon.

Olkiluodon saaren länsipuoliskolla sijaitsee TVO:n noin 500 hehtaarin suuruinen ydinvoimalaitosalue. Alueella sijaitsevat TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja 2. Lisäksi Olkiluotoon on rakenteilla kolmas laitosyksikkö Olkiluoto 3. Alueelle on myös suunniteltu rakennettavaksi Olkiluoto 4 -laitosyksikkö.

Ydinvoimalaitosyksiköiden ja ONKALO-työmaan lisäksi alueella on hallintorakennuksia, koulutuskeskus, vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, vuosihuoltorakennus, varalämpölaitos, raakavesiallas, raakaveden puhdistamo, välperakennukset, suolanpoistolaitos, saniteettivesien puhdistuslaitos, kaatopaikka, käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto), matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (MAJ- ja KAJ-varastot), voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VLJ-luola), urakoitsija-alue ja majoituskylät. Olkiluodossa on myös Fingrid Oyj:n sähköasema, TVO:n tuulivoimalaitos ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos varavoimatarpeisiin. Olkiluodossa sijaitsevat toiminnot on esitetty kuvassa (Kuva 6-3).

Kuva 6-3. *Olkiluoto. Kartalla näkyvät muun muassa Olkiluoto 1 ja 2 (1), Olkiluoto 3-työmaa (2), KPA-varasto (3), VLJ-luola (4), Posivan ONKALO-työmaa (5) ja vierailukeskus (6).*

Posiva on vuokrannut TVO:lta vuoteen 2103 asti käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle suunnitellun alueen, joka sijaitsee saaren keskiosassa, voimalaitosalueen itäosassa. Vuokra-alue on pinta-alaltaan noin 36 hehtaaria ja se rajoittuu etelässä saaren läpi voimalaitoksille johtavaan ja idässä satama- ja telakka-alueelle johtavaan tiehen. Välittömästi alueen pohjoispuolella sijaitsee Korvensuon allas, jonka kautta Eurajoesta otettu vesi johdetaan ydinvoimalaitoksen käyttöön. Posivalla on käytössään laitosalueen ulkopuolella louheen varastointialue, jonne kuljetetaan Posivan maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn louhintatöiden louheet. Alueelle on myönnetty ympäristölupa. Varsinaisen loppusijoituslaitoksen louhinnassa, jonka on suunniteltu alkavan vuonna 2017, syntyvän louheen varastoinnille haetaan lupa erikseen.

Kuvassa (Kuva 6-4) näkyy kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijainti Olkiluodon saarella. Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt näkyvät kuvan yläreunassa.

Kuva 6-4. *Havainnekuva Olkiluodon alueesta. Kuvan vasemmassa yläkulmassa näkyvät TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1, 2 ja 3. Kuvassa keskellä näkyvät rakennukset kuuluvat Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen. Rakennusten oikealla puolella on Korvensuon vesiallas.*

Posivan vuokraaman alueen maanpäälliseen osaan on vuoteen 2012 mennessä rakennettu kallioperän maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, sisäänkäynnin lisäksi muun muassa projektitoimisto, kenttälaboratorio, erilaisia varasto- ja korjaamorakennuksia, ilmanvaihto- ja nostinlaiterakennuksen 1. vaihe sekä maanalaisten tilojen tarvitsemia hissi- ja ilmastointitiloja. Lisäksi laitosalueella ja sen ympäristössä tehdään muun muassa kallio- ja maaperän ominaisuuksiin liittyvää tutkimustoimintaa, minkä vuoksi alueelle ja sen ympäristöön on rakennettu yhdysteitä ja tutkimusreikien suojarakennelmia sekä muita tutkimustoimintaan liittyviä rakenteita.

Olkiluodon saari voimalaitosalueelta itään on pääasiassa metsää. Saaren pohjoisrannan keskivaiheilla sijaitsee Olkiluodon teollisuussatama. Olkiluodon saaren itäpäässä on maatalousaluetta ja loma-asutusta. Alueella on ydinvoimalaitosten rakennus- ja huoltohenkilökunnalle tilapäiseen majoitukseen tarkoitettu majoituskylä ja asuntovaunualue.

TVO omistaa suurimman osan Olkiluodosta. Itäosassa on rantayleiskaavan mukaisia rakennettuja ja rakentamattomia loma-asuntotontteja ja muutama yksittäinen laajempi maa-alue yksityishenkilöiden omistuksessa. Valtio omistaa Olkiluodossa Liiklankarin suojelualueen ja Kornamaan saaren länsiosan. Liiklankarin aluetta hallinnoi Metsähallitus.

Olkiluotoa ympäröivästä vesialueesta TVO omistaa osan kokonaan ja osan yhteisomistuksen kautta. TVO omistaa noin 70 % Olkiluodon ja Orjasaaren vesioikeudellisesta kylästä sekä noin 40 % Munakarin yhteisalueesta.

Kaavoitustilanne

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto hyväksyi vuonna 2000 valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. Niitä tarkistettiin valtioneuvoston päätöksellä 13.11.2008. Tarkistetut tavoitteet tulivat voimaan 1.3.2009.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan alueidenkäytössä tulee muun muassa:

- turvata energiahuollon valtakunnalliset tarpeet,
- varautua ydinjätteen loppusijoitukseen,
- varmistaa ydinvoimaloiden edellyttämät suojavyöhykkeet.

Olkiluodon alueen osalta erityisen tärkeitä ovat valtakunnan energiahuollon turvaamiseen tähtäävät tavoitteet. Alueiden käytössä on varmistettava ydinvoimaloiden edellyttämät suojavyöhykkeet sekä varauduttava ydinjätteen loppusijoitukseen. Yhteys- ja energiaverkostoja koskevassa alueiden käytössä ja alueiden käytön suunnittelussa on otettava huomioon sään ääri-ilmiöiden ja tulvien riskit, ympäröivä maankäyttö ja sen kehittämistarpeet sekä lähiympäristö, erityisesti asutus, arvokkaat luonto- ja kulttuurikohteet ja alueet sekä maiseman erityispiirteet.

Maakuntakaavoitus

Eurajoen alueella on voimassa Satakunnan maakuntakaava, jonka ympäristöministeriö vahvisti 30.11.2011. Maakuntakaava korvasi alueella aiemmin voimassa olleen Satakunnan 5. seutukaavan. Satakunnan maakuntakaava on saatavilla Satakuntaliiton Internet-sivuilta alueiden käyttö -osiosta *(http://www.satakuntaliitto.fi/index.aspx).*

Olkiluodon ympäristö on maakuntakaavassa rajattu energiantuotannon kehittämisen kohdealueeksi (kaavamerkintä en). Maakuntakaavaselostuksen mukaan alueella on pitkän aikavälin sähkön jakeluverkkoon, maa- ja meriliikenteellisiä, vesirakentamiseen liittyviä, kallioperän tutkimukseen ja rakentamiseen sekä lähialueen asutukseen, virkistykseen ja luonnonsuojeluun kohdistuvia alueidenkäytöllisiä yhteensovittamis- ja kehittämistarpeita.

Maakuntakaavan suunnittelumääräyksen mukaan energiahuollon kehittämisen kohdealueella tulee suunnittelussa turvata pitkän aikavälin maankäytölliset kehittämisedellytykset ja aluevaraukset. Erityistä huomiota alueen suunnittelussa tulee kiinnittää energiahuollon, loppusijoitustoiminnan ja -tutkimuksen kehittämisedellytysten turvaamiseen

sekä olemassa olevan asutuksen yleiseen turvallisuuteen, alueella harjoitettavaan muuhun elinkeinotoimintaan sekä arvokkaisiin luonto-, maisema- ja Natura-arvoihin sekä kallioperän eheyden säilyttämiseen. Aluetta suunniteltaessa tulee energiatuotannon laitosalueen toiminnoista ja valvonnasta vastaaville tahoille sekä vesialueen suunnittelussa museoviranomaiselle varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.

Lähes koko Olkiluodon alue on osoitettu maakuntakaavassa energiahuoltoa palvelevaksi ydinvoimaloiden laitosalueeksi (kaavamerkintä EN-1). Alue on varattu energiantuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus, jonka mukaan lupaa rakentamiseen ei saa antaa niin, että vaikeutetaan maakuntakaavan toteutumista.

Yleiskaavoitus

Olkiluodon saaren alueella on voimassa korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 4.6.2010 lainvoiman saanut Olkiluodon osayleiskaava. Olkiluodon ja Eurajoen alueen yleiskaavat ovat saatavilla Eurajoen kunnan Internet-sivuilta *(http://www.eurajoki.fi/html/fi/kaavoitus.html)* tai pyydettäessä kunnalta kopioina (ei-sähköiset aineistot). Rauman alueen yleiskaavat ovat saatavilla Rauman kaupungilta sähköisesti *(http://www.rauma.fi/tevi/kaavoitus/default.htm)* tai pyydettäessä kopioina.

Lähes koko Olkiluodon saaren alue on osayleiskaavassa osoitettu energiahuollon alueeksi (kaavamerkintä EN). Itäreunassa energiahuollon alue rajautuu uuteen satamaan johtavaan tiehen ja etelässä luonnonsuojelualueeseen (kaavamerkintä SL). Uusi Olkiluodon päätie on linjattu vanhan tien eteläpuolelle, luonnonsuojelualueen pohjoisreunaan. Varsinaisille ydinvoimalaitoksille tarkoitettu osa-alue (kaavamerkintä v) sijoittuu saaren keskelle. Voimalaitosten alue sekä suuri osa saaren itäosasta on varattu osa-alueeksi, jolle ydinlaitoksia voidaan sijoittaa (kaavamerkintä yj). Lisäksi energiahuollon alueelle sijoittuu muun muassa jätteenkäsittely- ja johtoalueita.

Olkiluodon saaren lounaispuolella olevat saaret sijaitsevat Rauman kaupungin alueella. Olkiluodon osayleiskaavoituksen yhteydessä on samanaikaisesti laadittu Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaava. Rauman kaupunginvaltuusto hyväksyi Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutoksen 29.9.2008. Kaava-alueeseen kuuluvat Kuusisenmaa, Leppäkarta, Lippo ja Vähä-Kaalonperä sekä näitä saaria ympäröivät vesialueet. Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaava laajentaa energiahuollon aluetta (kaavamerkintä EN-1) Kuusisenmaahan. Kuusisenmaan pohjoisosassa on suojaviheralue (kaavamerkintä EV), jolla on maisemallista merkitystä. Aluetta haitallisesti muuttavia toimenpiteitä tulee välttää. Leppäkarta ja Lippo on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaisiksi alueiksi, joilla on ympäristöarvoja (kaavamerkintä MY).

Asemakaavoitus ja ranta-asemakaavoitus

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi loppusijoitusalueen asemakaavan päätöksellään 28.6.2010 ja kaava sai lainvoiman 5.3.2011. Kaavalla on varattu Olkiluodon keski- ja itäosaan mahdollisimman yhtenäinen energiahuollon alue loppusijoitustoimintaa varten. Länsipuolisen ydinvoimalaitosalueen kanssa muodostuva yhtenäinen kokonaisuus on tarpeen, jotta alueen eri toiminnot voivat kytkeytyä toisiinsa ilman ulkopuolisia häiriöitä. Alueelle voidaan määrätä oleskelu- ja kulkurajoituksia ja alue tulee myös voida aidata ja sitä tulee myös voida valvoa. Olkiluodon loppusijoitusalueen asemakaava ja muut alueen asemakaavat ovat saatavilla Eurajoen kunnan Internet-sivuilta *(http://www.eurajoki.fi/html/fi/kaavoitus.html)* tai pyydettäessä kunnalta kopioina (ei-sähköiset aineistot).

Ydinlaitoksen kaikkien rakennusten rakentamiseen varataan noin 248 000 kerrosalaneliömetriä. Ydinlaitoksen maanpäälliseen rakentamiseen on varattu tilaa alueen keskellä. Alueella on maanalainen tutkimustila ONKALO sekä muita loppusijoituksen tutkimiseen ja valmisteluun liittyviä rakennuksia. Alueelle saa rakentaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinlaitoksia ydinenergialain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti.

Nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden alueella on voimassa asemakaavat, jotka on vahvistettu vuosina 1974 ja 1997. Voimalaitosalue on merkitty teollisuus- ja varastorakennuksien kortteliaalueeksi (kaavamerkintä T), jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia ja muita voimantuotantoon, -jakeluun ja -siirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja laitteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Loppusijoituslaitoksen asemakaavalla kumottiin 1974 asemakaava Liiklankarin osalta ja muutettiin osaa kaavasta.

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi 12.12.2005 kaksi asemakaavaa, joilla osoitettiin Olkiluodon kaakkoisosaan energiatuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialuetta (kaavamerkintä AS EN), toimitilarakennusten korttelialuetta (kaavamerkintä KTY), energiatuotantoa palvelevaa asuntovaunualuetta (kaavamerkintä RV-1 EN), mastoaluetta (kaavamerkintä EMT), suojaviheraluetta (kaavamerkintä EV), maa- ja metsätalousaluetta (kaavamerkintä M) sekä maa- ja metsätalousaluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (kaavamerkintä MY/s). Asemakaavoja muutettiin osittain loppusijoituslaitoksen asemakaavalla.

Olkiluodon saaren itäosissa on kolme ranta-asemakaavaa, jotka on vahvistettu 11.11.1975, 20.3.1981 ja 8.12.1992. Niissä ranta-alueelle on osoitettu loma-asutusta. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen asemakaavalla kumottiin 1981 vahvistetun ranta-asemakaavan maa- ja metsätalousalueen osa Vuojoen kylän tilan alueella.

Maisema

Olkiluodon saari sijaitsee Eurajoen kunnassa Selkämeren rannikolla. Selkämeren rannikolle tyypillisiä piirteitä ovat luoteeseen suuntautuvat niemet, näiden väliset matalat lahdet sekä pienialaiset saaristoalueet.

Olkiluodon alue kuuluu maisemallisessa maakuntajaossa Satakunnan rannikkoseutuun. Seudulle on ominaista maaston alavuus ja maaperän pienipiirteisyys: kalliomaiden ohella on sekä moreenialueita, pienialaisia savikoita että harjumuodostumia. Rannikolla on pitkiä suojaisia ja ruovikkoisia lahtia, jotka kasvavat umpeen vähitellen maan kohotessa noin kuuden millimetrin vuosivauhdilla.

Olkiluodon saari on noin kuusi kilometriä pitkä ja 2,5 kilometriä leveä. Saaren länsipuolella avautuu Selkämeri. Saaren eteläpuoli rajoittuu Rauman saaristoon. Olkiluodon saaren itäpuolelle, Olkiluodon ja Orjasaaren väliseen kapeaan salmeen, laskee Lapinjoki. Eurajoki laskee saaren pohjoispuolelle Eurajoensalmeen.

Olkiluoto on saari, jonka mantereelta erottavat vesiväylät kasvavat hiljalleen umpeen. Olkiluodon korkeimmat kohdat ovat Liiklankallio, joka kohoaa noin 18 metriä meren-pinnasta ja Selkänummenharju, joka kohoaa noin 15 metriä meren pinnan yläpuolelle. Olkiluodon maisemarakenteessa on karkeasti jaettuna seuraavanlaisia vyöhykkeitä:

- metsäinen sisämaan vyöhyke,
- metsäinen ja osin kallioinen rantavyöhyke,
- asutuksen vyöhyke alueen etelä- ja itärannoilla,
- teollisuusvyöhyke alueen länsipäässä (voimalaitosalue) ja pohjoisrannalla (satama).

Metsäisen vyöhykkeen jakavat leveä voimajohtokäytävä ja Olkiluodontie. Metsäisessä sisämaan vyöhykkeessä on kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja voimalaitoksen toimintaan liittyviä toimintoja, jotka eivät näy kauko- ja tiemaisemassa. Metsäisen vyöhykkeen tiemaisemassa näkyvin elementti on majoituskylä tien molemmin puolin.

Katsottaessa mereltä päin Olkiluoto näyttää pääasiassa puustoiselta alueelta, josta voimalaitos- ja loppusijoitustoiminnasta kertovat elementit, voimalaitosrakennukset piippuineen, ilmanvaihtorakennus, tuulivoimalaitos ja voimajohdot, kohoavat näkyen kaukomaisemassa etäälle. Pohjoisrannan puustoisesta rantavyöhykkeestä erottuu teollisuussatama nostureineen. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)*

Kulttuurihistoria
Olkiluoto on pääosin ollut vielä 1960-luvulla osa Satakunnan merkittävimpiin kulttuuri-historiallisiin rakennuksiin kuuluvan Vuojoen kartanon maita. Olkiluodon keski- ja länsiosat olivat asumatonta metsämaastoa, jossa laidunnettiin Vuojoen kartanon hevosia. Itäpuolella oli pienialaisia kalastajatiloja metsälaitumineen ja peltotilkkuineen, jotka ovat säilyneet lähes samankokoisina ja viljelykäytössä nykypäivään asti. Varsinainen tie saareen tehtiin vasta 1960-luvulla. Olkiluodon ensimmäisen voimalaitoksen rakennustyöt aloitettiin 1970-luvulla. Lähisaarissa on pieniä kalastajatiloja, joista osa on purettu ja osa laajennettu sekä peruskorjattu vapaa-ajan asunnoiksi. Olkiluodon vanhin rakennuskanta on 1900-luvun alkupuolelta. Pääosa asuinrakennuksista on jälleenrakennuskauden ajalta tai sitä uudempia. Loma-asutusta on rakennettu 1960–70 -luvuilta lähtien.

6.2.3 Arvioidut vaikutukset

Vaikutukset maankäyttöön
Olkiluodon alue on ollut yli 30 vuoden ajan ydinvoimalaitoskäytössä ja se on osoittautunut hyvin tarkoitukseen soveltuvaksi sijaintipaikaksi. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maanpäälliset osat sijaitsevat Olkiluodon saaren keskiosassa. Laitosten sijaintipaikan maankäyttö on sopusoinnussa Olkiluodon saaren muun maankäytön kanssa, ja ne tukeutuvat hyvin olemassa olevaan jo rakennettuun Olkiluodon infrastruktuuriin. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen osalta voidaan käyttää hyväksi nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöä tukevia toimintoja sekä niitä varten rakennettuja tiloja ja rakennelmia. Laitosten tarvitsema ulkopuolinen infrastruktuuri muodostuu liikenneyhteyksistä. Tämä infrastruktuuri on jo nyt pääosin olemassa ONKALOn rakentamisen ansiosta.

Osayleiskaavassa on varattu alueet loppusijoituksen maanpäällisille toiminnoille. Lisäksi osayleiskaavassa on määritelty alue loppusijoituksen maanalaisille toiminnoille ja muodostettu sen suojavyöhyke. Alueen laajuus määräytyy loppusijoituksen kannalta edullisimman kallion esiintymisen perusteella loppusijoitussyvyydellä. Kallioperän louhimisessa ja poraamisessa on huomioitava, että alue on kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suojavyöhykettä. Ennen kallioperän louhimista ja poraamista on kuultava loppusijoitustoimintaa harjoittavaa tahoa.

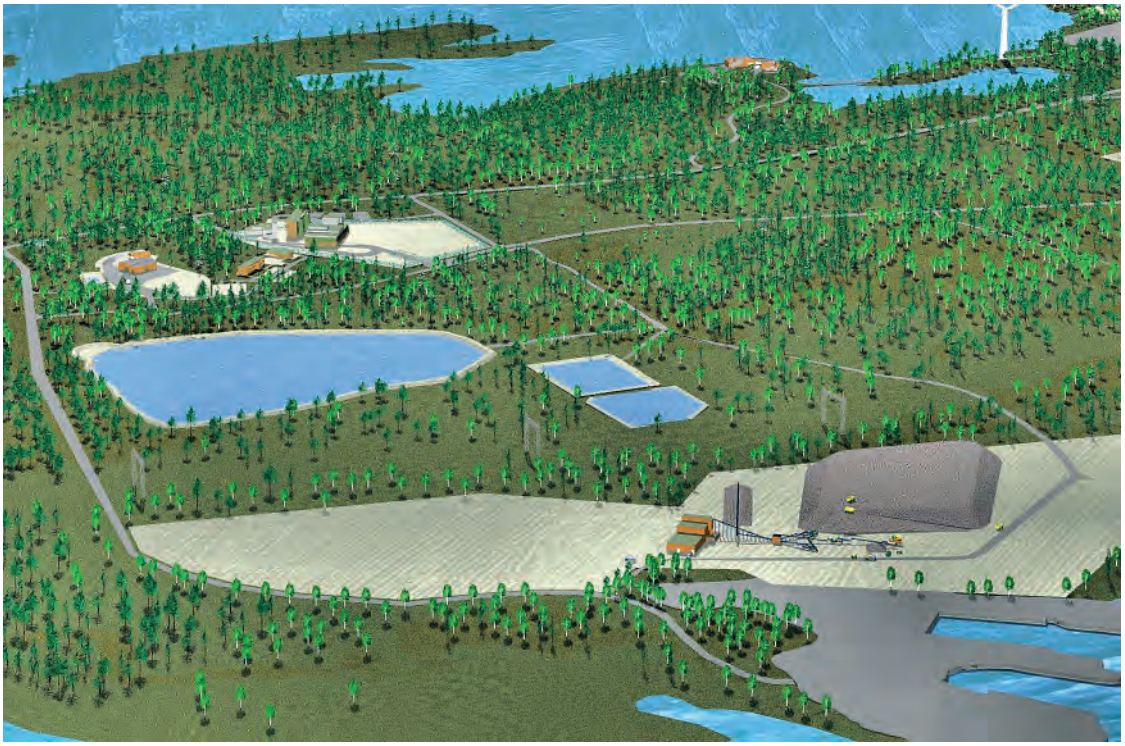
Asemakaavassa osoitetaan maanalaisten loppusijoitustilojen sijainti ja syvyys sekä kerrosalaan luettavien tilojen maanalainen rakennusoikeus. Lisäksi asemakaavassa on osoitettu rakennusoikeus maanpäälliselle rakentamiselle, eli ydinlaitokselle ja sen toiminnoille. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt tai mahdolliset onnettomuudet eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle maanpäällisen laitosalueen ulkopuolella. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä on varauduttu onnettomuuden mahdollisuuteen laatimalla lähialueiden käyttöä ja väestön suojelua koskevia suunnitelmia. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen osalta tarvittavissa valmius- ja turvajärjestelyissä tukeudutaan näihin järjestelyihin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sulkemisluvan myöntämisen yhteydessä voidaan asettaa maankäytön rajoituksia. Rajoitukset voivat koskea esimerkiksi kairaus- tai maankaivutoimintaa alueella.

Vaikutukset rakennuksiin, rakenteisiin ja maisemaan
Maanpäällä sijaitsevat kapselointilaitoksen lisäksi tilat apu- ja oheistoimintoja varten. Näitä ovat esimerkiksi kuilurakennukset, konttori- ja laboratoriotilat, varasto- ja korjaamotilat sekä LVIS-järjestelmien vaatimat tilat. Louheen ja murskeen varastoinnille sekä tarvittaville työmaatoiminnoille varataan omat alueensa. Maanpinnalta alas loppusijoitustiloihin johtaa ajotunneli sekä tarvittava määrä pystykuiluja ilmanvaihtoa, henkilöliikennöintiä ja kapseleiden siirtoa varten. Laitosalueen rakennusala maanpinnalla, eli rakennusten, teiden, varastojen ja kenttien pohja-ala, on yhteensä noin 20 hehtaaria.
Bentoniittikonteille rakennetaan asfaltoitu varastokenttä Olkiluodon satamasta tulevan tien varteen. Varastoalueella tulee olla tilaa vähintään 220:lle kontille. Kaukolämpöjohdot sekä putkiverkko talousvedelle kulkevat kaivannoissa laitosalueella pääasiassa tielinjoja pitkin. Muita putkiverkkoja ovat perusvesiviemäröinnin putkiverkko sekä sadevesiviemäröintiverkko. Kaapeleille rakennetaan omat kaivantonsa.

Laitosalueelle toteutetut ja suunnitellut rakennukset on esitetty kuvassa (Kuva 3-2). Kapselointilaitos on näistä keskeisin. Kapselointilaitos tulee olemaan mitoiltaan noin 66 metriä pitkä ja 36 metriä leveä. Rakennuksen alin lattiataso on noin -3,2 metriä, ylin +24,4 metriä ja maantasokerros noin +10,0 metriä. Rakennuksen tilavuus tulee olemaan noin 45 500 m^3 *(Kukkola 2012.)*. Kapselointilaitos erotetaan aidalla muusta laitosalueesta.

Kuvassa (Kuva 6-5) on näkymä 400 kV:n voimalinjan pohjoispuolelta. Näkymää hallitsee louheen läjitysalue. Louheen murskausasema ja murskevarasto ovat läjitysalueen vieressä. Täyteaineen sekoittamo / täyteainelohkojen puristuslaitos on murskevaraston vieressä. Bentoniittikonttien varastokenttä näkyy kuvan keskellä sinisenä. *(Saanio ym. 2012.)*



Kuva 6-5. *Havainnekuva Olkiluodon loppusijoituslaitosalueesta ympäristöineen.*

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maisemavaikutukset jäävät vähäisiksi. Vaikutusta voidaan edelleen lieventää jättämällä riittävän tiheä puusto loppusijoituslaitosalueen ja kuilurakennusten ympärille.

Vaikutukset kulttuuriperintöön
Alueella ei ole valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia, merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä tai muita kohteita *(Ympäristöhallinnon karttapalvelu 2012 ja Museovirasto 2007).* Olkiluodon alueelta ei ole löydetty muinaismuistoja *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a).*

6.3 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi

6.3.1 Arviointimenetelmät

Hankkeen vaikutukset laitosalueen maa- ja kallioperään on arvioitu alueen maastonmuotojen, maa- ja kallioperän laadun sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja niihin liittyvien rakenteiden tarvitseman alueen ja maanalaisten osien laajuuden avulla. Käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuoton vaikutukset kallioperään on arvioitu.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelua varten Olkiluodossa on tehty ja tehdään runsaasti tutkimusta, kuten tutkimuskaivantoja, kairauksia, geofysikaalisia tutkimuksia, pohjaveden virtausmittauksia ja pohjaveden koostumukseen liittyviä tutkimuksia. Tutkimuksilla selvitetään kallion ominaisuuksia ja pohjaveden virtausreittejä. Lisäksi ONKALOn rakentamisen aloittamisesta lähtien on kerätty tietoa kallioperän ominaisuuksista muun muassa kairanreikätutkimuksin sekä kartoittamalla tunnelin seinämät systemaattisesti. Kertynyttä laajaa havainto- ja mittausaineistoa on käytetty pohjana mallinnuksiin, joiden avulla on muodostettu kokonaisvaltainen kuva Olkiluodon kallioperästä ja sen pohjavesiolosuhteista *(Posiva 2012b).*

Pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi on selvitetty loppusijoitusalueen sijoittuminen pohjavesialueisiin nähden ja rakentamisesta ja toiminnasta pohjavesiin kohdistuvat mahdolliset riskit, esimerkiksi pohjaveden pinnan alenema ja pohjaveden kemiallisen koostumuksen muutokset. Arviointi perustuu olemassa oleviin selvityksiin, laskelmiin ja tutkimuksiin. Maanalaisiin kalliotiloihin vuotava pohjaveden määrä on arvioitu.

ONKALOn rakentamisen vaikutuksia seurataan lukuisten hydrologiaan, geokemiaan, ympäristöön, kalliomekaniikkaan ja vierasaineisiin liittyvien parametrien mittaamisella ja seurannalla. Hydrologian seurantaohjelmaan kuuluvat pohjaveden pinnankorkeus, pohjaveden painekorkeus, avoimien reikien virtausolosuhteet, pohjaveden virtaus (reikien poikkivirtaus), vedenjohtavuus, pohjaveden suolaisuus ja sähkönjohtavuus, sadanta (mukaan lukien lumi), meriveden pinnankorkeus, pintavalunta, suotautuminen, routa, vuotovedet tunneleissa, tunnelijärjestelmän vesitase ja Korvensuon altaan vesitase. Sadanta, routa ja suotautuminen raportoidaan vuosittain ympäristön monitorointiraportissa.

Geokemiallinen monitorointi keskittyy pohjavedessä mahdollisesti tapahtuvien kemiallisten muutosten tutkimiseen. Kalliomekaniikan seurantaohjelmaan kuuluvat muun muassa mikromaanjäristysten ja kallioperän liikkeiden monitorointi. Malleja päivitetään kerättävän uuden tiedon perusteella.

6.3.2 Alueen maa- ja kallioperän sekä pohjavesien nykytila

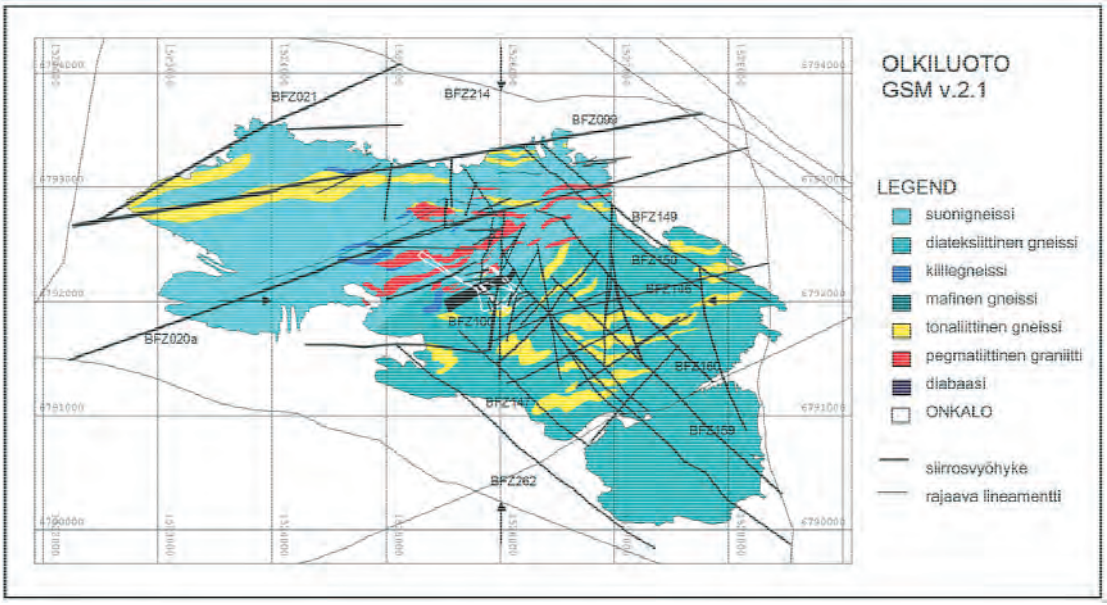
Maa- ja kallioperä
Olkiluodon kallioperä koostuu pääasiassa migmatiiteista, joka on kiillegneissistä ja graniitista koostuva seoskivilaji. Kallioperä alueella on noin 1 800 1 900 miljoonaa vuotta vanhaa.

Tutkimusten perusteella kallion pintaosa noin 120–140 metrin syvyydelle asti on enemmän rakoillutta kuin syvemmällä oleva kallio. Lisäksi kallion pintaosien raot ovat yleisemmin vettä johtavia kuin syvemmällä oleva kallio.

Olkiluodon saari on varsin tasainen eikä suuria korkeuseroja esiinny. Maanpinta on keskimäärin viisi metriä merenpinnan yläpuolella. Saaren korkein kohta (Liiklankallio) on noin 18 metriä merenpinnasta. Peruskallion pinnan korkeus vaihtelee, mutta moreeni tasoittaa maastonmuotoja. Painumissa on paksuja moreenikerroksia, kun taas korkeimmilla kohdilla peruskallio on paljaana tai sen päällä on vain ohuelti maata. *(Lahdenperä ym. 2005.)* Maankohoaminen, noin kuusi millimetriä vuodessa *(Eronen ym. 1995)*, yhdistettynä mataluuteen on pitänyt saaren luonnon muutostilassa, ja muutokset jatkuvat edelleen niin kasvillisuudessa kuin maaperässäkin. Saaren läheiset merialueet ovat enimmäkseen matalia, joten saaren pinta-ala kasvaa nopeahkosti ja saari yhdistyy aikanaan mantereeseen. Olkiluotoa välittömästi ympäröivän merialueen pohja on enimmäkseen kalliota, savea ja moreenia. *(Rantataro 2001.)*

Koska Olkiluodon saari on noussut merestä viimeisen 3 000 vuoden aikana, sen maaperä on pääosin nuorta ja vasta kehityksensä alussa. Sekä nuoruus että meren läheisyys näkyvät maan ja maaveden ominaisuuksissa. *(Haapanen ym. 2007.)* Vallitseva maalaji on hienoainesmoreeni. Kivisyys on kuitenkin huomattavaa. Kangasmailla orgaaninen kerros on tyypillisesti kangashumusta tai turvemultaa. *(Tamminen ym. 2007.)*

<u>Olkiluodon mallinnus</u>
Posivan ensimmäisen kerran vuonna 2006 julkaisema Olkiluodon geologinen paikkamalli päivitettiin vuonna 2010 *(Aaltonen ym. 2010)* ja edelleen vuonna 2012 Olkiluodon laitospaikkakuvausraporttia varten *(Posiva 2012b)*. Koko Olkiluodon saaren alueelle tulkittujen uusien rakenteiden maanpintaleikkaus esitetään kuvassa (Kuva 6 6). Hydrogeologinen virtausmalli on päivitetty vuonna 2011 *(Vaittinen ym. 2011)*. Kalliomekaaninen ja hydrogeokemiallinen malli on päivitetty vuonna 2012 *(Mönkkönen ym. 2012 ja Penttinen ym. 2012)*. Viimeisin malleista laadittu yhteenveto esitetään Olkiluodon paikankuvausraportissa (Olkiluoto Site Description 2011) *(Posiva 2012b)*. Pintaympäristöä koskevien tutkimusten viimeisin yhteenveto on vuodelta 2010 *(Haapanen 2011)*.



Kuva 6-6. *Olkiluodon saaren alueelle tulkitut kallioperän kivilajit ja rikkonaisuusrakenteet (Posiva 2012b).*

Hydrologinen malli

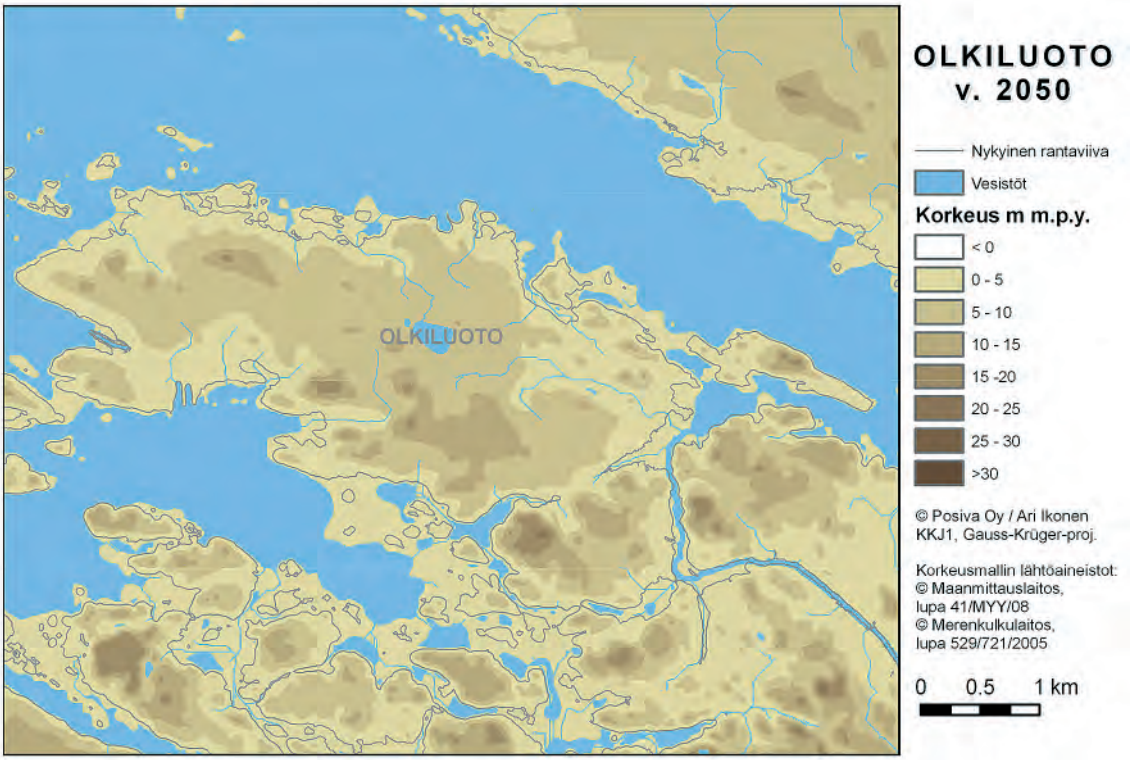
Olkiluodon hydrologinen malli käsittelee sekä saturoitumatonta että saturoitunutta veden virtausta maakerroksessa kytkien pintaosassa tapahtuvan virtauksen kalliopohjaveden virtaukseen. Mallinnuksen lähtötietoihin kuuluvat muun muassa Olkiluodon saaren ojaverkosto (Kuva 6-7), maankäyttö- ja kasvillisuustiedot, maakerroksen hydrologiset mittaustiedot sekä kalliopohjaveden virtaukseen liittyvät ominaisuudet. Olennaisiin maakerroksen hydrologisia ominaisuuksia kuvaaviin tietoihin kuuluvat maa-aineksen vedenpidätysominaisuudet ja epäsaturoituneen maa-aineksen vedenjohtavuus.

Olkiluodon saaren ojat ovat yksinomaan ihmisen tekemiä metsäojia, tienvierusojia tai maatalouden kuivatusojia, jotka kuljettavat valuma-alueiden vedet saarta ympäröivään mereen. Mallinnustulosten mukaan vuosittainen pintavalunta edustaa noin 32 % ja kokonaishaihdunta 56 % sadannasta *(Karvonen 2008).* Mallin avulla arvioitiin myös kalliopohjavedeksi suotautuvan veden määrää. Tulosten mukaan suotautuvan veden määrä on noin 10 millimetriä vuodessa, ja se vastaa noin 1,7 %:a pitkän ajan keskimääräisestä vuosisadannasta. Mallinnusta on täydennetty vuosina 2009 *(Karvonen 2009)* ja 2010 *(Karvonen 2010).* Jälkimmäisessä raportissa huomioitiin myös Korvensuon altaan ja ONKALOn mahdollinen vaikutus virtausolosuhteisiin.

Kuva 6-7. *Olkiluodon saaren maastonkorkeus (liioiteltu) ja ojaverkosto.*

Maankohoaminen

Olkiluodon alueella ei tapahdu merkittäviä maankohoamisesta aiheutuvia vaikutuksia tulevan sadan vuoden aikana. Munakarista tulee osa Olkiluotoa ja nykyisen, niitä erottavan salmen kohdalle muodostuu järvi tai kosteikkoalue (Kuva 6-8). Olkiluoto yhdistyy mantereeseen niitä nykyisin erottavan kapean salmen kuivuessa.



Kuva 6-8. *Olkiluodon topografiaa 2050-luvulla.*

Seismologia
Suomen kallioperä on osa prekambrista Fennoskandian kilpeä, joka kuuluu maapallon seismisesti rauhallisimpiin alueisiin. Siinä esiintyy kuitenkin jännitystiloja, jotka purkautuessaan saattavat aiheuttaa heikkoja maanjäristyksiä. Nämä keskittyvät yleensä kallioperässä jo olemassa oleviin heikkousvyöhykkeisiin. Suomessa tapahtuvia maanjäristyksiä rekisteröidään yleensä vuosittain 10–50. Nämä järistykset ovat suhteellisen heikkoja, suuruusluokaltaan M_L (Richter) 0–4. Vuoden 2006 jälkeen tilastointitapaa on muutettu sisältämään myös alle suuruusluokan 1 (Richter) järistyksiä. Vuoden 2011 maanjäristyshavaintojen määrää (90) lisäävät Kouvolan alueen pienten, suuruusluokaltaan ML = 0.3–2.6 (paikallinen Richter) järistysten sarja 1.12.2011 alkaen *(Helsingin Yliopisto 2012).*

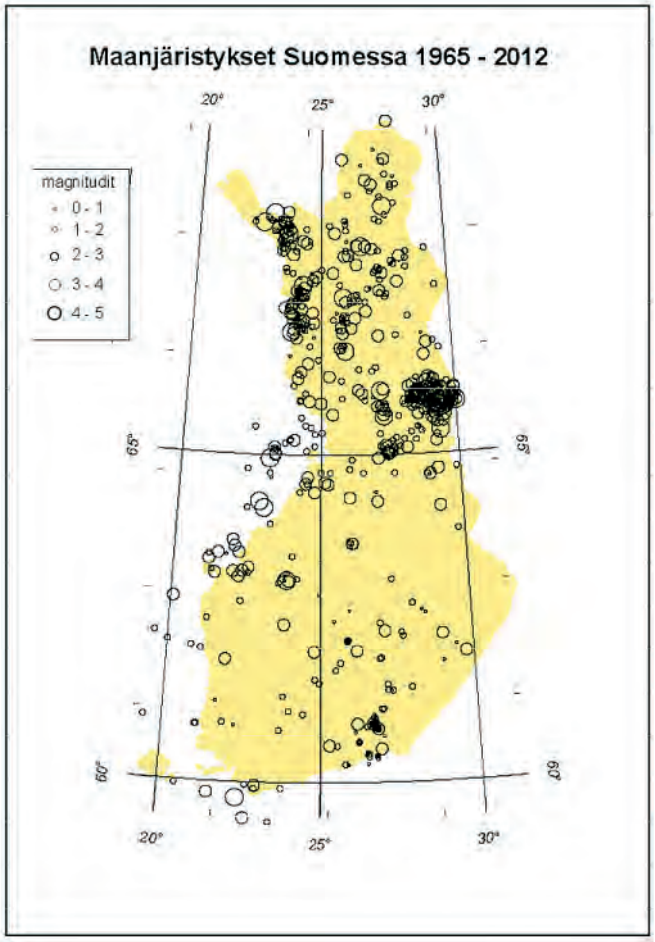
Laitilan seismisen aseman käyttöönoton jälkeen vuonna 2006 on Lounais-Suomen alueella rekisteröity pieniä maanjäristyksiä 3.1.2007 Laitilassa (M_L = 1.9 (Richter) ja 10.2.2007 Yläneellä (M_L = 0.6). Pieni maanjäristys (M_L = 0.8) havaittiin lisäksi 29.9.2008 Eurajoella, noin 12 kilometriä Olkiluodosta *(Lahti & Hakala 2009).* Järistykset havaittiin myös Olkiluodon asemaverkolla *(Saari & Lakio 2008).* Uudessakaupungissa havaittiin kaksi suuruusluokaltaan M_L = 1.4 (Richter) järistystä 22.4.2009 ja 24.4.2009 *(Helsingin Yliopisto 2012 ja Lahti & Hakala 2009).* Olkiluodon alueen maanjäristykset ovat pieniä (M_L < 3.1) ja suhteellisen harvinaisia *(Saari 2008).*

Suomesta tunnetaan maanjäristyshavaintoja lähes 400 vuoden ajalta. Vuoden 1965 jälkeen voimakkain Suomessa rekisteröity maanjäristys sattui Alajärvellä 17.2.1979. Sen suuruusluokaksi määritettiin noin 3,8 Richterin asteikolla. Suurin Suomessa tilastoitu maanjäristys on ollut 4,9 Richterin asteikolla *(Helsingin Yliopisto 2012).* Vuosina 1977–2012 lähes puolet kaikista Suomessa havaituista maanjäristyksistä sattui Kuusamon alueella. Suomessa esiintyneet maanjäristykset vuosina 1965–2012 on esitetty kuvassa (Kuva 6-9). Suomessa maanjäristykset johtuvat yleensä jännityksestä, joka aiheutuu Pohjois-Atlantin keskiselänteen leviämisestä. Euraasian ja Pohjois-Amerikan laatat erkanevat toisistaan noin kaksi senttimetriä vuodessa, mikä aiheuttaa puristusjännityksen koko Fennoskandian alueella. Hitaasti kertyvä jännitys ylittää jossain pisteessä kiviaineksen lujuuden ja purkautuu äkillisesti maanjäristyksenä. Tällöin maanjäristyslähdettä ympäröivän kallioperän osat liikkuvat toistensa suhteen. Tämä liike tapahtuu yleensä maankuoren vanhoja siirroksia pitkin. Muita paikallisia syitä on muun muassa maannousu, joka aiheuttaa maanjäristyksiä lähinnä Pohjanlahden alueella. *(Helsingin yliopisto 2007.)*

Olkiluodon kallioperää on viime vuosina tutkittu erityisen tarkasti. Geologiset selvitykset ovat jo osoittaneet, että kallioperä on vakaata eikä laitoksen toimintaan vaikuttavia maanjäristyksiä esiinny *(Saari 2008, Saari 2006, La Pointe & Hermanson 2002).* Posivan Olkiluodon paikallisella seismisellä asemaverkolla aloitettiin seismiset mittaukset vuoden 2002 helmikuussa. Aluksi asemaverkko koostui kuudesta seismisestä asemasta. Kesäkuussa 2004 asemaverkkoa laajennettiin kahdella uudella asemalla kattamaan samoihin aikoihin aloitetun maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, mittaustarpeet. Vuoden 2006 alussa asemaverkkoa on laajennettu neljällä asemalla, joista yksi on sijoitettu maan alle VLJ-luolaan ja kolme muuta kauemmaksi Olkiluodon saaren ulkopuolelle. Vuoden 2011 aikana asemaverkko on koostunut 15 asemasta ja 20 kolmiaksiaalisesta sensorista *(Saari & Malm 2012).* Tarkkuutta on parannettu kolmiaksiaalisten reikäanturien avulla.

Mikromaanjäristysmittausten avulla pyritään lisäämään tietoa Olkiluodon kallioperän rakenteesta, liikkeistä ja stabiilisuudesta. Tutkimuksen kohteena ovat tektoniset ja louhinnan indusoimat mikromaanjäristykset. Mittaukset ovat myös osa ONKALOn ydinsulkuvalvontaa. ONKALOn lähitilavuutta (2 x 2 x 2 km) on 2010 alkaen seurattu kymmenen aseman avulla. Tilojen rakentamisen vaikutusten arvioidaan rajoittuvan tähän tilavuuteen.

Vuodesta 2005 alkaen Olkiluodon lähialueelle paikallistettiin vuosittain noin 1 000–2 000 mikromaanjäristystä. Yhteensä järistyksiä havaittiin noin 12 273. Niiden suuruusluokat vaihtelivat välillä M_L = -3.5 ja M_L = 3.1 (Richter). Lähes kaikki havainnot olivat räjäytyksiä. Yhteensä 15 tapausta vuodesta 2005 alkaen (2–3 vuosittain) on voitu luokitella louhinnan aiheuttamaksi mikromaanjäristykseksi. Siirtymien vaihteluväli on 1–72 mikrometriä ja siirrostasojen säteet 3–16 metriä. Suuruusluokat olivat M_L = -2.0…+0.1. Vuonna 2010 todettiin kolme kallion injektoinnin aiheuttamaa mikromaanjäristystä (M_L = -3.0…-1.6). *(Lahti & Sirén 2011, Saari & Malm 2012, 2011 ja 2010, Lahti & Hakala 2009, Lahti ym. 2009, Saari & Lakio 2007, Riikonen 2006 ja 2005.)*



Kuva 6-9. *Suomen maanjäristykset vuosina 1965–2012 (Helsingin yliopisto 2012).*

Pohjavesi

Pohjaveden pinta myötäilee väljästi maanpinnan topografiaa; moreenipeitteisillä alueilla pohjavesi on tyypillisesti 1–2 metrin syvyydellä ja rannassa pohjaveden pinta yhtyy meriveden pintaan. Olkiluodossa ei ole luokiteltuja pohjavesialueita, eikä alue ole yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta merkityksellistä aluetta. Saarella on 11 yksityisten omistamaa porakaivoa ja näistä viisi on jatkuvassa tai vapaa-ajan käytössä. Lähin luokiteltu pohjavesialue sijaitsee Kuivalahdella Eurajoensalmen pohjoispuolella, noin kuusi kilometriä kapselointi- ja loppusijoituslaitokselta koilliseen. Kalliossa esiintyvä pohjavesi on makeaa ensimmäisten kymmenien metrien matkalla. Tämän jälkeen esiintyy murtovettä (suolaa 1–10 g/l). Loppusijoitussyvyydellä, noin -400 metrissä, vesi on suolaista (11–21 g/l). Tämän jälkeen suolapitoisuus lisääntyy syvyyden kasvaessa. 860 metrin syvyydellä

vesinäytteestä on mitattu suurin suolapitoisuusarvo 84 g/l *(Andersson ym. 2007)*. Reiän OL-KR1 pohjalta, noin 980 metrin syvyydellä, on veden sähkönjohtavuuteen perustuvaksi suolapitoisuusarvoksi mitattu 125 g/l *(Väisäsvaara ym. 2008)*.

ONKALOn rakentaminen vaikuttaa Olkiluodon kallioperässä liikkuvan veden virtausreitteihin ja -nopeuksiin sekä sitä kautta myös veden hydrogeokemiallisiin ominaisuuksiin. Näitä muutoksia on havainnoitu vuosittain ilmestyvissä monitorointiraporteissa, joista viimeisin koskee vuoden 2010 tuloksia *(Penttinen ym. 2012)*.

6.3.3 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Maanpäälliset rakenteet
Rakennusvaiheessa kalliota louhitaan maanpinnalla muutaman kuukauden ajan. Tämä pintalouhinta tehdään rakennuksia, teitä ja pihoja rakennettaessa. Näistä jo suurin osa on tehty ONKALOa varten. Kapselointilaitoksen pohjan louhinnasta ja mahdollisesta muusta toiminnasta tuleva kiviaines sijoitetaan uudelle louheen läjitysalueelle. Poistumisteiden ja ilmanvaihdon järjestäminen voi edellyttää uusien pystykuilujen rakentamista nykyisen laitosalueen ulkopuolelle. Pystykuilun kohdalle tultaisiin rakentamaan noin 20 m^2:n suuruinen rakennus, joka erotetaan aidalla ympäristöstään. Kuilut tehdään nousuporaustekniikalla, joten maanpäällistä rakentamista ei juurikaan tapahdu niiden vuoksi. Muut maanpäälliset rakennukset on rakennettu jo ennen loppusijoituksen aloittamista.

Maanalaisen loppusijoituslaitoksen vaikutus kallioperään
Maanalaisen laitososan tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 tU, on noin 190 hehtaaria. Maanalaisten tunnelien pituus on noin 82 000 metriä.

Loppusijoitustilojen louhintatyöt loppusijoitusreikiä ja kuiluja lukuun ottamatta suunnitellaan tehtäväksi poraus-räjäytys -menetelmällä. Louhinnan suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota louhintajälkeen ja louhinnan vaikutukseen tunneleita ympäröivään kallioon. Sallittava ylilouhintatoleranssi pidetään pienenä, jottei turhaan kasvateta myöhemmin täytettävää tilavuutta. Tunneleita louhittaessa voidaan tunnelin pohjaosa louhia erikseen, jolloin vaikutus lattian ja seinien alaosien kallioon jää pienemmäksi.

Louhinnassa käytettävä poraus-räjäytys -menetelmä koostuu useista eri välivaiheista. Tunnelin perään porataan ensin yhden katkon irrottamiseen tarvittavat louhintareiät. Seuraavassa vaiheessa reiät panostetaan ja panostuksen jälkeen katko räjäytetään ja tunneli tuuletetaan. Räjäytetty louhe lastataan ajoneuvoihin ja kuljetetaan ajotunnelia pitkin maanpinnalle. Louhittavan perän tyhjennyksen jälkeen aloitetaan jälleen uuden katkon louhintareikien poraus. Injektointi- ja lujitustöitä tehdään tarvittaessa eri vaiheiden välissä. Louhintatyön saattavat keskeyttää erilaiset kartoitukset ja tutkimukset. Loppusijoitustunnelien lattiaan tehtävät loppusijoitusreiät porataan tarkoitukseen kehitetyllä porausmenetelmällä. Porauksessa syntyvä aines poistetaan reiän pohjalta alipaineella toimivan ilmahuuhtelun avulla. Laitteistolla voidaan porata suuriläpimittaisia reikiä ylhäältä alaspäin matalassa loppusijoitustunnelissa. Suurin osa loppusijoitustilojen rakennusteknisistä töistä tehdään ONKALOn rakennusvaiheessa, muun muassa ajotunnelin, henkilö-, tulo- ja poistoilmakuilun sekä valvomattoman alueen teknisten tilojen rakenteet.

Loppusijoitusta edeltävässä rakennusvaiheessa toteutettavia rakennusteknisiä töitä ovat muun muassa valvonta-alueen tilojen, kapselikuilun, toisen poistoilmakuilun sekä ensimmäisten sijoitustunnelien ja keskustunnelien rakentaminen. Käyttövaiheen aikana rakennustöitä tehdään keskus- ja sijoitustunneleissa noin 5–10 vuoden välein toteutettavien louhintaurakoiden yhteydessä.

Kapselien lämmöntuoton vaikutukset kallioperään
Kunkin kapselin lämmöntuotto nostaa lähialueen lämpötilaa. Kunkin reaktorista poistetun käytetyn polttoaine-erän tulee olla jäähtynyt siten, että kapseleita ympäröivän bentoniitin lämpötila ei loppusijoituksen aikana ylitä +100 °C:n lämpötilaa. Mikäli kapseleiden lähialueiden lämpötila nousisi liian korkeaksi, bentoniittipuskurissa saattaisi ilmetä kemiallisia muutoksia, jotka heikentäisivät sen kapselia suojaavia ominaisuuksia. Loppusijoitustilojen kokonaislämmöntuotto on kutakuinkin suoraan verrannollinen loppusijoitustiloissa olevien jätekapseleiden määrään. Kapseleiden lähialueen lämpötilan ei kuitenkaan oleteta olevan erityisen herkkä loppusijoitustiloihin sijoitettujen kapseleiden kokonaismäärän suhteen, koska kapselit sijoitetaan joka tapauksessa toisistaan erilleen siten, että liiallinen lämpötilan nousu vältetään. Käytetyn ydinpolttoaineen jälkilämpö aiheuttaa kallion laajentumista. Sekä elementtimenetelmällä että analyyttisesti on laskettu maanpinnan kohoavan loppusijoitustilan keskikohdalla enimmillään noin seitsemän senttimetriä runsaan tuhannen vuoden kuluessa. *(Ikonen 2007.)*

Syntyvän louheen ja muun kiviaineksen määrä
Loppusijoitettavan polttoainemäärän (9 000 tU) mukainen louheen kokonaistuotto on noin 1 670 000 kiintokuutiota. Louhetta syntyy vuosittain keskimäärin noin 20 000 kiintokuutiota. Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevalle louheen läjitysalueelle. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi. Kaikkea louhetta ei tarvita maanalaisten tilojen täyttömateriaaliksi, vaan sitä voidaan käyttää muihin tarkoituksiin. Yhtenä vaihtoehtona on myydä louhetta joko sellaisenaan tai murskattuna esimerkiksi täyttö- tai rakennusmateriaaliksi. Mikäli loppusijoittamisessa päädytään vaakasijoitusratkaisun käyttöön, on muodostuva louhemäärä tätä pienempi, koska vaakasijoituksessa avointa kalliotilaa tarvitaan vähemmän kuin pystysijoitusratkaisussa. Vaakasijoitusratkaisussa vastaavia loppusijoitustunneleita ei tarvitse louhia, vaan ne porataan täysporausmenetelmällä. Näin syntynyt murskaantunut kiviaines kuljetetaan louheen tapaan maanpinnalle ja läjitetään. Ainesta ei tarvitse enää murskata, vaan sitä voidaan käyttää muihin käyttötarkoituksiin sellaisenaan joko Olkiluodossa tai muualla. Olkiluodossa rakentamisen yhteydessä syntyvä kiinteä aines, kuten tarpeettomat maamassat, läjitetään TVO:n ydinvoimalaitoksen nykyiselle maankaatopaikalle.

Vaikutukset pohjavesiin
ONKALOn ja kapselointi- sekä loppusijoituslaitoksen rakentaminen saattaa vaikuttaa Olkiluodon kallioperässä liikkuvan veden virtausreitteihin ja -nopeuksiin sekä sitä kautta myös pohjaveden kemialliseen koostumukseen. Muutoksia havainnoidaan vuonna 2003 laaditun ONKALOn rakentamisen aikaisen monitorointiohjelman avulla. Kuvassa (Kuva 6-10) on esitetty matalien pohjaveden tarkkailupisteiden sijainti Olkiluodossa. Tunneleita rakennettaessa ja loppusijoitustiloja käytettäessä avoimiin tunnelitilavuuksiin vuotaa pohjavettä, joka pumpataan maanpinnalle. Tämä alentaa pohjaveden painekorkeutta tunneliston ympärillä ja aiheuttaa mahdollisesti myös pohjaveden pinnankorkeuden alenemista Olkiluodon saaren alueella. Vuotovesien määrää ja vaikutusten laajuutta pyritään rakennustyön edetessä vähentämään tiivistämällä kalliota tunnelien ympärillä.

ONKALOn kokonaisvuoto on tällä hetkellä (kevät 2012) hieman alle 40 l minuutissa. Kokonaisvuoto tulee arvioiden mukaan olemaan enimmillään noin 100 l minuutissa tiivistämisen onnistumisesta riippuen, kun sekä ONKALO että kulloinkin avoimena oleva loppusijoitustila ovat samanaikaisesti avoimia. Vuotoveden lisääntyminen rakentamisen edetessä ei todennäköisesti enää lisää jo havaittua hyvin pientä vaikutusta (alle 0.5 metriä ONKALOn päällä) pohjaveden pinnankorkeuteen, koska ONKALOn pinnanläheiset osat on jo rakennettu. Paikallisesti alenema on voinut ja voi tulevaisuudessa muodostua

suuremmaksi kohtiin, joissa keskimääräistä paremmin vettä johtavia rakenteita sijoittuu pinnan läheisyyteen ja joista vedet vuotavat ONKALOon. Nykyisissä numeerisissa virtausmalleissa on lähtökohdaksi otettu arvio, että pohjaveden pinnankorkeus ei muutu ONKALOn rakentamisen vaikutuksesta.

Pohjaveden painekorkeudessa on havaittu sekä lyhytaikaisia että pitkäaikaisia muutoksia. Lyhytaikaiset muutokset ovat johtuneet useista eri tutkimustoimenpiteistä sekä tutkimusalueella että ONKALOssa ja tilapäisistä vuodoista ONKALOssa tehtyjen reikien lävistäessä vettä johtavia vyöhykkeitä ja rakoja. Painekorkeuden alenemat ovat eräiden vyöhykkeiden lävistyskohtien vakaan vuodon johdosta vakiintuneet tasolle, joka vaihtelee ONKALOn lähellä noin metristä (HZ19-vyöhykkeet) selvästi yli 10 metriin (HZ20-vyöhykkeet). HZ20-vyöhykkeiden osalta meneillään olevat kuilujen lävistykset tulevat saatujen kokemusten perusteella vielä lisäämään painekorkeuden alenemia muutamia metrejä. ONKALOn lähialueella (alle 50 metrin etäisyydellä) on painekorkeus alentunut paikoin yli 100 metriä yksittäisissä raoissa tai hyvin paikallisissa vyöhykkeissä, vaikka niiden leikkauskohta ONKALOssa vuotaa jopa alle 1 dl minuutissa. Tämä johtuu siitä, että kyseisten rakojen vedenjohtavuus on hyvin pieni, eivätkä ne saa korvaavaa vettä ympäristöstään. Avoimien kairareikien virtausolosuhteissa havaitut muutokset ovat paljastaneet muutamia hydraulisia yhteyksiä tiettyjen reikäjaksojen ja ONKALOn välillä. Injektoinnissa käytetty sementti on pienentänyt vedenjohtavuuksia myös huonosti vettä johtavissa raoissa ONKALOn lähellä sijaitsevissa rei'issä. *(Klockars ym. 2007.)*

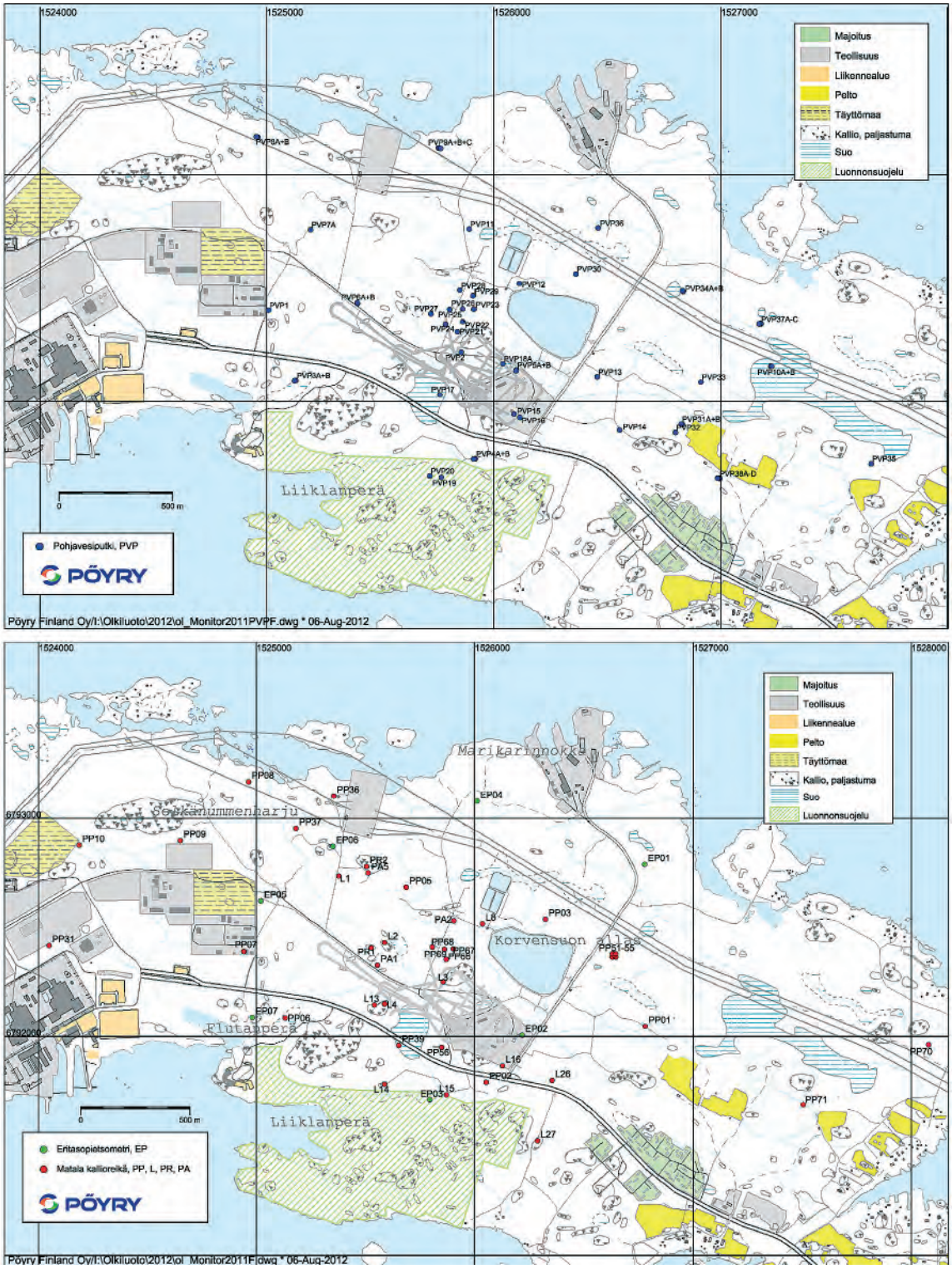
Matalien pohjavesien pääioneissa syksyllä 2002, 2004 ja 2005 havaitut muutokset ovat johtuneet mahdollisesti vuodenaikaisvaihtelusta *(Pitkänen ym. 2007)*, joka on monitoroinnissa osoittautunut tyypilliseksi, merkittäviä vuodenaikaisia (ja vuosien välisiä) pitoisuuseroja aiheuttavaksi tekijäksi osassa matalia pohjavesinäytteenottopaikkoja *(Pitkänen ym. 2009 ja 2008, Penttinen ym. 2012 ja 2010)*, mutta myös alueen maanrakennustoiminnalla *(Pitkänen 2008 ja 2007)*, sekä alueella suoritetuilla räjäytystöillä *(Penttinen ym. 2010)* on paikallisesti ollut vaikutuksia matalan pohjaveden laatuun. Alueella sijaitsevan Korvensuon altaan veden vaikutus on ollut nähtävissä altaan pohjoispuolella sijaitsevien matalien pohjavesinäytteenottopaikkojen isotooppikoostumuksessa *(Penttinen ym. 2012 ja 2010, Pitkänen ym. 2008 ja 2007, Hirvonen ym. 2006, Hirvonen ja Mäntynen 2005)* sekä myös eräissä syvissä pohjavesinäytteissä *(Pitkänen ym. 2009)*. Suoranaisia ONKALOn rakentamisesta johtuvia muutoksia matalissa pohjavesissä ei ole havaittu ennen vuotta 2010, jolloin havaittiin sulfaattipitoisuuden kohoavan paikoittain ONKALO-alueen ympärillä, sekä erityisesti ONKALOn yläpuolella sijaitsevalla näytteenottopaikalla. Ilmiö saattaa olla yhteydessä ONKALOn rakentamisen aiheuttamiin muutoksiin pohjaveden virtausolosuhteissa. Lisäksi pohjavedessä on vuodesta 2008 lähtien havaittu lievää suolaisuuden laimenemista kallion pintaosissa rakenteessa HZ19 ja sen yläpuolella sekä viitteitä Korvensuon altaasta suotautuvasta vedestä. Syvällä kalliossa havaitut muutokset ovat olleet vähäisiä.

Hydrogeologisen rakennekokonaisuuden HZ19 ja sen yläpuolisen kallion on havaittu jonkin verran laimenevan ONKALOn aiheuttaman hydraulisen gradientin seurauksena *(Penttinen ym. 2012)*. Muutamissa suhteellisen syvällä olevassa HZ19:n monitorointipisteessä laimeneminen on ollut huomattavaa. Näissä (mm. OL-KR22/L4 ja OL-KR37/L4) on ollut kyse ONKALOn aiheuttaman hydraulisen gradientin ja monitulppalaitteiston pettämisen yhteisvaikutuksesta, minkä seurauksena veden virtaus reikää pitkin HZ19-leikkaukseen on voimistunut merkittävästi. Korvensuon altaasta peräisin olevan pohjavesikomponentin on tunnistettu virtaavan kallion yläosaan ONKALOn läheisyydessä. Pohjaveden stabiilien isotooppien koostumusmuutosten perusteella on vuodesta 2007 lähtien havaittu Korvensuon altaasta suotautuneen veden vaikuttavan OL-KR25:n

HZ19C-leikkauksessa (L3) ja ONKALOssa kahdessa injektointisementin seurantareiässä ONK-KR3 ja ONK-KR4.

ONKALOn aiheuttama painegradientti on aiheuttanut muutoksia joissakin tapauksissa myös syvällä kalliossa kaavaillun loppusijoitustason alapuolella. Itäisellä alueella on havaittu pohjaveden laimenneen rei'issä OL-KR40 ja OL-KR44 HZ20B- ja HZ056-rakenteiden leikkauksissa. Kyseiset rakenteet yhdistävät reiät ONKALOon ja laimeneminen on seurausta avoimessa reiässä tapahtuneesta imusta. Vastaava ilmiö tapahtui myös OL-KR39:ssä tulppien poiston myötä (L2-tasolla). Tulpatuissa rei'issä vaikutus voi olla myös päinvastainen, mikä johtaisi suolaisen pohjaveden kohoamiseen rakennetta pitkin. Tällaisesta on ollut viitteitä HZ20:n monitoroinnin osalta. OL-KR23:ssa (L1) suolaisuuden tasainen kasvu on jatkunut reiän tulppauksesta lähtien (2005), joskin ainakin alkuosa on seurausta avoimen reiän aiheuttaman laimenemisen korjaantumisesta, koska ONKALO leikkasi HZ20-systeemin vasta vuonna 2008. OL-KR9:ssä pitkään vakaana olleessa tulppavälissä (L3) suolaisuus nousi yllättäen vuonna 2009, mutta oli palautunut ennalleen vuonna 2011. Syväkalliomonitorointi voimakassuolaisen (> 35 g/L) pohjaveden alueella (> 600 metrin syvyydessä) on osoittanut geokemiallisten olosuhteiden pysyneen vakaina.

Liuenneen sulfidin muodostuminen sulfaatin pelkistyessä on merkittävä geokemiallis-mikrobiologinen prosessi, joka voi liittyä muun muassa ONKALOn aiheuttamaan pohjavesityyppien sekoittumiseen. Erityisesti SO_4- ja CH_4-pitoisen murto- ja suolaisen pohjaveden sekoittuessa on havaittu äkillisiä sulfidipitoisuuden nousuja *(Posiva 2012d)*. Edellä kuvatun kaltaisiin avoimien reikien sisäiseen pohjavesien sekoittumiseen liittyy muun muassa OL-KR13:ssa havaittu korkea sulfidipitoisuus (12,4 mg/L/2001), joka on myöhemmin selvästi laskenut (2,5 mg/L/2011) reiän tulppauksen myötä. Syvissä kairarei'issä ONKALOon liittyvät sulfidipitoisuuden poikkeamat ovat vähäisiä. Sen sijaan ONKALOssa on kahden pohjavesiaseman (ONK-PVA5 ja ONK-PVA8) monitorointituloksissa havaittu kohonneita sulfidipitoisuuksia, jotka voivat olla seurausta pohjavesityyppien sekoittumisesta tunneliseinän lähistöllä. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet, jota mikrobit tarvitsevat SO_4:n pelkistyksessä, ovat pysyneet ONKALOn monitorointituloksissa matalalla tasolla.



Kuva 6-10. *Pohjaveden tarkkailupisteet maapeitteessä (ylempi kuva) ja matalat kallioreiät (alempi kuva) Olkiluodossa vuonna 2011.*

6.4 Ilmasto ja ilmanlaatu

6.4.1 Arviointimenetelmät

Maarakennustyöt, työmaaliikenne sekä erillistoiminnot (esimerkiksi kivenmurskaus ja louheen läjitys) aiheuttavat toiminnan aikaista paikallista pölyämistä. Ajoneuvot ja työkoneet aiheuttavat pakokaasupäästöjä ilmaan. Nämä päästöt ja niiden vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä.

6.4.2 Ilmaston ja ilmanlaadun nykytila

Olkiluoto sijaitsee Selkämeren rannikolla merellisessä ilmastossa. Merelliselle ilmastolle tyypillistä on lämpöolojen tasaisuus. Keväällä lämpötila on rannikon tuntumassa selvästi alempi kuin kauempana sisämaassa. Syksyllä lämmin meri tasoittaa vuorokauden lämpötilaeroja, eikä yöpakkasia juurikaan esiinny. Talvi Satakunnan alueella on lauha, koska Selkämeren keskiosa pysyy jäättömänä lähes koko talven. Lumipeite on yleensä alle 20 senttimetrin paksuinen. Routa ulottuu tyypillisesti 10–70 senttimetrin syvyyteen. Kasvukauden pituus on viime vuosina ollut keskimäärin 180 päivää. Vallitseva tuulen suunta on lounaasta. Olkiluodon vuotuinen sademäärä vaihtelee 400–700 millimetriin. *(Haapanen 2011.)*

Päästöt ilmaan ovat Eurajoella vähäiset. Pienemmistä teollisuuslaitoksista ja muista pistelähteistä (esimerkiksi omakotitalot, saunat) aiheutuvien päästöjen määrää ei ole arvioitu. Eurajoella ei ole ilmanlaadun seurantaa. Lähin seurantamittauspiste on Raumalla. Myös teollisuuspaikkakunnilla Harjavallassa ja Porissa seurataan ilmanlaatua. Rauman alueen päästöt ovat pieniä verrattuna Porin ja Harjavallan päästöihin.

6.4.3 Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun

Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutus ilmanlaatuun

Pintaräjäytyksestä ilmaan joutuvan pölyn voi havaita tuulen suunnassa muutaman sadan metrin päähän *(LT-Konsultit Oy 1998)*. Louhinnan kesto ja ajoittuminen sekä vaikutusalueen koko huomioiden merkittäviä ympäristövaikutuksia ei ole. Maanalaisen räjäytyksen pöly ei vaikuta maanpinnalla.

Käyttö- ja sulkemisvaiheessa louhetta murskataan noin kuukauden ajan joka toinen vuosi. Louhintaa ja murskausta ei tehdä yöllä.

Siirrettävän murskaamon pölyvaikutusta on arvioitu valtioneuvoston määräämien ohjearvojen ja Tielaitoksen ohjeiden avulla. Murskaus tehdään lämpimään vuodenaikaan ja pölyämistä rajoitetaan kastelemalla. Talvella pölylähteet suojataan peittein tai koteloinnein. Suojaetäisyys on 300 metriä. Mikäli pölyämistä rajoitetaan vasta tarpeen ilmetessä, on suojaetäisyys 500 metriä. Suojaetäisyyksissä ei ole huomioitu kasvillisuuden suojaavaa vaikutusta *(LT-Konsultit Oy 1998, Tolppanen 1998)*.

Murskauksen ja läjityksen ympäristövaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienuuden ansiosta.

Ajoneuvoista aiheutuvat päästöt

Vuonna 1999 ja 2008 valmistuneissa Posivan ympäristövaikutusten arviointiselostuksissa todettiin hankkeen aiheuttavan korkeintaan muutaman prosentin lisäyksen laitospaikkakuntien tieliikenteen kokonaispäästöihin. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen aiheuttamalla liikenteellä ei ole merkitystä paikallisen ilmanlaadun kannalta. Esimerkiksi typpioksidin pitoisuudet alittavat selvästi ohjearvot.

6.5 Vesistöt

6.5.1 Arviointimenetelmät

Vedenhankintajärjestelyt on kuvattu ja veden hankinnan vaikutukset ympäristöön on arvioitu olemassa olevan tutkimustiedon, Posivan ja TVO:n tarkkailuohjelmien tulosten ja asiantuntija-arvioiden perusteella.

Suunnitellun kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana syntyvien jätevesien käsittely ja niiden aiheuttama kuormitus on esitetty. Jätevesien vaikutukset meriveden laatuun on arvioitu olemassa olevan tutkimustiedon, tarkkailuohjelmien tulosten ja asiantuntija-arvioiden perusteella.

6.5.2 Vesistön nykytila

Olkiluotoa rajaa pohjoispuolella noin 1,5 kilometriä leveä Eurajoensalmi ja eteläpuolella noin kolme kilometriä pitkä ja 0,7–1,0 kilometrin levyinen Olkiluodonvesi. Olkiluodon itä- ja kaakkoispuolille laskevat Eurajoki ja Lapinjoki. Olkiluodonveden eteläpuolelta alkaa Rauman saaristo. Olkiluodosta länteen on matalaa rannikkoaluetta, jossa on verrattain runsaasti pieniä saaria ja luotoja. Luotovyöhykkeen länsipuolella avautuu Selkämeri. *(Kirkkala & Turkki 2005.)*

Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallista ja biologista tarkkailua on tehty 1970-luvulta lähtien TVO:n tarkkailuohjelman puitteissa. Tarkkailun tarkoituksena on selvittää Olkiluodon voimalaitosten jäähdytysvesien vaikutuksia ympäröivän merialueen veden laatuun ja käyttökelpoisuuteen sekä biologiseen tuotantoon. Lisäksi Posiva tarkkailee merialueen vedenlaatua seuratakseen mahdollisia ONKALOn rakentamisesta aiheutuvia vaikutuksia ja tarkentaakseen alueen nykytilan kuvausta. *(Haapanen 2011.)*

Olkiluodon merialueen veden laatuun ja ekologiseen tilaan vaikuttavat Selkämeren rannikkovesien yleistila sekä jokien kuljettamat ravinteet ja muut aineet. Ydinvoimalaitosyksiköiden jäähdytysvesien aiheuttama veden lämpötilan nousu ja virtausolojen muutokset vaikuttavat merkittävästi ainoastaan jäähdytysveden otto- ja purkupaikkojen välittömässä läheisyydessä. Vain paikallisesti vedenlaatuun vaikuttaa myös jäähdytysvesien mukana johdettavien jätevesien ravinnekuorma. *(Haapanen ym. 2009.)*

Vedenlaatutarkkailutulosten perusteella ravinnepitoisuudet Olkiluodon edustan merialueella ovat Selkämeren alueen rannikkovesille tyypillistä tasoa. Erityisesti Eurajoensalmen alueella Eurajoen vaikutus näkyy korkeampina ravinne- ja kiintoainepitoisuuksina ja matalampana suolapitoisuutena. Tyypillinen kasvillisuus vaihtelee pohjan laadun mukaan, kovilla pohjilla vallitsevat makrolevät, kuten rakkolevä, ja pehmeillä pohjilla makean veden vesikasvit, kuten tähkä-ärviä ja järviruoko *(Posiva 2012-10).*

TVO:n ympäristön säteilyvalvontaohjelman mukaisissa tutkimuksissa on mitattu Olkiluodon edustan levistä, sedimentoituvasta aineksesta ja simpukoista vähäisiä määriä ja satunnaisesti myös kaloista erittäin vähäisiä määriä ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Luonnon radioaktiivisuuden osuus näytteissä oli huomattavasti voimalaperäistä aktiivisuutta suurempi. *(TVO 2012, Taivainen 2007.)*

Olkiluodon alueella on hyvin vähän makeanveden ekosysteemejä. Saaren ainoa järvi on kuivunut ojituksen seurauksena. Nykyään Olkiluodon kartassa näkyvä järvi (Korvensuon allas) on tehty 1970-luvulla voimalaitoksen raakavesialtaaksi, ja se on voimakkaasti säännöstelty. TVO ja Posiva seuraavat säännöllisesti Korvensuon altaan vedenlaatua *(Haapanen 2011).*

6.5.3 Vesistövaikutukset

Vedenhankinta
Poraus/louhinta-, pesu- ja sammutusvesijärjestelmää on rakennettu loppusijoituslaitoksen tutkimusvaiheessa, ONKALOn rakentamisen yhteydessä. Käyttövesiverkosto tullaan johtamaan teknisiin tiloihin henkilökuilua varustettaessa. Poraus/louhinta-, pesu- ja sammutusvesi otetaan Korvensuon altaasta humussuodatuksen jälkeen. Käyttövesi on normaalia vesijohtovettä. Vesi johdetaan Olkiluodon vesijohtoverkosta, jonka olemassa oleva kapasiteetti riittää tyydyttämään vedentarpeen. Käyttövettä ei ole tarkoitettu juotavaksi, joten tekniset tilat tullaan varustamaan juomavesiautomaatein.

Vuonna 2011 ONKALOn rakentamisessa käytettiin vettä noin 28 000 m^3 *(Posiva Oy 2012d).* Loppusijoitustilojen keskimääräiseksi päivittäiseksi veden tarpeeksi on arvioitu noin 25 m^3 ja vuositarpeeksi noin 9 300 m^3. Käyttöveden päivittäiseksi tarpeeksi on arvioitu noin 6 m^3. *(Saanio ym. 2012.)*

Talousjätevesien käsittely
Loppusijoituslaitoksen WC-viemärivedet kootaan 5 m^3 suuruiseen säiliöön ja kuljetetaan maanpinnalle loka-autolla. Talousjätevedet johdetaan käsiteltäviksi läheiselle TVO:n jätevedenpuhdistamolle, eikä niistä aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Vuotovesien käsittely
Loppusijoituslaitoksen vuotovesijärjestelmän tarkoituksena on koota kalliosta vuotavat vedet sekä poraus- ja pesuvedet selkeytysaltaaseen, selkeyttää vedet sekä pumpata vesi selkeytysaltaasta maan pinnalle pois johdettavaksi. Vuoto- ym. vesien kokooma-allas tullaan rakentamaan noin tasolle -430 metriä. Altaan tilavuus on 1 800 m^3. Vuoto- ym. vedet pumpataan selkeytysaltaasta henkilökuilun kautta maanpinnalle *(Saanio et al,. 2012).* Tunnelista pumpatut vedet johdetaan mereen. ONKALOn tutkimusvaiheessa vuoto- ym. vedet on pumpattu maan pinnalla olevaan selkeytysaltaaseen ja siitä edelleen ojaa pitkin mereen.

Kapselointilaitoksen jätevesien käsittely
Kaikki kapselointilaitoksen valvotulla alueella käytetyt pesuvedet kerätään lattiaviemäröinnin kautta suljettuun säiliöön ja analysoidaan laboratoriossa mahdollisten radioaktiivisten aineiden havaitsemiseksi. Mikäli radioaktiivisia aineita havaitaan, valvotun alueen jätevedet johdetaan edelleen käsiteltäväksi. Kaikki kapselointilaitoksella syntyvät nestemäiset radioaktiiviset jätteet kiinteytetään betonoimalla. Jätevedet, joissa ei havaita radioaktiivisia aineita, johdetaan laitosalueen tavalliseen viemäriverkkoon *(Kukkola 2012).* Valvotun alueen pesuvesistä ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Maarakennustöiden vaikutukset vesiin
Maarakennustöiden vaikutusta pintavesiin on arvioitu maastokäyntien ja karttojen avulla (LT-Konsultit Oy 1998). Olkiluodon osalta maastoarviointeja on täydennetty tekemällä lisälaskelmia Olkiluodon pintahydrologiamallilla *(Karvonen 2008).* Olkiluodon pintavesiverkosto koostuu lähes yksinomaan kaivetuista metsäojista tai teiden rakentamisen yhteydessä muodostuneista maantieojista.

Laitoksen rakentaminen muuttaa pintavesien imeytymisolosuhteita, kun katoilta ja asfaltoiduilta piha-alueilta (yhteensä kolme hehtaaria) tuleva vesi johdetaan vesistöön.

Valuma-alueiden purkautumissuunnat voidaan säilyttää rumpuputkilla, vaikka valuma-alueet sinänsä muuttuisivatkin. Riippumatta toimintojen laajuudesta tai niiden sijoit-

telusta laitos ei merkittävästi vaikuta pintavesivirtauksiin. Rankkasateista aiheutuvan pintavalunnan kulkeutuminen ojiin on laskettu pintahydrologian mallilla ja laskelmien mukaan ojien vedenpintojen muutokset nykytilanteeseen verrattuna jäävät hyvin lyhytaikaisiksi eikä niillä ole haitallista vaikutusta. *(Karvonen 2008.)*

Olkiluodon alueella on valunnanmuutosten lisäksi arvioitu loppusijoituspaikan maatöiden ja asfaltoinnin vaikutus pintavesiuomien ja läheisen merialueen ravinne- ja kiintoainekuormitukseen. Maatöiden ja asfaltoinnin vaikutus purkautuviin ainemääriin saatiin kertomalla Olkiluodon pintahydrologian mallilla lasketut vesimäärät pitoisuuksilla, jotka arvioitiin Teknillisen korkeakoulun vesitalouden laboratoriossa tehtyjen tutkimusten perusteella *(Kotola & Nurminen 2003).*

Olkiluodon pintavesiuomat ovat pääosin metsä- tai maantieojia, joissa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen alueelta tuleva kuormitus ei aiheuta merkittävää ympäristöhaittaa. Olkiluodon merialueen vedenlaatuun ja biologiseen tuotantoon vaikuttavat Selkämeren rannikkovesien yleistila sekä Eurajoen (valuma-alue 1 336 km^2) ja Lapinjoen (valuma-alue 462 km^2) kuljettamat ravinteet ja ainemäärät. Myös saarella sijaitsevan ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesillä on selvä vaikutuksensa. Edellä mainittuihin kuormituslähteisiin verrattuna kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen aiheuttama lisäkuormitus Olkiluotoa ympäröivälle merialueelle on erittäin pieni.

Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutus vesiin
Louhinnasta jää louheeseen ja kallioon pieniä räjähdysainejäämiä, kuten typen yhdisteitä. ONKALOssa käytettävien porausvesien ja sieltä pois pumpattavien vuoto- ym. vesien kemiallisia ominaisuuksia on seurattu. Maan pinnalla olevasta sedimentaatioaltaasta otetuissa vesinäytteissä voidaan selvästi havaita louhinnan aiheuttama nousu nitriitti-, nitraatti- ja kokonaistyppipitoisuuksissa. Kallion tiivistämisessä käytetyn betonin vuoksi sedimentaatioaltaan pH-arvo on tyypillisesti ollut korkea eli vesi on ollut emäksistä. Tästä ei kuitenkaan ole arvioitu aiheutuvan ympäristölle haittaa, sillä pH on neutraloitunut purkuojasta tehtyjen mittausten perusteella lyhyellä matkalla, jo ennen vesien johtamista mereen. *(Kasa 2011.)*

Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan louheen läjitysalueelle. Läjitysalueen valumavedet kerätään avo-ojiin ja johdetaan edelleen mereen. Louhe- ja murskekasoista tulevia valumavesiä on tarkkailtu säännöllisesti tutkimusvaiheessa, ONKALOn rakentamisen yhteydessä. Tarkkailua jatketaan loppusijoituslaitoksen rakentamis- ja käyttövaiheissa. Tehdyissä tarkkailuissa valumavesien kiintoainepitoisuudet ovat tyypillisesti noin 20 mg/l, kun louheen varastoinnin ympäristölupahakemuksessa keskimääräisiksi pitoisuuksiksi on arvioitu noin 50 mg/l. Valumavesillä ei ole merkittäviä vaikutuksia veden laatuun.

Louhinnalla, murskauksella ja läjityksellä ei ole merkittävää vaikutusta pintavesien laatuun loppusijoituslaitoksen rakentamis- tai käyttövaiheessa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutukset talousveteen ja porakaivoihin
Olkiluodon saaren pohjavesitilannetta seurataan jatkuvasti tiheän havaintoverkon avulla. Osana tätä havainnointia eräitä Olkiluodon saaren käyttövesikaivoja seurataan säännöllisesti. Tarkkailun avulla saadaan hyvä käsitys loppusijoitustoiminnan vaikutuksista Olkiluodon saaren pohjavesiolosuhteisiin. Lisäksi ONKALOn vaikutus pohjaveden pinnan alentumiseen rajoittuu työmaa-alueelle sekä sen välittömään läheisyyteen. Vaikutus pohjaveden pinnan alentumiseen on hyvin vähäinen. Tarkkailuun kuuluvien kaivojen vedenpinta seurailee vertailukaivojen vedenpintaa, eikä mitään ONKALOn rakentamisesta aiheutuvia selittämättömiä muutoksia tai vaikutuksia ole havaittu *(Haapanen 2011).*

Kapseleiden ja niiden sisällön aiheuttamia ympäristöriskejä talousveteen on myös arvioitu (Raiko & Nordman 1999). Ympäristövaikutusten kannalta merkityksellisten alkuaineiden pitoisuudet kaivovedessä on arvioitu konservatiivisesti olettaen muun muassa kapselin menettävän täysin tiiviytensä 10 000 vuoden kuluttua. Laskelmat osoittavat, että talousvedelle asetetut pitoisuusrajat alittuvat selvästi.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutus yleisiin uimarantoihin
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen läheisyydessä sijaitsevat yleiset uimarannat on esitetty kuvassa (Kuva 6-16). Laitoksella ei ole vaikutuksia yleisten uimarantojen vedenlaatuun.

6.6 Jätteet ja sivutuotteet sekä niiden käsittely

6.6.1 Arviointimenetelmät

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa syntyvien tavanomaisten, vaarallisten ja radioaktiivisten jätteiden määriä ja käsittelyä sekä arvioitu niihin liittyviä ympäristövaikutuksia asiantuntija-arviona.

6.6.2 Vaikutukset jätteiden määriin ja niiden käsittely

Rakennusjäte ja muu jätehuolto
Rakennustyömaiden jätehuoltoa Suomessa ohjaavat jätelaki *(JäteL 646/2011)* ja valtioneuvoston asetus *(179/2012)*. Lisäksi jätteiden keräystä ohjaavat Eurajoen kunnan yleiset jätehuoltomääräykset. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta siten, että jätelain 8 §:n mukaisesti otetaan talteen ja käytetään uudelleen käyttökelpoiset esineet ja aineet, ja että toiminnassa syntyy mahdollisimman vähän ja mahdollisimman haitatonta rakennus- ja käytöstäpoistojätettä.

Valtioneuvoston asetuksen mukaisesti rakennus- ja käytöstäpoistojätteen haltijan on järjestettävä erilliskeräys ainakin seuraaville jätelajeille: betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet, kipsipohjaiset jätteet, kyllästämättömät puujätteet, metallijätteet, lasijätteet, muovijätteet, paperi- ja kartonkijätteet sekä maa- ja kiviainesjätteet.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisessa ja käytössä muodostuu pieniä määriä tavanomaiselle teollisuustoiminnalle tyypillisiä jätteitä ja vaarallisia jätteitä, kuten jäteöljyjä, liuottimia, paristoja, loisteputkia ja talousjätteitä, joiden koostumus ja ominaisuudet eivät poikkea muiden teollisuuslaitosten vastaavista jätteistä. Vaaralliset jätteet välivarastoidaan laitoksella asianmukaisissa tiloissa ja toimitetaan joko kunnan vaarallisten jätteiden käsittelypisteeseen tai käsittelylaitokseen. Talousjätteistä lajitellaan hyödyntämiseen soveltuvat jakeet: paperi, kartonki, puu, lasi, metalli, muovi ja biojäte. Nämä jätteet toimitetaan hyötykäyttöön. Jäljelle jäävät aineet, joilla ei ole hyötyarvoa, viedään määräykset täyttävälle kaatopaikalle.

Kapselointilaitoksen ydinjätehuolto
Loppusijoitettavista ydinjätteistä säädetään ydinenergialain *(YEL 990/1987)* lisäksi valtioneuvoston asetuksessa ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta *(736/2008)*. Asetuksen mukaan ydinjätteet on käsiteltävä turvallisesti ja loppusijoitettavat jätteet on

luokiteltava riittävän tarkasti. Loppusijoitettavista jätteistä annettavat tiedot kuvataan myös STUKin ydinvoimalaitosohjeessa (YVL D.5 ”Ydinaineiden ja -jätteiden loppusijoitus”, luonnos). Loppusijoitettavista jätteistä tehdään ohjeen mukaisesti tallenteita, joista ilmenee jätepakkauskohtaisesti ainakin seuraavat tiedot:

- jätelaji, sen käsittely- ja pakkaustapa sekä turvallisuuden kannalta merkittävät rakenne- ja materiaaliominaisuudet,
- pakkauksen tunniste ja sijainti loppusijoitustilassa,
- merkittävimpien nuklidien aktiivisuudet yläraja-arvioina, käytetyn polttoaineen tapauksessa loppusijoituskapselikohtaisesti ja muiden jätteiden tapauksessa sijoitustilakohtaisesti, sekä
- käytetyn polttoaineen loppusijoituskapseleille myös laskettu efektiivinen kasvutekijä ja lämmönkehitys.

Kapselointilaitoksessa aktiivista jätettä syntyy lähinnä polttoaineen käsittelykammiossa, dekontaminointikeskuksessa ja kuljetussäiliön siirtokäytävässä, jos kuljetussäiliön pinta on kontaminoitunut ja siitä irtoaa kontaminaatiota. Käsittelykammiossa polttoaineesta peräisin olevat kiinteät jätteet (aktivoituneet korroosiotuotteet sekä mahdolliset polttoaineen kappaleet) kerätään talteen ja loppusijoitetaan yhdessä polttoaine-elementtien kanssa.

Matala-aktiivisia nestemäisiä jätteitä syntyy lähinnä käsittelykammion ja dekontaminointikeskuksen teräsvuorauksen sekä tarvittaessa esimerkiksi kuljetussäiliön pesuissa, polttoaineen kuivauksessa ja dekontaminointikeskuksessa käytettävistä liuoksista. Valvonta-alueen lattiaviemäröinnin keräämä vesi luokitellaan myös matala-aktiiviseksi jätteeksi, ellei mittauksilla voida osoittaa vettä puhtaaksi. Puhtaaksi todettu vesi voidaan johtaa laitosalueen viemäröintiin. Kaikki radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan kiinteässä muodossa. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan nestemäiset aktiiviset jätteet kuivataan tynnyreissä. Mikäli päädytään käyttämään suodatinhartseja, voidaan ne kiinteyttää esimerkiksi polymeeriin.

Käsittelykammiosta poistettavat laitteet puhdistetaan radioaktiivisuudesta ennen korjausta. Puhdistusliuoksien suodatinmassat kiinteytetään. Jos laitteita ei voida korjata, ne dekontaminoidaan ja vapautetaan valvonnasta tai pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan.

Valvotun alueen ja käsittelykammion ilmastoinnin suodattimet sekä imurointijärjestelmän suodattimet pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan.

Eniten radioaktiivisia jätteitä syntyy kapselointilaitoksen käytöstäpoistossa. Kapselointilaitoksen käytöstäpoiston yhteydessä huolehditaan kontaminoitumisen seurauksena järjestelmiin ja laitteisiin mahdollisesti jääneistä radioaktiivisista aineista. Kaikki käsittelykammion laitteet pakataan ja viedään käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoitustilaan. Käsittelykammion ja aktiivisen korjaamon teräsvuoraukset pestään puhtaiksi, mutta vuorauksia ei pureta. Pesuvedet kiinteytetään betoniin. Kapselointilaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden sijoitustilan tarve on noin 7 000 $m^{3.}$ *(Kukkola 2012 ja Kukkola & Eurajoki 2009.)*

6.7 Melu ja tärinä

6.7.1 Arviointimenetelmät

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, rakentamis- ja käyttövaiheessa melua aiheuttavia työvaiheita ovat lähinnä louhinta, murskaus ja liikenne. Meluvaikutuksia on arvioitu Olkiluodossa tehtyjen melumittausten tulosten, suunnittelutietojen, vuonna 2007 TVO:n YVA-menettelyn yhteydessä tehdyn melumallinnuksen *(Ramboll Analytics Oy 2007)* sekä ympäristön melutasoa koskevien tietojen ja normien avulla.

Ramboll Analytics Oy on selvittänyt Olkiluodon alueen toimintojen ja suunniteltujen toimintojen aiheuttamaa melua laskennallisesti syksyllä 2007 *(Ramboll Analytics Oy 2007)*. Meluselvitys perustuu suurelta osin aiemmin laadittuihin selvityksiin *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006a ja 2005)*. Melulaskennat on tehty 3D-maastomallin huomioivalla SoundPlan-laskentaohjelmalla (versio 6.3), joka perustuu yhteispohjoismaiseen tieliikennemelun ja teollisuusmelun laskentamalliin. Meluvyöhykkeet laskettiin päiväajalle (LAeq 7-22) ja yöajalle (LAeq 22-7). Mallissa otettiin huomioon muun muassa maastonmuodot, rakennusten este- ja heijastusvaikutukset sekä maaperän vaimennus. Maaperä oletettiin vaimentavaksi ja rakennukset sekä vesialueet ääntä heijastaviksi pinnoiksi. Laskennassa ei huomioitu puustoa tai muuta kasvillisuutta. Mallinnuksessa on huomioitu muiden rakennusten lisäksi muun muassa Olkiluodon ONKALO-työmaa, louheen murskaus, tuulivoimala, satama, Fingrid Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos, rakenteilla oleva Olkiluoto 3 -laitosyksikkö ja suunniteltu Olkiluoto 4 -laitosyksikkö.

Tärinä on arvioitu ONKALOn rakentamisen aikana saatujen seurantatulosten perusteella.

6.7.2 Nykyinen melutilanne

Olkiluodon alueella melutasoon vaikuttavat Posivan ONKALO-työmaa, TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja 2, rakenteilla olevan voimalaitosyksikön Olkiluoto 3:n rakennustyömaa, TVO:n tuulivoimalaitos, satama ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos. Olkiluodon melua on selvitetty vuosittain tehtävillä mittauksilla sekä laajemmalla melulaskennalla vuosina 2005 ja 2006.

Olkiluodon lähisaarissa tehtyjen melumittausten tulokset vaihtelivat välillä LAeq 42–46 dB. Mittaukset tehtiin päiväaikana Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakennustyömaan ollessa käynnissä. Laskennalliset melutasot lähimpien loma-asuntojen kohdalla eri tilanteissa vaihtelivat vuoden 2005 yöajan 36–38 dB:stä rakentamisen aikaiseen päiväajan 45–47 dB:iin. Tulosten mukaan Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakennustyömaan vuoksi saattaa jossain tilanteissa melun päiväajan ohjearvo loma-asutusalueilla (LAeq 45 dB) ylittyä lähimpien loma-asuntojen kohdalla. Vuonna 2005 vallinneessa tilanteessa yöajan ohjearvo ei kuitenkaan ylity. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2005.)*

Vuonna 2006 päivitetyn melulaskennan mukaan melutaso lähimmässä häiriintyvässä kohteessa Leppäkartan saaren loma-asunnon kohdalla ei ylitä päivä- eikä yöajan ohjearvoa Olkiluoto 3-laitosyksikön valmistuttua. Niin sanotun normaalitoiminnan mukaisessa tilanteessa melutaso Leppäkartan saaren lähimmän loma-asunnon kohdalla on 38–39 dB, mikä alittaa loma-asumiseen käytettäville alueille annetun yöajan ohjearvon (LAeq 40 dB) *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006a)*.

6.7.3 Melu- ja tärinävaikutukset

Maarakennustöistä, räjäytyksistä ja louheen käsittelystä ja murskauksesta sekä ajoneuvojen ja työkoneiden käytöstä aiheutuu melua ja tärinää. Maarakennustöissä merkittävimmät melua aiheuttavat toiminnot ovat louhinta, louheen murskaus ja poraus.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilaa rakennetaan vaiheittain sitä mukaa kun käytettyä ydinpolttoainetta loppusijoitetaan. Rakennustöiden aikana louheen murskaus aiheuttaa melua päiväaikaan. Louheen murskaus päättyy, kun Olkiluodon kallioperään sijoitettava käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu.

Pintalouhinnan räjähdysäänen voi kuulla noin kilometrin, merialueella kahdenkin kilometrin, päähän tuuliolosuhteista riippuen *(LT-Konsultit Oy 1998)*. Louhinnan kesto ja ajoittuminen sekä vaikutusalueen koko huomioiden merkittäviä ympäristövaikutuksia ei ole.

Maanalaisen räjäytysäänen kuulumista on arvioitu vastaavalla syvyydellä olevien kaivosten perusteella. Kaivoksissa käytetään suurempia räjähdysainemääriä avoimemmassa tilassa, jolloin äänilähde on voimakkaampi. Loppusijoitustilojen louhinnasta syntyvä ääni ei kuulu laitosalueen ulkopuolelle *(Tolppanen & Kokko 1998)*.

Murskaamon melu on arvioitu Tielaitoksen ohjeiden mukaan. Meluntorjuntalain ohjearvo asuntoalueilla on päivällä 55 dB(A). Iskumaisen melun mittaustulokseen tehdään 5 dB(A):n korjaus. Tielaitos (1993) määrittelee murskaamoiden suojaetäisyydet 50 dB(A):n mukaan. Normaalin keskustelun melutaso on 50–60 dB(A) ja hiljaisen asuntoalueen melutaso yöllä on 40 dB(A). Äänitaso 50 dB(A) alitetaan alle 500 metrin ja 40 dB(A) alle 1 200 metrin etäisyydellä. Etäisyyksissä ei ole huomioitu rakenteiden tai maastonmuotojen vaimentavaa vaikutusta *(Tielaitos 1993)*.

Mikäli louhe sijoitetaan murskaamosta 50 metrin etäisyydelle, alitetaan 50 dB(A) jo alle 200 metrin ja 40 dB(A) reilun 500 metrin etäisyydellä *(Tielaitos 1993)*. Jos louheen lisäksi huomioitaisiin metsän ja maastonmuotojen yhteisvaikutus, alitettaisiin 40 dB(A) todennäköisesti 500 metrin päässä murskaamosta. Olkiluodossa lyhimmät etäisyydet murskausasemasta rantaan tai mökkiin ovat noin 500 metriä *(LT-Konsultit Oy 1998)*.

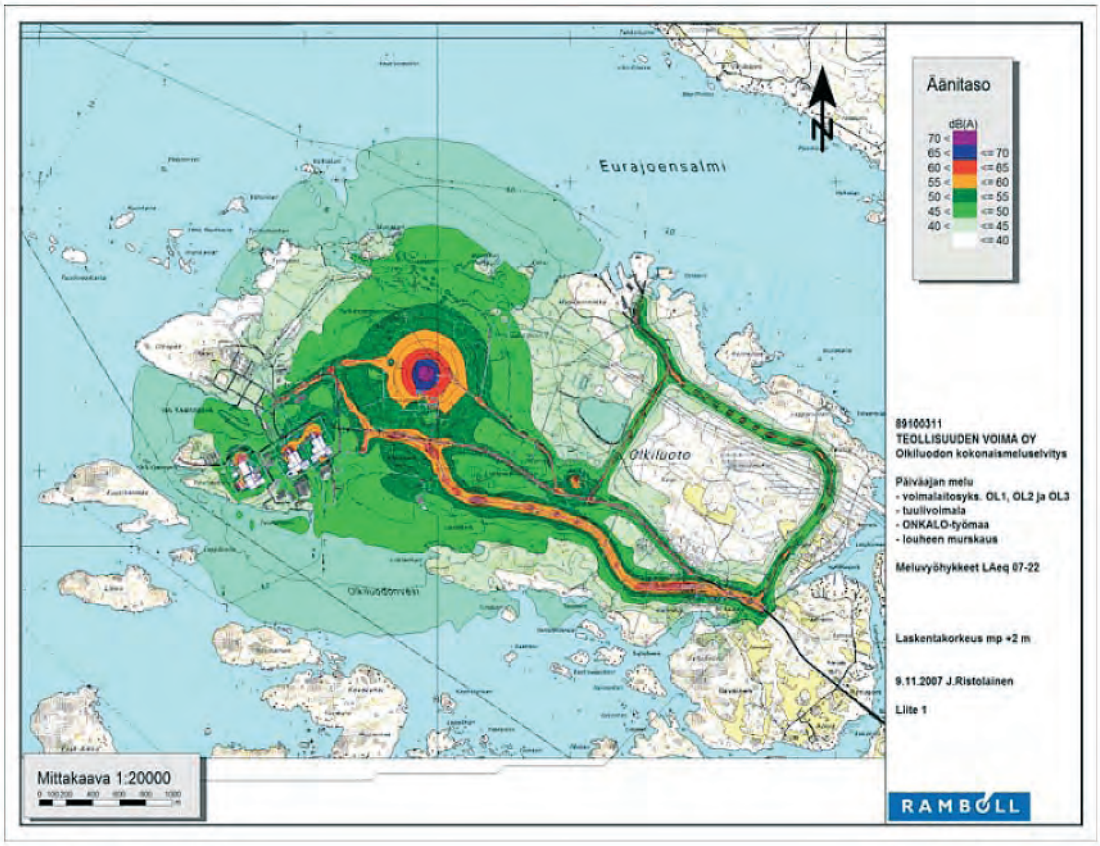
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen melu- ja tärinävaikutukset jäävät vähäisiksi kuilujen (kuten ilmanvaihto-, henkilö- ja kapselikuilut) rakentamisessa käytettävän nousuporaustekniikan ja sen vaatiman toiminnan lyhyen keston ansiosta. Nousuporauksen avulla pystytään kuilua poraamaan niin sanotulla avarrusterällä noin puoli metriä tunnissa. Laitosten aiheuttama liikenne leventää teiden melualuetta jossain määrin.

Kuten seuraavassa esitetään, murskauksen ja läjityksen meluvaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienuuden ansiosta.

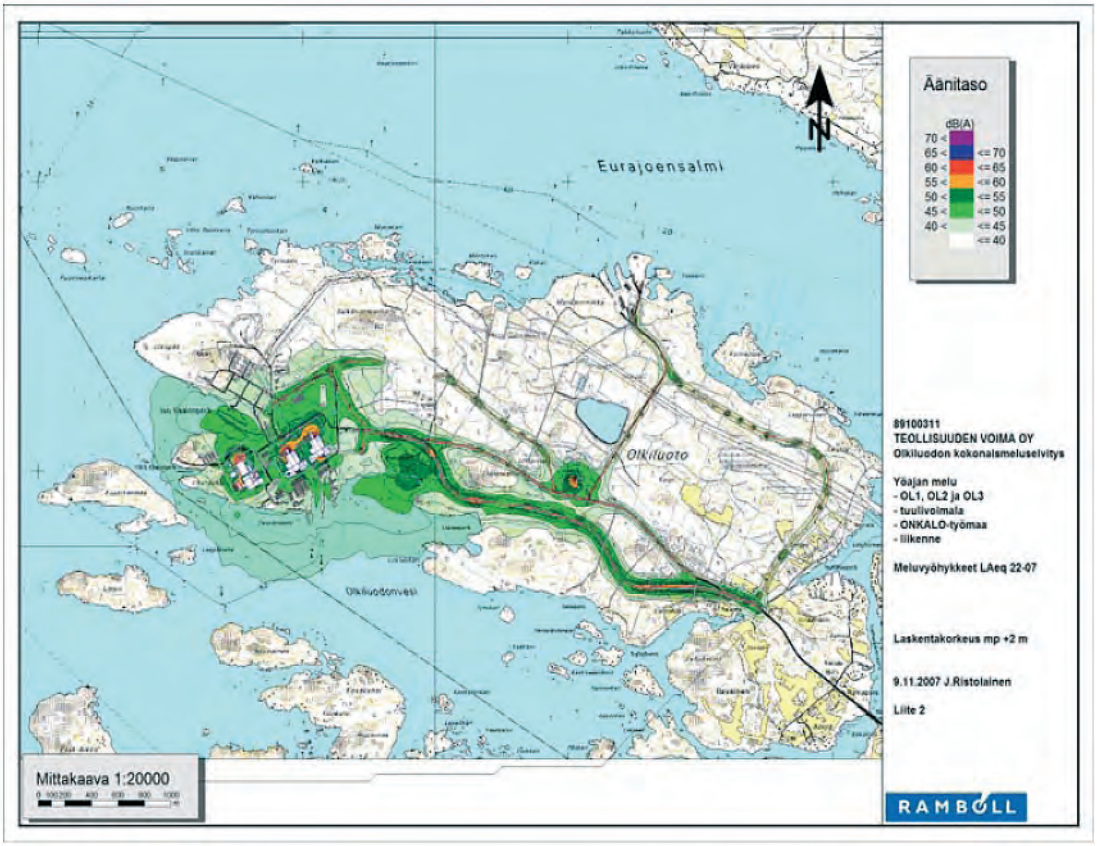
Olkiluodon meluselvityksen tulokset

Olkiluodon toimintojen aiheuttamat päivä- ja yöajan meluvyöhykkeet (LAeq 7-22 ja LAeq 22-7) on esitetty kuvissa (Kuva 6-11–Kuva 6-14). Kuvissa (Kuva 6-11 ja Kuva 6-12) on esitetty päivä- ja yöajan meluvyöhykkeet tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1, 2 ja 3 (OL1-4) ovat käytössä ja kapselointi- ja loppusijoituslaitos

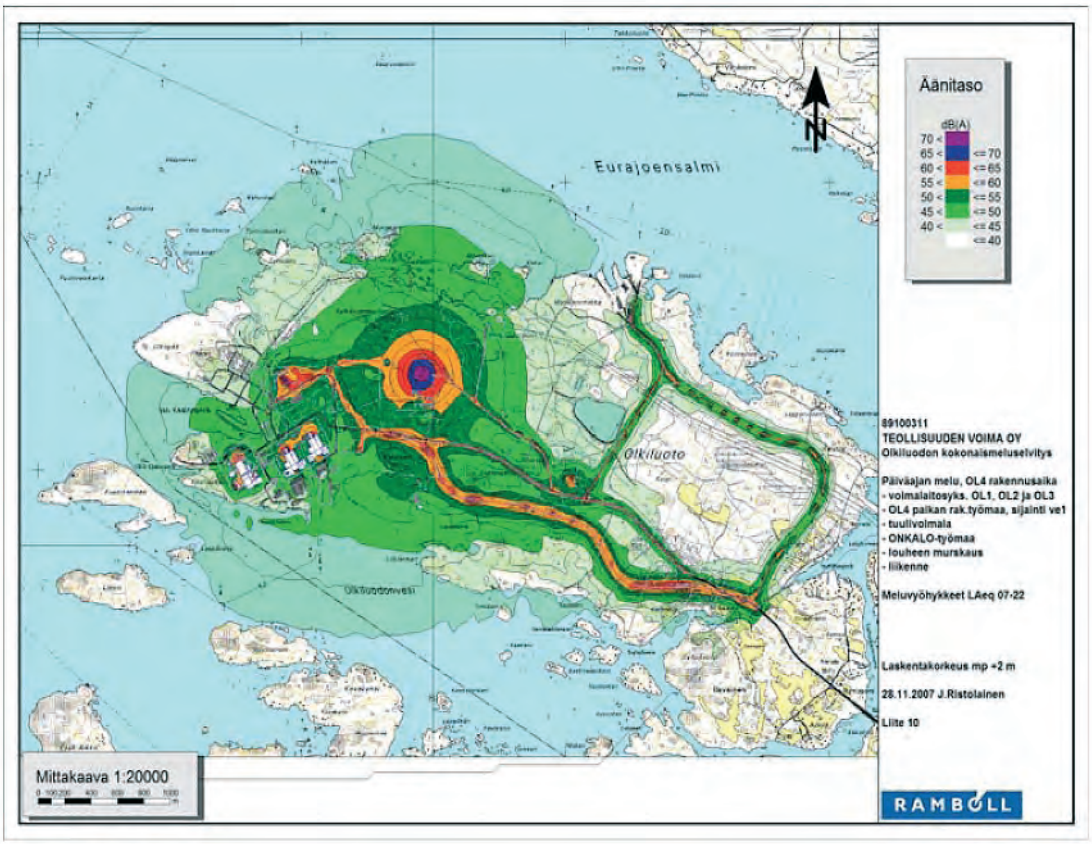
ovat rakenteilla. Kuvassa (Kuva 6-13) on esitetty päiväajan meluvyöhykkeet tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1, 2 ja 3 ovat käytössä ja Olkiluoto 4 -laitosyksikkö ja kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla. Kuvassa (Kuva 6-14) on esitetty päiväajan meluvyöhykkeet tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2, OL3 ja OL4 ovat käytössä ja kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla. Kaikissa lasketuissa tilanteissa melutasot jäävät ohjearvojen alle lähimpien vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla sekä päivällä että yöllä.



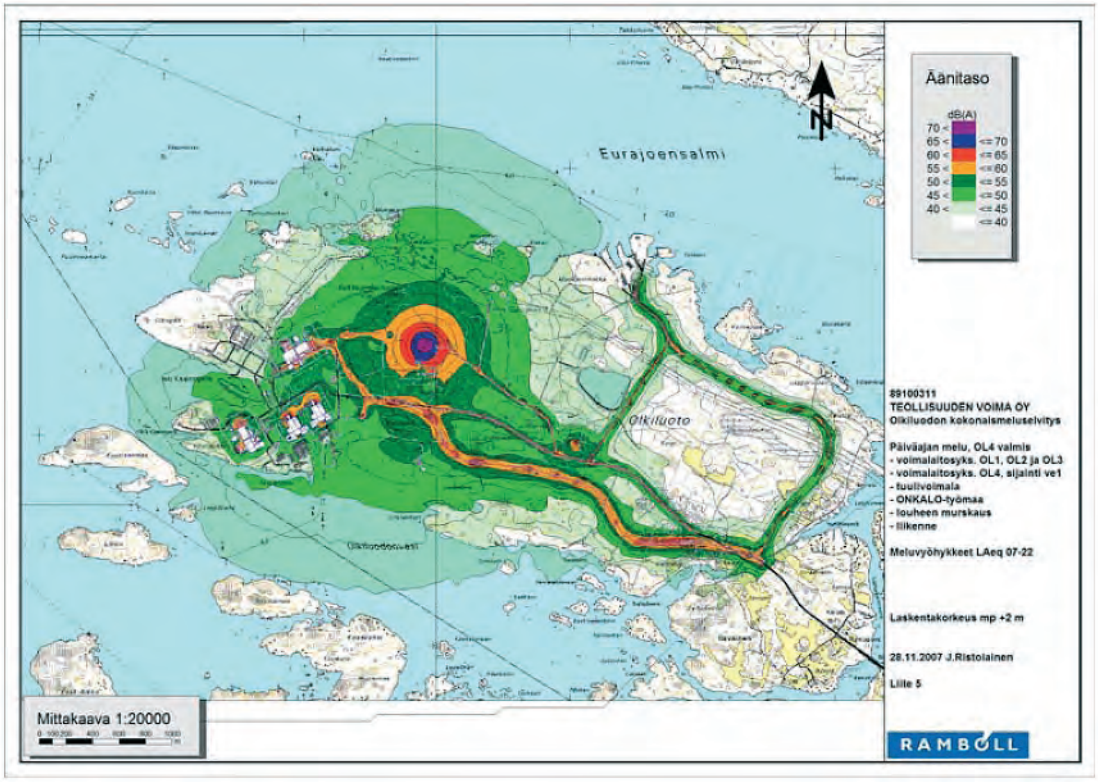
Kuva 6-11. *Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta murskataan.*



Kuva 6-12. *Yöajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta ei murskata.*



Kuva 6-13. *Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, OL4 ja kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta murskataan.*



Kuva 6-14. *Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2, OL3 ja OL4 ovat käytössä, kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta murskataan.*

TVO:n kolmannen laitosyksikön valmistuttua normaalitoiminnan aiheuttama päiväajalle laskettu melutaso LAeq 7-22 lähimmän loma-asunnon kohdalla Leppäkartan saarella on 41 dB. Vastaava yöaikainen melutaso LAeq 22-7 on 38 dB. Lähisaarten lähimpien loma-asuntojen kohdalla ero päivä- ja yöajan melutasoissa on noin 3 dB. Tämä johtuu pääosin louheen murskauksen hiljentymisestä yöksi, mutta myös liikenteen hiljentymisellä on vaikutusta. Louheen murskaaminen onkin suurin yksittäinen melulähde Olkiluodon alueella. Murskauslaitoksen sijainti saaren keskiosassa kuitenkin vähentää sen aiheuttamia meluvaikutuksia saaren ulkopuolella. Olkiluodon itäosissa liikenne vaikuttaa voimalaitoksia ja murskauslaitosta enemmän alueen melutilanteeseen. *(Ramboll Analytics Oy 2007.)*

TVO:n ydinvoimalaitosyksikön OL4 ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä on esitetty kaksi vaihtoehtoista sijoituspaikkavaihtoehtoa. Vaihtoehto 1 sijaitsee nykyisten laitosyksiköiden pohjoispuolella, lähellä länsirantaa. Vaihtoehto 2 sijaitsee vaihtoehdon 1 koillispuolella, lähellä pohjoisrantaa. Uuden ydinvoimalaitosyksikön valmistuminen sijoituspaikkavaihtoehdolle 1 nostaa yöajan melutasoa lähimmän loma-asunnon kohdalla Leppäkartan saarella noin 1 dB *(Ramboll Analytics Oy 2007).*

Tärinä

Olkiluodon seismisen järjestelmän avulla on mitattu ONKALOn rakennustyömaan vaikutuksia kallioperään. Toistaiseksi mitään merkittävää muutosta ei ole havaittu. Olkiluodon tilaa seurataan jatkuvatoimisilla mittalaitteilla ja järjestelmän kautta pystytään seuraamaan reaaliajassa, mitä loppusijoitustilojen louhintatyömaalla tapahtuu. ONKALOn työmaan räjäytykset ovat maksimissaan olleet magnitudin 0,7 luokkaa.

6.8 Kasvillisuus, eläimet ja suojelukohteet

6.8.1 Vaikutusten arviointi ja menetelmät

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Hankkeen suorat ja mahdolliset epäsuorat vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä. Arvioinnissa on käytetty hyödyksi Posivan alueella tehtyjen tarkkailujen tuloksia. Näiden tulosten pohjalta on arvioitu hankkeen vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja vuorovaikutussuhteisiin. Arviointityössä on selvitetty, heikentääkö hanke todennäköisesti, joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa, merkittävästi lähimpien Natura-alueiden suojelun perusteena olevia luonnonarvoja.

6.8.2 Alueen luonnon nykytila

Kasvillisuus ja eläimistö

Olkiluoto kuuluu Pohjanlahden rannikkoon, jossa maankohoaminen on nopeaa, noin kuusi millimetriä vuodessa *(Eronen ym. 1995)*. Alavuus ja nopea maankohoaminen aiheuttavat muutoksen kasvillisuudessa elinympäristön muuttuessa. Maankohoamisalueiden soistuvia niittyrantoja reunustaa pensasvyöhyke, joka koostuu lähinnä pajusta, tyrnistä ja myrtistä. Pensaiden ja metsän väliin jää leppävyöhyke, joka Olkiluodon alueella koostuu lähes yksinomaan tervalepästä.

Kasvimaantieteellisessä aluejaossa Olkiluoto kuuluu eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen ja siinä edelleen vuokkovyöhykkeeseen, jota luonnehtivat sini- ja valkovuokon kaltaiset vaateliaat metsäkasvit. Alueen rannikkokasvillisuudelle ominaista on vyöhykkeisyys, joka muuttuu jatkuvasti nopean maankohoamisen myötä. Kasvillisuuden vyöhykkeisyys näkyy rannikolla siten, että rantametsät ovat kosteampia ja rehevämpiä kuin sisämaan metsät. Metsät muuttuvat sisämaassa kuivemmiksi ja karummiksi pohjaveden syvyyden mukaan. Olkiluodossa tämä vyöhykkeisyys ei kuitenkaan ole selkeää, sillä saaren korkeuserot ovat vähäiset ja reheviä kasvupaikkoja esiintyy sekä rannoilla että sisämaassa. Karuimmat kasvupaikat sen sijaan sijaitsevat selkeästi saaren korkeimmilla kohdilla.

Olkiluodon alue on Liiklankarin luonnonsuojelualuetta lukuun ottamatta luonnonolosuhteiltaan tyypillinen lounaissuomalainen rannikkoalue, jossa eläin- ja kasvilajisto sekä maaperä ovat hyvin samanlaisia kuin ympäröivillä alueilla. Rakentamattomat ranta-alueet, erityisesti pohjoisrannalla, edustavat luonnontilaisia, usein reheviä rantabiotooppeja.

Olkiluodon eliölajisto on kohtalaisen runsas, mutta harvinaisuuksia tai uhanalaisia lajeja ei alueella juurikaan ole tavattu *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b)*.

Olkiluodon saaressa on TVO:n omistamia metsiä noin 570 hehtaaria; valtaosa metsistä (90 %) on mustikkatyypin (MT), käenkaali-mustikkatyypin (OMT) ja puolukkatyypin (VT) kankaita. Soita on 22 hehtaaria, joista 19 hehtaaria on metsätalouskäytössä olevia korpia. Nuorten kasvatusmetsien pääpuulaji on mänty, varttuneemmissa metsissä kuusi. Lehtipuita (harmaa- ja tervaleppä, raudus- ja hieskoivu, pihlaja ja pajut) kasvaa lähinnä saarta ympäröivänä vyöhykkeenä merenrannassa sekä alikasvoksena. Olkiluodon metsät ovat mäntyvaltaisia, kuusikoita on lähinnä rannoilla tervaleppävyöhykkeen sisäpuolella. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.)*

Valtaosa Olkiluodon metsistä on metsätalouskäytön piirissä, 45 %:ssa metsäpinta-alaa on tehty hakkuita viimeisen 10 vuoden aikana *(Saramäki & Korhonen 2005)*. Myös vähälukuiset yksityisten maat sekä Metsähallituksen hallinnoimat Liiklankarin Natura-alueen ulkopuoliset metsät ovat intensiivisessä talouskäytössä, eikä luonnontilaisia tai niiden kaltaisia sekametsiä alueella ole. Saaren eteläosa on maaperältään pohjoisosaa selvästi kosteampaa, mikä näkyy lievänä soistuneisuutena sekä kosteutta sietävien tai suosivien putkilokasvien suurempana määränä. Pensaita metsissä on vähän ja valtaosa pensaskerroksesta on alueella kasvavien puulajien taimia sekä katajaa. Alueen metsätalouskäytössä olevissa metsissä ei pääsääntöisesti myöskään ole lahopuuta. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.)*

Kalliometsille ominaista on luonnontilaisuus. Kaikissa kalliometsissä on avokallioalueita, joilla kasvaa jäkäliä ja matalia varpuja. Myös turvepeitteisiä kallioita esiintyy, mutta ne ovat erittäin pienialaisia. Tervaleppää kasvaa ohuina kaistaleina rannalla ja tervaleppä muodostaa yhdessä kenttäkerroksessa kasvavan mesiangervon kanssa koko saaren ympäröivän vyöhykkeen. Rannoilla järviruoko muodostaa lähes yhtenäisen vyön saaren ympärille. Matalat niityt ovat saaren alueella harvinaisia. Syitä tähän ovat Itämeren rehevöityminen, asutuksen leviäminen ja ojittaminen. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.)*

Olkiluodossa on tehty maalinnuston linjalaskenta ja vesilintujen pistelaskenta vuosina 1997 ja 2008. Olkiluodon linnusto on melko monipuolinen ja runsas. Vuoden 2008 laskennoissa havaittiin yhteensä 65 maalintulajia. Molemmissa selvityksissä peippo ja pajulintu olivat yleisimmät havaitut linnut, mutta peippoja havaittiin hieman enemmän ja pajulintuja hieman vähemmän vuonna 2008 kuin vuonna 1997. Tämä vastaa yleistä suuntausta kyseisten lajien runsaudessa. Maalinnustossa ovat runsastuneet muun muassa ihmistoimintaa hyvin sietävät lajit. *(Yrjölä 2009.)*

Vuoden 2008 tulosten perusteella vesi- ja lokkilintujen osalta rehevien vesien lajit ovat runsastuneet. Myös merimetson kanta on runsastunut, kuten muillakin Suomen merialueilla. Ulomman saariston lajit, kuten haahka ja pilkkasiipi, ovat vähentyneet vuoteen 1997 verrattuna. Todennäköisesti saariston kahlaajat tulevat vähenemään edelleen. *(Yrjölä 2009.)*

Linnustoltaan arvokkaimpia alueita vuoden 2008 selvityksen perusteella olivat etelärannan luonnonsuojelualue, sekä länsi- ja pohjoisranta ja niiden edustan luodot. Saaren keskiosa ja voimaloiden ympäristö on voimakkaasti ihmistoiminnan muuttama, minkä seurauksena myös alueiden linnusto on voimakkaasti muuttunut. *(Yrjölä 2009.)*

Olkiluoto ei poikkea maalinnustoltaan ympäröivistä alueista; lajisto on runsas, mutta harvinaisuuksia ei alueella juurikaan ole. Edellä mainittujen havaintojen lisäksi Liiklankarin pohjoisosassa havaittiin muiden inventointien yhteydessä vuonna 2006 haavalla ruokaileva harmaapäätikka (Picus canus, NT, lintudirektiivin liitteen I laji). Alue ei kuitenkaan ole lajin pesimäbiotoopiksi soveltuvaa, sillä Olkiluodon alueella on ohutläpimittaista haapaa erittäin niukasti ja kolopuut puuttuvat alueelta lähes kokonaan. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.)*

Olkiluodon luotolinnusto on inventoitu kesällä 2007. Alueen linnusto oli Eurajoen merialueelle tyypillistä luoto- ja merilinnustoa. Arvokkaimmat lajit, jotka inventoinnissa havaittiin, olivat naurulokki (VU, vaarantuneet lajit), pilkkasiipi sekä merikihu. Lisäksi havaittiin lintudirektiivin liitteen I lajeista alueella pesivinä kalatiira ja lapintiira. *(Loikkanen 2007.)*

Olkiluodon alueella tehtiin vuonna 2009 pikkunisäkäs-, muurahais-, kotilo- ja lieroselvitys. Pikkunisäkässeurannassa tavattiin metsämyyriä ja peltomyyriä. Muurahaispesiä löytyi 104 ja lajeja yhdeksän. Maakotiloita tavattiin 14 ja lieroja seitsemän lajia. Kaiken kaikkiaan lajimäärät olivat melko alhaisia ja harvinaista lajistoa ei löytynyt tutkittujen elinympäristöjen tavanomaisuudesta johtuen. *(Nieminen ym. 2009.)* Myöskään vuoden 2008 pikkunisäkäskartoituksessa ei havaittu harvinaista lajistoa, kuudesta havaitusta lajista runsain oli metsämyyrä *(Nieminen& Saarikivi 2008).*

Olkiluodon alueen hirvikannan suuruudeksi on arvioitu noin kolme yksilöä metsästyskauden päättymisen jälkeen laskettuna. Vuonna 2010 Olkiluodon alueella metsästettiin yksi aikuinen hirvi ja yksi vasa. Valkohäntäkauriskannan kooksi on arvioitu noin 15 yksilöä metsästyskauden päätyttyä. Vuonna 2010 alueella metsästettiin kolme aikuista ja neljä vasaa. Populaatiokoot vaihtelevat jonkin verran vuosittain, mutta ovat pysyneet pitkällä aikavälillä vakaina. Alueella viihtyvät lisäksi muun muassa metsäkauris, supikoira, minkki, kettu, metsäjänis, orava ja rusakko. Lisäksi talvella 2010 tehtiin havaintoja alueella liikkuvasta ilveksestä *(Nieminen ym. 2011).*

Olkiluodon alueella on tehty uhanalaisen ja lain nojalla rauhoitetun pikkuapolloperhosen kartoituksia keväällä ja kesällä 2007 *(Ramboll Oy 2007)* liittyen alueen osayleiskaavoitukseen. Kartoitusten ja aiempien tutkimusten perusteella alue on todennäköisesti pikkuapollon elinympäristöä ja osa suurempaa metapopulaatiota, jonka osa-alueet sijaitsevat Olkiluodon saarella ja sen lähiympäristössä. Pikkuapollon kannalta tärkeitä kasvustoja ovat koillisosan paisteiset peltojen reunat ja pihapiirit. Liiklankarin luonnonsuojelualue ei ole lajille sopivaa elinympäristöä. *(Ramboll Oy 2007.)*

Suojelukohteet

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusalueen välittömässä läheisyydessä, Olkiluodon saaren etelärannalla, sijaitsee Liiklankarin luonnonsuojelualue. Liiklankarin metsä kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelmaan ja on perustettu valtion luonnonsuojelualueeksi. Se kuuluu myös Natura 2000 -verkoston Rauman saariston alueeseen.

Kesällä 2006 Liiklankarin alueella on Metsähallituksen toimesta tehty luontodirektiivin mukainen luontotyyppi-inventointi. Luontodirektiivin liitteen I luontotyypeistä Liiklankarin Natura-alueella esiintyy boreaalisia luonnonmetsiä. Luontotyyppi kuuluu niin sanottuihin priorisoituihin eli ensisijaisen tärkeisiin suojeltaviin luontotyyppeihin.

Liiklankarin alueen inventoinnissa todettiin alueella uusina luontotyyppeinä metsäluhdat ja puustoiset suot. Olemassa olevan tiedon perusteella Liiklankarin suojelualueella ei esiinny luontodirektiivin liitteiden II ja IV lajeja. Luontodirektiivin liitteen II lajeista Rauman saariston Natura-alueella esiintyy ainoastaan harmaahylje. Rauman saariston Natura-alueella ei myöskään esiinny luontodirektiivin liitteen IV tiukkaa suojelua vaativia lajeja.

Liiklankarin alueella tehtiin tietyistä eliölajiryhmistä syksyllä 2006 inventoinnit (esiselvitykset). Tutkittuja lajiryhmiä olivat sammalet, käävät, kovakuoriaiset ja makrosienet. Alueelta ei löytynyt luontodirektiivin liitteen II lajeja, valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisia lajeja eikä silmälläpidettäviä lajeja. Boreaalisen metsän indikaattorilajeista alueelta löytyi kaksi aarnisammalen esiintymää.

Alueella tehtiin yksi havainto uhanalaisuusluokittelussa silmälläpidettäväksi määritellystä ruostekäävästä. Muita huomionarvoisia kääväkkäitä olivat oravuotikka, punahäivekääpä, kuusenkääpä, aarnikääpä, riukukääpä ja ruskohaprakääpä. Huomionarvoisista mak-

rosienilajeista alueella tavattiin isovoirouskua. Aikaisemmin alueella on tavattu lisäksi lakkakääpää. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006b.)*

Rauman saariston (FI0200073) Natura 2000 -verkostoon kuuluva alue sijaitsee Olkiluodon saaren edustan merialueella. Kohde on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon SCI-alueena (Sites of Community Importance, luontodirektiivin perusteella Natura 2000 -verkostossa). Alueen pinta-ala on 5 350 hehtaaria ja se käsittää kaikkiaan 15 eri luontotyyppiä.

Rauman pohjoinen ulkosaaristo eli muun muassa Susikarit, Kalla ja Bokreivit kuuluvat rantojensuojeluohjelmaan. Nämä alueet kuuluvat myös Rauman saariston Natura 2000 -alueeseen. Alueella on harvakseltaan sijoittuneita pikkukareja ja kaksi suurempaa lähes puutonta saarta avomeren tuntumassa. Alue on edustava saaristo- ja maisemakokonaisuus. Sillä on merkitystä eläimistön lisääntymisalueena ja muuttolintujen levähdyspaikkana.

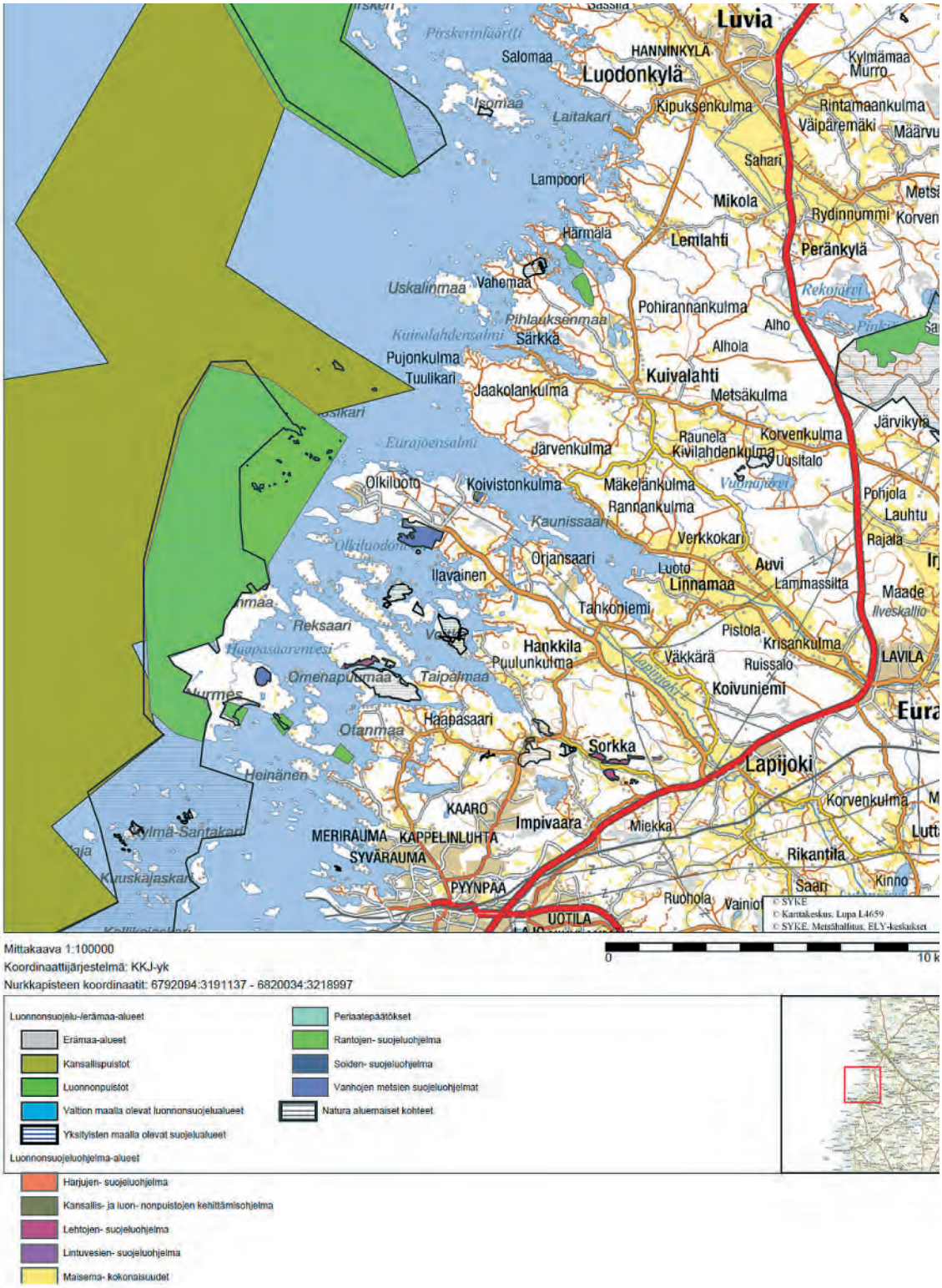
Rauman ja Luvian edustan saaristo kuuluu kansainvälisesti arvokkaisiin lintualueisiin (IBA). Olkiluodon saari rajoittuu koilliskulmastaan Eurajoen suiston FINIBA-alueeseen, eli kansallisesti arvokkaaseen lintualueeseen.

Maakunnallista suojeluarvoa on sisäsaariston Omenapuumaan luonnonsuojelualueella ja Särkänhuivin niemellä. Omenapuumaa on mukana myös Natura 2000 -alueverkostossa. Omenapuumaan rehevä lehtosaari sijaitsee Rauman saaristossa Olkiluodosta noin viisi kilometriä etelään. Omenapuumaan luonto on hyvin vaihtelevaa rikkonaisten maisemakuvioiden vuorottelemaa labyrinttiä. Alueen keskiosat ovat karuhkoa havumetsää, mutta laitaosat, varsinkin eteläranta, ovat rehevää rantalehtoa. Keskiosassakin on jäänteitä aikanaan tapahtuneen laidunnuksen seurauksena syntyneistä lehtoniityistä. Alueelle on aikoinaan istutettu jaloja lehtipuita, jotka nykyään ovat hyvin kookkaita. Lähellä rantaa kasvillisuus on tervalepikkoa ja ylempänä kuusettuvaa sinivuokko-käenkaalityypin lehtoa, jossa lehtokielo on runsas. Harvinaisuutena alueella kasvaa kevätesikko ehkä pohjoisimmalla kasvupaikallaan. Särkänhuivin matala, kapea, pitkälle työntyvä kaareva niemi on Irjanteenharjun uloin mereen työntyvä kärki. Niemen selkää seurailee koko sen mitalta tie ja kärkeä lukuun ottamatta alueella on mökkejä.

Natura 2000 -verkostoon kuuluva Luvian saariston alue (FI0200074) sijaitsee noin yhdeksän kilometriä Olkiluodosta pohjoiseen. Kohde on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon SCI-alueena (Sites of Community Importance, luontodirektiivin perusteella Natura 2000 -verkostossa) ja SPA-alueena (lintudirektiivin perusteella Natura 2000 -verkostossa). Luvian ulkosaaristo edustaa Satakunnan saaristoluontoa monipuolisimmillaan. Alueella sijaitsee yli 60 vähintään yhden hehtaarin saarta ja luotoa sekä lukuisia pikkuluotoja ja -kareja.

Olkiluodon edustan merialueelle sijoittuu myös Selkämeren kansallispuisto, joka käsittää kapeahkon noin 160 kilometriä pitkän vyöhykkeen Kustavista Merikarvialle. Puisto koostuu pääasiassa valtion omistuksessa olevista aavan meren matalikoista ja luodoista sekä eräistä yksittäisistä saarista ja on pinta-alaltaan noin 90 000 hehtaaria. *(Metsähallitus 2012.)*

Muita arvokkaita luontokohteita Olkiluodon läheisyydessä ovat muun muassa Kornamaa ja Kaunissaari. Olkiluodon saaren kupeessa sijaitsevan Kornamaan saaren länsiosa kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelman alueisiin. Olkiluodon saaren itäpuolella sijaitseva Kaunissaari on kulttuurihistoriallinen alue. Olkiluodon ympäristön suojelukohteet ja -alueet on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 6-15).



Kuva 6-15. *Olkiluodon ympäristön suojelukohteet ja -alueet (Ympäristöhallinnon karttapalvelu Oiva, 10.8.2012).*

6.8.3 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin

Hankkeen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Loppusijoitustilojen käytön aikana ja sulkemisen jälkeen merkittäviä vaikutuksia ei ole.

Viimeaikaisen, myös OL3-laitosyksikön louheen käsittävän, läjitys- ja murskaustoiminnan ympäristövaikutuksia on seurattu vuodesta 2003 lähtien märkälaskeumaa keräämällä ja neulasnäytteitä analysoimalla alueen työalueen lähiympäristöstä. Neulasten pintaan on kertynyt kivipölyä, joka näkyy pesemättömien neulasten suurempina alumiini- ja rautapitoisuuksina. Neulasnäytteiden pintaa hieman rikkovan kloroformipesun perusteella voidaan kuitenkin todeta, että korkeammat pitoisuudet eivät pääse solukkoihin asti. Myös pitoisuudet neulasten pinnalla ovat laskeneet viime vuosina. Kivipölyllä ei arvioida olevan pitkällä aikavälillä vaikutuksia Olkiluodon metsiin. *(Haapanen ym. 2009.)*

Pääosa kasveista ottaa vetensä kalliopinnan yläpuolisesta maavedestä. Tällöin maanalaisten tilojen aiheuttama kalliopohjaveden alenema ei vaikuta kasveihin. Kuten kohdassa 6.3.3 on todettu, merkittävää vedenpinnan alenemaa maakerroksissa ei ole odotettavissa.

Pintalouhinnan melu häiritsee pesimälinnustoa metsässä noin 100–300 metrin etäisyydelle asti. Linnuston kannalta parhaat alueet eivät kuitenkaan ulotu mahdollisille rakennusalueille. Nisäkkäät eivät yleensä häiriinny voimakkaastakaan melusta. Melun vaikutukset luontoon arvioidaan vähäisiksi.

Tutkimuksen perusteella louhintatärinän vaikutus kalastoon on lyhyen kestonsa ja paikallisuutensa vuoksi merkityksetön *(Kala- ja vesitutkimus Oy ym. 1996).*

Alueella ei esiinny valtakunnallisesti uhanalaisia kasvi- tai eläinlajeja. Alue-ekologisia yhteyksiä ei katkea. Loppusijoituslaitostoimintaan varatun alueen ulkopuolella luonnonvarojen hyödyntämistä, kuten sienestystä, marjastusta, metsästystä, kalastusta ja metsänhoitoa voidaan jatkaa nykyiseen tapaan.

Rakennusalueella ei ole valtakunnallisesti eikä maakunnallisesti merkittäviä luontokohteita tai Natura 2000 -alueita. Kapselointi- ja loppusijoituslaitosta lähin Natura 2000 -verkostoon kuuluva kohde on Olkiluodon etelärannalla sijaitseva Liiklankarin vanha metsä, joka kuuluu Rauman saariston Natura 2000 -alueeseen. Olkiluodon pintahydrologian mallilla *(Karvonen 2008)* tehtyjen laskelmien mukaan kalliotunneleihin purkautuvilla vesimäärillä on korkeintaan hyvin vähäinen vaikutus Liiklankarin luonnonsuojelualueen kasvien kasvuun. Muilla alueilla pohjavesivaikutteiset luontokohteet ovat niin kaukana mahdollisesta rakennusalueesta, ettei niihin todennäköisesti ole vaikutuksia. Tilojen sulkemisen jälkeen pohjaveden pinta palautuu entiselleen muutamassa vuodessa.

Liiklankarin suojelualueen Natura-luontotyypit on selvitetty vuonna 2006 valmistuneissa inventoinneissa. Alueella on tehty lajistoselvityksiä (kovakuoriaiset, kääväkkäät, sammalet ja makrosienet) syksyllä 2006. Vuonna 2006 tehdyn Natura-arvioinnin mukaan yleiskaavoituksella Olkiluotoon mahdollistetut hankkeet (mukaan lukien loppusijoituslaitos) eivät merkittävällä tavalla vaikuta niihin arvoihin, joiden vuoksi Liiklankarin alue on otettu mukaan Natura 2000 -suojeluohjelmaan. Toimenpiteillä ei ole merkittävää vaikutusta suotuisan suojeluntason säilyttämiseen eteläisen Suomen vanhojen metsien verkostossa. *(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006b.)*

TVO on laatinut Olkiluoto 4 -hanketta koskevan Natura-arvioinnin vuonna 2009. Arvioinnin perusteella Rauman saariston Natura 2000 -alueen suojeluperusteille ei aiheudu merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Arvioinnin mukaan Olkiluodon neljän laitosyksikön käytön yhteisvaikutuksena merialueelle johdettava lämpökuorma ei vaaranna suojeltujen luontotyyppien tai lajien suotuisan suojelun tasoa Rauman saariston Natura-alueella. *(Ramboll Oy 2009.)*

6.9 Luonnonvarat

6.9.1 Arviointimenetelmät

Luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvilla vaikutuksilla tarkoitetaan sekä luonnonvarojen käyttöä että käytön estymistä. Tässä raportissa on kuvattu luonnonvarojen käyttö ja sen vaikutukset. Luonnonvarojen hyödyntämisessä on tarkasteltu muun muassa syntyvän louheen hyödyntämistä sekä hankkeen tarvitsemien materiaalien kulutusta (muun muassa bentoniitti ja kupari).

6.9.2 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

Kuparin käyttö

Käyttövaiheessa vuosittain tarvittavan kuparin määrä on alle 1 % Luvata Oy:n Porin yksikön ja alle 0,01 % koko maailman vuosituotannosta. Posivan tarvitseman hapettoman kuparin saatavuus on riittävän hyvä. Kupari on yleisesti käytettävä materiaali maailmanlaajuisesti ja sen saatavuuden voidaan olettaa olevan hyvä myös tulevaisuudessa. Kuparivalmisteita voidaan hankkia tarvittaessa myös varastoon toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi.

Bentoniitin käyttö

Bentoniitti on savea, joka koostuu voimakkaasti paisuvista savimineraaleista, joita ei suuressa mittakaavassa esiinny Suomessa. Käyttö ja -sulkemisvaiheessa vuosittain tarvittava bentoniitin määrä on alle 0,1 % maailman vuosituotannosta.

Bentoniitin saatavuus on hyvä. Bentoniittia käytetään yleisesti eri tarkoituksiin ja sen saatavuuden voidaan olettaa olevan hyvä myös tulevaisuudessa.

Kiviaineksen käyttö

Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevalle louheen läjitysalueelle. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi tai muuhun tarkoitukseen. Täysporausmenetelmässä syntynyt murskaantunut kiviaines kuljetetaan louheen tapaan maanpinnalle ja läjitetään. Ainesta ei tarvitse enää murskata, vaan sitä voidaan käyttää muihin käyttötarkoituksiin sellaisenaan.

Louhitusta kiviaineksesta jää myyntiin 20–25 %. Myyntiin jäävä osuus säästää seudun soraharjuja.

6.10 Ihmiset, yhdyskuntarakenne, aluetalous ja Eurajoen kunnan imago

6.10.1 Arviointimenetelmät

Ympäristövaikutusten arviointityön aikana on selvitetty loppusijoituslaitoshankkeen vaikutuksia ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen, virkistykseen ja elinoloihin muun muassa maankäytön muutosten, maisemavaikutusten, radioaktiivisten päästöjen aiheuttaman säteilyannoksen lisäyksen, liikennevaikutusten ja melun osalta. Lisäksi on tarkasteltu mahdollisten onnettomuustilanteiden vaikutuksia. Arvioinnin painopisteitä valittaessa on otettu huomioon alueen asukkailta ja alueella työssä käyviltä henkilöiltä saatu palaute. On huomioitava, että sosiaalisten vaikutusten arviointi yli 60 vuoden päässä tapahtuvalle toiminnalle on hyvin epävarmaa. Hankkeen ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia on palvellut vuosien 2008–2009 YVA-menettelyn aikana seurantaryhmässä ja keskustelutilaisuuksissa tapahtunut vuorovaikutus sekä eri sidosryhmistä ja mediasta saatu tieto.

Terveysvaikutukset
Terveysvaikutuksilla tarkoitetaan tässä selvityksessä Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen (Stakes) laatiman ohjeen (Stakes 2012) mukaisesti hankkeen aiheuttamia muutoksia ihmisten terveydessä tai heidän elinympäristönsä terveydellisissä oloissa tai muutosten uhkaa (terveysriskit). Ohjeen mukaan muutokset voivat olla suoria tai epäsuoria, kerääntyviä, lyhyt- tai pitkäaikaisia, myönteisiä tai kielteisiä, pysyviä tai palautuvia, vakavia tai lieviä. Päähuomio tässä selostuksessa on kuitenkin pantu mahdollisten terveyshaittojen selvittämiseen.

Terveyshaitta on
- ihmisessä todettava sairaus,
- muu terveydenhäiriö,
- sellainen tekijä tai olosuhde, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä.

Päähuomio terveysvaikutuksia koskevissa selvityksissä on kiinnitetty radioaktiivisten aineiden mahdollisesti aiheuttamiin terveyshaittoihin. Aluksi tarkastellaan yleisesti, miten radioaktiivisten aineiden säteily voi vaikuttaa ihmisten terveydentilaan. Tämän jälkeen arvioidaan, mitä mahdollisuuksia ihmisillä on altistua radioaktiivisten aineiden säteilylle käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten yhteydessä, kapselointi- ja loppusijoitusvaiheessa sekä tilojen sulkemisen jälkeen. Tarkastelu koskee sekä normaalitilannetta (toiminta sujuu suunnitelmien mukaan) että erilaisia häiriö- ja onnettomuustilanteita. Hankkeesta aiheutuvia terveysvaikutuksia ja -riskejä on arvioitu säteilyaltistukseen perustuvien laskelmien avulla.

Säteilyvaikutusten lisäksi on arvioitu, mitä muita terveysvaikutuksia hankkeesta voi aiheutua. Tarkasteltavana ovat muun muassa liikenteestä, melusta ja pölystä aiheutuvat haitat. Tarkastelu perustuu esitettyihin arvioihin hankkeen aiheuttamista päästöistä ja muista konkreettisista muutoksista ympäristössä.

Pitkäaikaisturvallisuuden hallinnalla (luku 8) varmistetaan, että loppusijoituslaitoksesta ei aiheudu terveysvaikutuksia kaukaisessakaan tulevaisuudessa.

Elinolot, viihtyvyys ja virkistys
Posivan teettämiä asukaskyselyitä ja muita asennetutkimuksia on hyödynnetty soveltuvin osin selvitystä laadittaessa. Suomalaisten suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu ”Suomalaisten energia-asenteet 2011” -tutkimuksessa, joka on osa ”Suomalaisten energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Tutkimussarjalla on selvitetty ja seurattu suhtautumista energiapoliittisiin kysymyksiin jo 28 vuoden (1983–2011) ajan. Vuoden 2011 tutkimustulokset perustuvat yhteensä 1 544 henkilön antamiin vastauksiin. Vastaajista 1 165 edustaa koko maan väestöä, muut (379 henkilöä) tutkimuksen erityiskohdekuntien Loviisan ja Eurajoen väestöä. Koko seuranta-aikaa koskevissa koko väestön asenteiden aikasarjatarkasteluissa vastaajien kokonaismäärä on 36 338.

Aineisto kerättiin kirjallisena kyselynä maalis huhtikuussa 2011. Se edustaa 18–70 -vuotiasta väestöä keskeisten demografisten, taloudellissosiaalisten ja alueellisten tekijöiden suhteen. Tutkimus toteutettiin kaksikielisenä, toisin sanoen kohdehenkilöt saivat oman äidinkielensä mukaisesti joko suomen- tai ruotsinkielisen kyselylomakkeen. Tutkimuksen toteuttivat Yhdyskuntatutkimus Oy ja ÅF-Consult Oy Fortumin ja TVO:n yhteisestä toimeksiannosta. Tutkimustuloksista tiedottamisen hoitaa Energiateollisuus ry.

Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen on tutkittu vuosian 2007 2008 suoritetuilla laadullisella haastattelututkimuksella ja määrällisellä asukaskyselyllä (Aho 2008) sekä osana kansallisen ydinjätteen tutkimusohjelman (KYT-2010-ohjelma) rahoittamaa yhteiskunnallista tutkimusta (Litmanen ym. 2010).
Vuosina 2007 2008 suoritetussa tutkimuksessa *(Aho 2008)* tarkasteltiin Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen. Keskeistä tarkastelussa oli luottamuksen syntyminen sekä luottamuksen jaottelu luottamustyyppeihin. Tutkimusmenetelmänä oli sekä laadullinen haastattelututkimus että määrällinen kysely. Kyselytutkimus postitettiin satunnaisotoksella valituille 400 Eurajoen kuntalaiselle. Vastausprosentiksi muodostui 49. Kyselylomakkeen avulla pyrittiin saamaan yleistettäviä tuloksia kuntalaisten suhtautumisesta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen sekä Posivaan ja sen henkilökuntaan. Haastattelututkimuksessa selvitettiin 18 eurajokelaisen näkemyksiä teemahaastatteluiden avulla, jotka tehtiin tammikuussa 2008.

Tutkimuksen avulla etsittiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Millainen luottamus Eurajoen kuntalaisilla on ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuuteen ja Posivan asiantuntijuuteen?
- Mitkä tekijät vaikuttavat tämän luottamuksen muodostumiseen?
- Millaista kuntalaisten luottamus on loppusijoitusta ja Posivan asiantuntijuutta kohtaan luottamuksen lajien mukaan tarkasteltuna?
- Mitkä asiat loppusijoituksessa huolestuttavat kuntalaisia ja miten vakavina nämä huolenaiheet koetaan?
- Mitkä asiat aiheuttavat epäluottamusta loppusijoituksen turvallisuutta ja Posivan asiantuntijuutta kohtaan?
- Millaisia tiedontarpeita kuntalaisilla on loppusijoitusta koskevien kysymysten osalta, miten ja mistä tietoa hankitaan ja onko informaatio riittävää?
- Millaisia vaikutuksia kuntalaisten positiivisilla vs. negatiivisilla asenteilla ja mielikuvilla on luottamuksen tai epäluottamuksen syntyyn?

Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen vuonna 2008 toteuttamassa tutkimuksessa *(Litmanen ym. 2010)* selvitettiin postikyselyyn perustuen Eurajoen asukkaiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää tiedonhankintaa ja luottamusta loppusijoituslaitoksen laajentamisen suhteen. Loppusijoitukseen liittyvää paikallista luottamusta tarkasteltiin riskien hyväksyntään liittyvien selittäjien avulla. Luottamuksen taustalla voi olla hankkeesta saatu tieto, hankkeesta vastaava organisaatio tai viranomainen (institutionaalinen luottamus), taloudellinen hyöty, moraalinen vastuu, riskien ja uhkien kokeminen tai yleinen asennoituminen ydinvoimaan.

Osayleiskaavoituksen yhteydessä (vuosina 2006–2007) tehdyn asukaskyselyn *(Ramboll Finland Oy 2007)* avulla pyrittiin selvittämään asukkaiden käsitystä asuinympäristönsä nykytilasta sekä saamaan tietoa Olkiluodon nykyisen toiminnan aiheuttamista vaikutuksista alueen lähiympäristössä. Nykytilanteen lisäksi kyselyllä pyrittiin saamaan tietoa asukkaiden suhtautumisesta TVO:n suunnitelmiin, niihin liittyvistä peloista ja odotuksista sekä saamaan selville lähiympäristön kannalta keskeisimmät asiat, joihin suunnittelussa tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Kysely toimi myös osayleiskaavoissa edellytetyn sosiaalisten vaikutusten arvioinnin tukena. Kyselylomakkeita postitettiin yhteensä 1 500 kappaletta Olkiluodon lähiasukkaille, Eurajoella tai Raumalla asuville henkilöille ja TVO:n työntekijöille. Vastauksia saatiin yhteensä 774 kappaletta ja vastausprosentiksi muodostui 52.

Eurajokelaisten loppusijoitusta koskevia mielipiteitä, asenteita ja mahdollisia huolia tutkittiin teemahaastattelututkimuksella *(Pöyry Environment Oy 2008)* kesäkuussa 2008. Teemahaastatteluiden tarkoituksena oli lisätä vuorovaikutusta antamalla hankevastaavalle tietoa asukkaiden suhtautumisesta hankkeeseen ja antamalla asukkaille tietoa hankkeesta ja sen vaikutuksista elinympäristöön. Yhteensä haastateltiin 21 henkilöä (11 naista ja 10 miestä). Ryhmä I, 11 henkilöä, valittiin Olkiluodossa ja sen välittömässä lähiympäristössä asuvista. Ryhmä II, 10 henkilöä, edusti Eurajoen nuorta polvea, puolet oli 18–19-vuotiaita lukiolaisia, puolet alle 30-vuotiaita pienten lasten vanhempia. Haastatteluilla selvitettiin haastateltujen näkemyksiä kapselointi- ja loppusijoituslaitosten vaikutuksesta turvallisuuteen ja Eurajoen kunnan tulevaisuuteen.

Yhdyskuntarakenne, aluetalous ja Eurajoen kunnan imago
Tässä selvityksessä on arvioitu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön luomien välittömien ja välillisten työpaikkojen määrää sijaintipaikkakunnan seudulla. Lisäksi on selvitetty hankkeen vaikutuksia elinkeinorakenteen kehitykseen, yhteiskunnan toiminnansuunnitteluun ja paikallisten yritysten tulevaisuudensuunnitelmiin. Aluerakenteellisia ja aluetaloudellisia vaikutuksia on selvitetty laajimmillaan koko Satakunnan alueella.

Aluetaloudellisia vaikutuksia on arvioitu käyttäen apuna Posivan työraporttia ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset” *(Laakso ym. 2007)*. Selvityksessä on laadittu viimeisimpien käytettävissä olevien tietojen pohjalta ajantasainen arvio kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen vaikutuksista Eurajoen kunnan ja laitosten laajempien vaikutusalueiden työllisyyteen, väestökehitykseen, rakentamiseen ja yhdyskuntarakenteeseen sekä kunnallistalouteen. Selvitys perustuu Posivan suunnitelmien mukaisiin tietoihin laitosten toteuttamisesta ja sen kustannuksista, Posivan henkilöstöstä sekä muista selvityksen kannalta oleellisista tekijöistä. Selvitystä varten on myös haastateltu Eurajoen kunnan sekä Rauman ja Porin kaupunkien virkamiehiä. Heiltä on saatu näkemyksiä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tähän mennessä toteutuneista sekä tulevaisuudessa odotettavista vaikutuksista alueen työllisyyteen ja väestöön sekä kuntien talouteen, maankäyttöön ja palveluihin.

Selvityksessä laitosten vaikutusalue on määritelty vyöhykemäisesti kolmena aluetasona: Eurajoen kunta, seutu (Eurajoki, Kiukainen, Lappi, Rauma, Kodisjoki, Nakkila ja Luvia) ja Satakunta. Selvityksen aikajänne ulottuu 2020-luvun alkuvuosiin, kun loppusijoituslaitoksen varsinainen toiminta on lähtenyt käyntiin. Selvitys on tehty Posivan toimeksiannosta ja sen on tehnyt Kaupunkitutkimus TA Oy keväällä ja kesällä 2007.

Hankkeen vaikutuksia Eurajoen kunnan imagoon on arvioitu käyttäen apuna Posivan työraporttia ”Kuntaimagotutkimus 2006” *(Corporate Image Oy 2007)*. Tutkimuksella selvitettiin Eurajoen ulkoista imagoa kuntalaisten, suomalaisten kuluttajien ja yritysten edustajien keskuudessa. Tutkimus toimi seurantatutkimuksena vuonna 1998 toteutetulle vastaavantyyppiselle tutkimukselle. Eurajoen kuntaimagoa verrattiin muihin vuonna 1998 mukana olleisiin potentiaalisiin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskuntiin (Äänekoski, Loviisa ja Kuhmo). Mukana oli kalibrointitarkoituksessa myös Naantali, koska se on saanut kuntaimagotutkimuksissa varsin hyviä arvosanoja sekä on tyypiltään ja kooltaan lähellä mahdollisia loppusijoituskuntia. Tutkimuksessa haastateltiin loka–joulukuussa 2006 puhelimitse 500 kuluttajaa, 200 yritysten edustajaa sekä 200 Eurajoen kuntalaista.

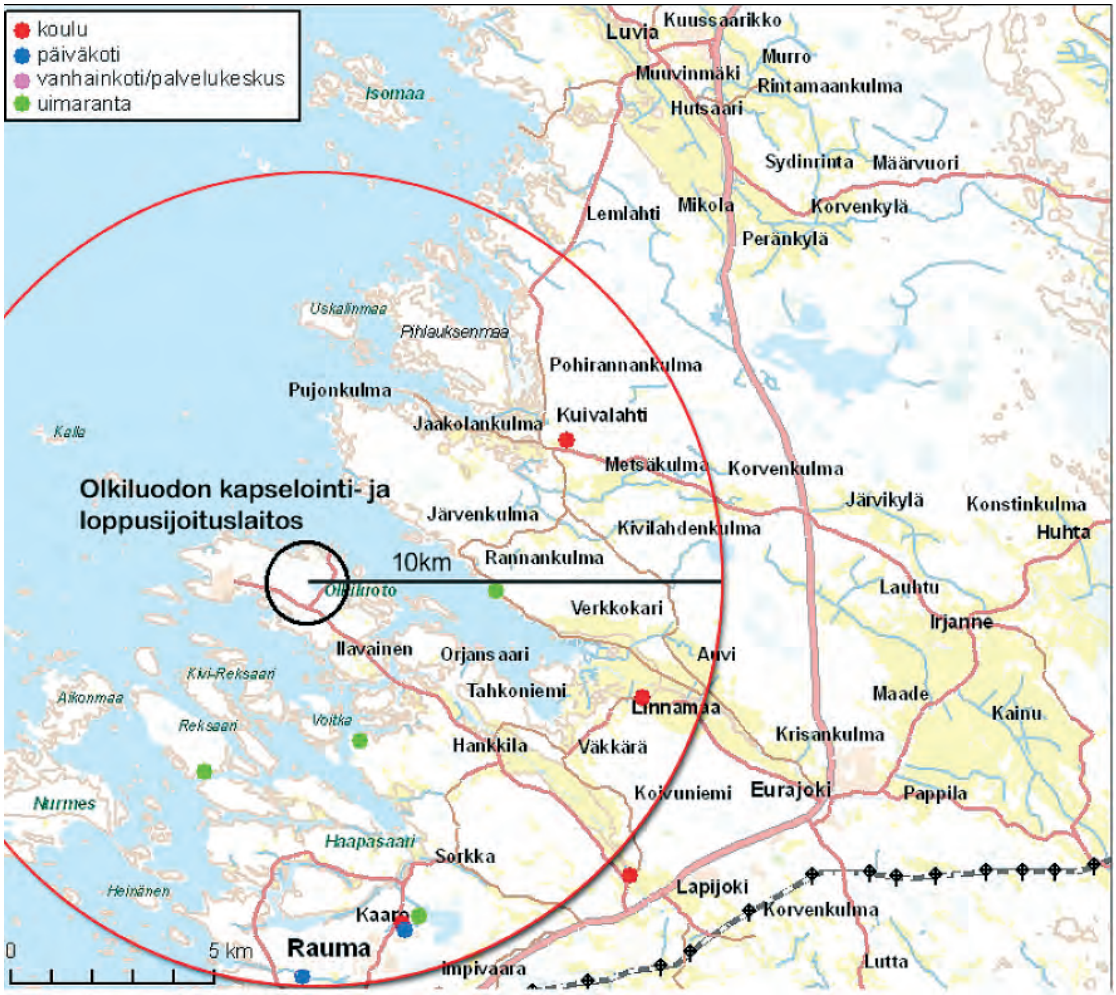
6.10.2 Alueen nykytila

Olkiluodon saaressa on hyvin vähän asutusta. Lähin talo sijaitsee noin kilometrin päässä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta Kornamaan saaressa. Pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja Olkiluodon saarella, Ilavaisten kylää lukuun ottamatta, on kolme. Ilavaisten kylä käsittää saaren itäisimmän osan ja siellä on useita pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja.

Saaressa sekä läheisillä rannikkoalueilla ja saarilla on runsaasti loma-asutusta. Olkiluodon saarella sijaitsee noin 30 lomakiinteistöä ja ne sijaitsevat saaren itäosassa. Alle viiden kilometrin etäisyydellä loppusijoituslaitosalueelta sijaitsee noin 550 loma-asuntoa, jotka sijoittuvat pääosin lähisaarille sekä Ilavaisten ja Orjasaaren kyliin. Lähimmät loma-asunnot sijaitsevat Olkiluodon pohjoisrannalla Munakarin saaressa. Etelä–lounas -sektorilla sijaitsevista loma-asunnoista lähimmät ovat Leppäkartan saaressa.

Eurajoen kunnan asukasluku oli vuonna 2011 runsaat 5 800. Vuosien 1950 ja 2011 välillä asukasluku on vaihdellut välillä 5 300–6 300 *(Eurajoen kunta 2012)*. Vuonna 2009 yli puolet kunnan työvoimasta työllistyi jalostuksesta, alle 40 % palveluelinkeinoista ja alle 10 % perustuotannosta. Kunnan suurin työnantaja on TVO. *(Tilastokeskus 2012.)*

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta noin 10 kilometrin säteellä sijaitsee neljä koulua. Koulut ovat alakouluja. Loppusijoitusalueen läheisyydessä sijaitsevat koulut, päiväkodit, vanhainkodit ja palvelukeskukset sekä uimarannat on esitetty kuvassa (Kuva 6-16).



Kuva 6-16. *Loppusijoituslaitoksesta noin 10 km:n etäisyydellä sijaitsevat koulut, päiväkodit, vanhainkodit ja palvelukeskukset sekä uimarannat.*

6.10.3 Vaikutukset ihmisiin, yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon

Epäpuhtauksista, melusta ja tärinästä aiheutuvat terveysvaikutukset
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, rakentamis- ja käyttövaiheiden aikaisia ei-radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan ja vesiin samoin kuin toiminnasta aiheutuvaa melua ja tärinää on tarkasteltu edellä olevissa luvuissa. Toiminnasta aiheutuvat päästöt ja muut fysikaaliset muutokset ympäristössä arvioidaan vähäisiksi. Seuraavassa esitetään yhteenveto näistä arvioista ihmisten terveyden ja terveysolojen kannalta:

- Hankkeen aiheuttamat konventionaaliset terveysvaikutukset ovat vähäiset. Hankkeen synnyttämällä liikennemäärien kasvulla ei ole vaikutusta paikalliseen ilmanlaatuun. Liikennemelu ei kasva hankkeen vaikutuksesta merkittävästi.
- Käytännössä terveyden kannalta suurin haitta ja viihtyvyyttä heikentävä tekijä on louhinta- ja murskaustyöstä sekä räjäytyksistä syntyvä melu. Louhinnasta ei aiheudu väestölle merkittäviä terveysvaikutuksia. Murskausasema on sijoitettu maastoon siten, ettei suojavyöhykkeellä ole rakennuksia.
- Louhinnan ja murskauksen aikaansaaman pölyämisen terveysriskit ovat minimoitavissa teknisin toimenpitein.

Säteilystä johtuvat terveysvaikutukset

Ionisoivan säteilyn terveysvaikutukset
Radioaktiivisuuden terveyshaittoja tarkasteltaessa kiinnitetään huomio radioaktiivisen hajoamisen yhteydessä syntyvään ionisoivaan säteilyyn. Ionisoivan säteilyn terveysvaikutukset ja -riskit riippuvat muun muassa säteilyn ominaisuuksista, määrästä ja kohteena olevasta elimestä tai kudoksesta. *(Paile 2002, STUK 2005.)*

Fysikaalisen suureen, absorboituneen annoksen, ohella säteilyn määrää terveyshaittojen kannalta kuvataan suureella ekvivalenttiannos, jonka yksikkö on sievert (Sv). Ekvivalenttiannos lasketaan absorboituneesta annoksesta kertomalla se säteilylajista riippuvalla luvulla. Luku on 1 beeta-, gamma- ja röntgensäteilylle, neutronisäteilylle luku on energiasta riippuen 5–20 ja alfasäteilylle 20.

Kun otetaan säteilylajin lisäksi huomioon elinten tai kudosten erilainen merkitys terveydelle ja herkkyys säteilylle painokertoimien avulla, käytetään nimenomaan säteilyn terveysriskejä arvioitaessa efektiivistä annosta (painotettu ekvivalenttiannos), jolla on sama yksikkö (Sv) kuin ekvivalenttiannoksella. Sievert on suuri yksikkö; usein käytetään sen tuhannesosaa (mSv) tai miljoonasosaa (µSv).

Tarkasteltaessa koko väestön tai väestönosan säteilyaltistusta käytetään suuretta kollektiivinen annos (yleensä kollektiivinen efektiivinen annos), jonka yksikkö on mansievert (manSv). Kollektiivinen annos on henkilöiden saamien säteilyannosten yhteenlaskettu määrä.

Säteilyn terveysvaikutukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään: suoriin ja satunnaisiin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset johtuvat hyvin suuren säteilyannoksen aiheuttamasta laajasta solutuhosta. Esimerkiksi, jos ihminen saa lyhyessä ajassa suuren säteilyannoksen koko kehoonsa, hän voi kuolla muutaman viikon kuluessa niin sanottuun säteilysairauteen. Varhaisvaikutuksia on esiintynyt lähinnä Hiroshiman ja Nagasakin ydinpommitusten, eräiden onnettomuuksien ja säteilyhoidon seurauksena.

Satunnaiset haitat ovat puolestaan vaikutuksia, joiden esiintyminen eri henkilöillä vaihtelee satunnaisesti muun muassa altistuneiden henkilöiden yksilöllisten erojen vuoksi. Satunnaisen haitan, esimerkiksi syövän, todennäköisyys kasvaa säteilyannoksen kasvaessa, mutta haitan vakavuus ei riipu annoksesta. Suora haitta, esimerkiksi kaihi tai ihovaurio, syntyy vasta kun säteilyannos ylittää tietyn kynnysarvon, ja haitan vakavuus kasvaa annoksen kasvaessa.

Pienten säteilyannosten vaikutusta ei ole kyetty havaitsemaan edes suuria ihmisjoukkoja koskeneissa tilastollisissa tutkimuksissa, koska mahdollinen vaikutus, jonka on väitetty pienillä annoksilla voivan olla myös myönteinen, on pieni ja esimerkiksi syöpiä esiintyy paljon muiden syiden johdosta.

Eräiden näkemysten mukaan tietyn kynnysarvon alapuolella säteilystä ei ole haitallisia vaikutuksia. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti säteilysuojelussa oletetaan kuitenkin, että esimerkiksi syövän todennäköisyys on suoraan verrannollinen säteilyannokseen ilman kynnysarvoa. Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta ICRP käyttää riskikertoimena syövälle 0,0055 % / mSv pienillä annoksilla ja pienillä annosnopeuksilla. Tällöin oletetaan, että niistä noin 18 000 ihmisestä, jotka kaikki ovat saaneet 1 mSv:n annoksen, yksi syöpätapaus aiheutuisi säteilystä *(ICRP 2007, Paile 2002, UNSCEAR 2008).*

Säteilyn epäillään aiheuttavan perinnöllisiä vaikutuksia. Vaikka eläinkokeissa on osoitettu säteilyn aiheuttavan perinnöllisiä vaikutuksia, ei niitä ole pystytty ihmisillä havaitsemaan. Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICRP:n riskikerroin vakaville perinnöllisille vaikutuksille on 0,0002 % / mSv. Vakavalle terveyshaitalle ICRP käyttää siten riskikerrointa, joka on yhteensä 0,0057 % / mSv *(ICRP 2007).*

Vertailutietoa säteilyn lähteistä ja säteilyannoksista Suomessa
Seuraavassa tarkastellaan vertailun vuoksi säteilystä saatavia annoksia Suomessa.

Suomalaisten keskimääräinen vuotuinen säteilyannos on noin 3,7 mSv. Suomalaiset saavat säteilyä pääasiassa luonnosta ja säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Noin puolet suomalaisen saamasta säteilyannoksesta eli noin 2 mSv on peräisin huoneilman radonista. Maaperän ja rakennusmateriaalien ulkoisesta säteilystä aiheutuva annos on keskimäärin 0,5 mSv vuodessa yhtä suomalaista kohti. Avaruudesta peräisin olevalle säteilylle ihmiset joutuvat alttiiksi kaikkialla, lentokoneessa enemmän kuin maanpinnalla. Avaruudesta peräisin olevasta säteilystä suomalaiset saavat noin 0,3 mSv:n annoksen vuodessa. Ihmiset myös syövät, juovat ja hengittävät luonnon radioaktiivisia aineita. Kehossa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuu noin 0,3 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa. Ydinasekokeista ja Tshernobylin laskeumasta arvioidaan aiheutuvan noin 0,02 mSv:n säteilyannos vuodessa. Myös Japanissa tapahtuneen Fukushiman onnettomuuden seurauksena ilmaan päässeitä radioaktiivisia aineita on havaittu Suomessa. Määrät ovat kuitenkin olleet hyvin pieniä, eivätkä käytännössä näy nousuna suomalaisten vuosittain eri lähteistä saamassa annoksessa *(STUK 2012a, 2012b.)*

Luonnon taustasäteilyn aiheuttaman säteilyannoksen suuruus vaihtelee alueittain. Sisäilman radonpitoisuus vaihtelee eri alueilla paljonkin. Suomalaiset saavat suurimman säteilyannoksen huoneilman radonista. Suomessa on arviolta 70 000 asuntoa, joiden radonpitoisuus ylittää enimmäisarvon 400 Bq/m^3. Asuminen enimmäisarvon 400 Bq/m^3 omaavassa asunnossa aiheuttaa noin 7 mSv:n suuruisen vuotuisen annoksen. Maaperästä ja rakennuksista peräisin olevan ulkoisen säteilyn aiheuttama säteilyannos Suomen eri paikkakunnilla on 0,2–1 mSv/vuosi. Lentohenkilöstö saa avaruussäteilystä noin 2 mSv:n ylimääräisen säteilyannoksen vuodessa. Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten aiheut-

tama säteilyannos voimalaitosten lähialueiden eniten altistuneelle ryhmälle on alle tuhannesosa suomalaisten keskimääräisestä säteilyannoksesta. *(STUK 2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2012e.)*

Säteilyn hyötykäytöstä aiheutuva säteilyannos on Suomessa peräisin lähes kokonaan säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Suomessa tehdään vuosittain noin 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta, noin 1,3 miljoonaa tavanomaista hammaskuvausta ja lähes 200 000 hampaiden panoraamakuvausta. Kun erilaisista röntgentutkimuksista potilaille aiheutuneet säteilyannokset jaetaan kaikkien suomalaisten kesken, saadaan keskimääräiseksi annokseksi noin 0,5 mSv vuodessa. Kaikkien röntgenkuvausten keskimääräinen säteilyannos yhtä tutkimusta kohti on noin 0,6 mSv. *(STUK 2012e.)*

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta johtuvat terveysvaikutukset
Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokselta voi normaalissa käsittelyssä vapautua pieniä määriä radioaktiivisia aineita. Kalliosta ja kalliotiloihin vuotavasta pohjavedestä voi vapautua kaasumaista radonia loppusijoitustilojen ilmaan. Normaalien päästöjen muodostuminen on kuvattu yksityiskohtaisesti Posivan julkaisussa *(Rossi & Suolanen 2012)*. Normaaleissa oloissa radioaktiiviset aineet ovat kaiken aikaa tiiviisti eristettyinä luonnosta ja ihmisistä. Päähuomio onkin kiinnitetty erilaisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden seurauksiin (luku 7) ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta koskeviin arvioihin (luku 8).

Taulukossa (Taulukko 7-1) on esitetty kollektiiviset annokset normaalikäytön päästöstä, häiriö- sekä onnettomuustilanteen päästöstä. Normaalit vuosittaiset radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömät.

Normaaleista yhden vuoden päästöistä aiheutuva annos 50 vuoden kuluessa väestöön kuuluvalle henkilölle on suurella todennäköisyydellä alle 0,01 mSv laitosalueen välittömässä läheisyydessä. Tällöin on oletettu, että lähialueella asutaan vakituisesti, harjoitetaan maataloutta ja käytetään ravinnoksi pääosin omia tuotteita. Vaikutusten kannalta merkittävin radionuklidi on cesium-137.

Pääosa annoksesta kertyy maahan laskeutuneiden radionuklidien siirtyessä maataloustuotteisiin, esimerkiksi maitoon, ja siten ruokailun välityksellä aiheutuvasta sisäisestä säteilystä. Suora ulkoinen säteily laskeumasta ja ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden hengittäminen aiheuttavat seuraavaksi suurimman annoksen. Suora säteily päästöpilvestä aiheuttaa tätä selvästi pienemmän annoksen. Annos on ainakin kertaluokkaa pienempi viiden kilometrin päässä kuin laitoksen välittömässä läheisyydessä. Kauempana annos on tätäkin pienempi. Normaaleista päästöistä aiheutuvat annokset ovat siten merkityksettömän pieniä esimerkiksi luonnonsäteilyyn verrattuna (noin 3 mSv/vuosi). Myöskään ympäristöön pääsevistä luonnon radonista ja sen hajoamistuotteista aiheutuvat annokset eivät ole merkittäviä.

Kalliotilojen louhinnasta aiheutuvan luonnon radonkaasun lisääntymistä ympäristössä on arvioitu Säteilyturvakeskuksen mittausten sekä Posivan kairaustulosten perusteella *(Vesterbacka & Arvela 1998)*. Leviämistä arvioitiin pistemäisen lähteen gaussilaisella leviämismallilla, jolloin saatiin todellisuutta korkeammat pitoisuudet. Nämäkin pitoisuudet jäävät tilojen lähialueella niin pieniksi, että niiden erottaminen ulkoilman radonpitoisuudesta on käytännössä mahdotonta. Näin ollen merkittäviä ympäristövaikutuksia ei synny.

Kapselointilaitoksen työntekijöille aiheutuvat säteilyannokset ovat arvioiden mukaan pienempiä kuin ydinvoimalaitosten henkilökunnan saamat annokset. Myös kapselointilai-

toksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin määriin. Kapselointilaitoksesta ei pääse ympäristöön haitallisia määriä säteileviä aineita siinäkään tapauksessa, että ydinpolttoaineen käsittelyssä tapahtuisi häiriö.

Loppusijoitusjärjestelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus sekä turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan turvallisuusanalyyseillä. Niissä tarkastellaan sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia ja arvioidaan kussakin tapauksessa ihmisille ja muulle luonnolle aiheutuvat seuraukset (luku 8).

Suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen

Suomalaisten suhtautuminen ydinjätteiden loppusijoitukseen
Suomalaisten suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu osana ”Suomalaisten energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa vajaa kolmannes (29 %) katsoo ydinjätteiden loppusijoituksen Suomeen turvalliseksi. Epäileviä on enemmän, runsas puolet (53 %) väestöstä. Suhtautuminen loppusijoitukseen on hieman skeptisempää kuin edellisessä mittauksessa, mutta tulokset eivät ole kovin kaukana viimeisten viidentoista vuoden keskimääräisestä tasosta. Pysyvyys kertoo yleisemminkin, etteivät ydinjätekannat ole suoraan sidoksissa ydinvoiman kannatukseen. Seurannan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella (1983–1993) luottamus oli kuitenkin astetta niukempaa kuin nykyisin.

Varauksellisuutta selittää yhtäältä lähes kolmen neljäsosan (73 %) näkemys, jonka mukaan ydinjätteet muodostavat jatkuvan uhan tulevien sukupolvien elämälle. Eri mieltä on vain noin joka kuudes (16 %). Tämän mittarin valossa ydinjätehuoli on hieman aiempaa laajempaa, joskin silti asiallisesti melko lähellä edeltävien vuosien tasoa. Koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys kertoo uhan kokemisen sitkeähenkisyydestä. Vaikka seurannan alkuvaihe erottuu astetta varauksellisempana myös tässä tarkastelussa, ei koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys ole muuttunut neutraalimpaan suuntaan.

Ajatus, jonka mukaan ydinjätteet olisi parempi pitää nykyisissä välivarastoissaan ja odottaa uusia ratkaisuja kuin sijoittaa ne lopullisesti maamme kallioperään, sai vuoden 2011 tutkimuksessa kahden viidesosan (41 %) hyväksynnän. Eri mieltä oli neljännes (24 %). Vertailu edelliseen vuoteen kertoo välivarastoinnin kannatuksen pysyneen lähes ennallaan. Menettelyn puoltajien osuus on entisellään, vastustajien osuus hieman vähentynyt. Tämän suuntainen kokonaismuutos 1990-luvun alusta (62 % kannatti välivarastointia vuonna 1991) on suuri. Tulkinnassa tosin tulee huomata vuonna 1994 tehty ydinjätteiden vientikieltopäätös, joka rajasi ratkaisumahdollisuudet kapeammalle alueelle.

Voimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtaudutaan aiempaan tapaan vähemmän vieroksuvasti kuin maassa keskimäärin. Luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen on niissä, etenkin loppusijoituskohteeksi valitulla Eurajoella, merkittävästi laajempaa. Tarkasteluyhteydessä on paikallaan palauttaa mieliin myös tutkimussarjan aiempien vaiheiden tulokset. Niissä on tullut toistuvasti esiin niin eurajokelaisten kuin loviisalaistenkin periaatteellinen valmius ydinjätteiden vastaanottoon, eli sijoitukseen oman kuntansa alueelle. *(Suomalaisten energia-asenteet 2011.)*

Eurajoen kuntalaisten luottamus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen
Vuosina 2007 2008 tehdyn haastattelututkimuksen *(Aho 2008)* mukaan suhtautuminen ydinvoimaan oli pääosin myönteistä, kuten myös tutkimukseen sisältyneen lomaketutkimuksen tulokset osoittivat (59 %). Useat haastatellut kertoivat ydinvoiman olevan paras energiantuottamistapa tällä hetkellä. He eivät nähneet vaihtoehtoisia energiantuottamisratkaisuja kasvaviin tarpeisiin. Kukaan haastatelluista ei ollut myöskään valmis tinkimään elintasostaan.

Osa haastatelluista näki ydinvoimassa kuitenkin myös suuria uhkia. Ydinvoiman uhkana nähtiin maailmanlaajuisesti kasvanut terrorismi, sodat ja kaikenlaiset ydinonnettomuudet. Nämä haastatellut kokivat ydinvoimalatoiminnan heikentävän heidän ja koko maan kansalaisten turvallisuutta.

Loppusijoitukseen suhtauduttiin melko hyväksyvästi. Lomakekyselyn tulosten perusteella noin 40 % kyselyyn vastanneista Eurajoen kuntalaisista suhtautui myönteisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen ja neutraalisti 12 % kuntalaisista. Riskeinä nähtiin erityisesti polttoainekuljetukset, minkä vuoksi nimenomaan Eurajokea pidettiin sopivana loppusijoituspaikkana. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittaminen kotikuntaan pelotti kuitenkin kyselyn mukaan noin 45 % kuntalaisista. Haastattelujen perusteella suurin loppusijoitukseen liittyvä huolenaihe on käytetyn ydinpolttoaineen tuonti ulkomailta Suomeen ja Eurajoelle loppusijoitettavaksi.

Vuonna 1998 tehdyssä tutkimuksessa (Viinikainen 1998) selvitettiin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaalisia vaikutuksia kuntalaisten keskuudessa. Tuolloin tehty tutkimus ei osoittanut eurajokelaisten pelkäävän sitä, että käytettyä ydinpolttoainetta tuotaisiin jostakin toisesta maasta loppusijoitettavaksi Olkiluotoon. Tuolloin huolenaiheina olivat muun muassa ydinpolttoainekuljetukset Suomessa, loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus ja kapselointivaiheen riskit. Nyt edellä mainittu huolenaihe muiden maiden käytetyn ydinpolttoaineen tuomisesta Olkiluotoon loppusijoitettavaksi nousi esille useaan otteeseen. Tämä koettiin yhdeksi suurimmista uhkakuvista käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa.

Haastateltujen asenne loppusijoitusta kohtaan oli pysynyt suhteellisen muuttumattomana. Kukaan heistä ei puhunut asenteensa radikaalista muuttumisesta. Kuntalaiset pitävät ydinvoimasta ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta koituvia taloudellisia hyötyjä tärkeinä. Useat haastatelluista pitivät taloudellisia hyötyjä yhtenä tärkeimmistä tekijöistä heidän asenteidensa muotoutumiseen. Monet haastatelluista pitivät Eurajoen kunnan palveluita poikkeuksellisen hyvinä. Palveluissa näkyy heidän mukaansa kunnan varakkuus, minkä arveltiin olevan peräisin Olkiluodosta. *(Aho 2008.)*

Haastatellut pitivät Posivan toimintaa vakaana ja yllätyksettömänä. Yksittäisiä tapauksia lukuun ottamatta he katsoivat, ettei Posivan toiminnassa ole vuosien varrella tapahtunut mitään ennalta odottamatonta. Tämä nähtiin pääosin positiivisena asiana ja esimerkiksi maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, hyvin ja tasaisesti edennyt louhintatyö sai kiitosta. Haastateltujen mielestä Posiva ei riskeeraa turvallisuutta ja välittää paitsi kuntalaisista myös kaikista Suomen kansalaisista asettamalla turvallisuustekijät etusijalle. Luottamusta loppusijoitukseen kuvailtiin ja perusteltiin pääosin mielikuvien kautta.

Haastatellut pitivät Posivaa ja sen henkilökuntaa asiantuntevana, rehellisenä ja kyvykkäänä hoitamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus turvallisesti. Suurelta osin luottamusta loppusijoituksen turvallisuuteen ei siis perusteltu luottamuksena loppusijoitusmenetelmään ja sen pitävyyteen, vaan luottamus syntyi mielikuvina asiantuntevasta

ja kyvykkäästä yrityksestä ja sen henkilökunnasta. Luottamuksen syntyyn tai vahvistumiseen oli useiden haastateltujen kertoman mukaan vaikutusta myös konkreettisilla vierailukäynneillä Olkiluodossa. Luottamus loppusijoitukseen on pääosin automaattista luottamusta, joka on syntynyt hiljalleen pitkän ajan kuluessa.

Epäluottamus asiaa kohtaan oli syntynyt niin ikään mielikuvien kautta. Epäluottamukseen erityisesti vaikuttavana tekijänä pidettiin haastateltujen mukaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta saadun tiedon kritiikittömyyttä. Asiat ovat heidän mielestään aivan liian hyvin ollakseen totta. Kritiikittömyys ja ainoastaan positiivisten seikkojen esilletuominen tuntuvat epäluottavaisesti suhtautuvien mielestä asioiden silottelulta ja peittelyltä.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmenetelmää koskeva tieto haastateltujen keskuudessa oli puutteellista. Parhaiten tunnettiin loppusijoituspaikka, loppusijoituskapseli ja loppusijoitussyvyys.

Kukaan haastatelluista ei kertonut tunteneensa erityistä tarvetta tietää loppusijoitukseen liittyvistä asioista. Yli puolet (noin 56 %) vastanneista koki saaneensa riittävästi informaatiota loppusijoitukseen liittyvistä asioista. Heidän mukaansa tietoa aiheesta tulee kotiin ilmaisjakeluna niin usein, ettei varsinaisia tiedontarpeita pääse syntymään. Aiheesta saatavilla oleva informaatio nähtiin pääosin selkeänä ja kattavana. Valtaosa haastatelluista koki luottavansa Posivan viestintään.

Peräti 69 % vastanneista oli sitä mieltä, että Posivalla on hyvä asiantuntemus ydinpolttoaineen loppusijoitukseen. Posivaa pidettiin luotettavana asiantuntijaorganisaationa, sillä 69 % vastasi olevansa väittämän kanssa samaa mieltä. Posivan henkilökunnan asiantuntemukseen luotti 68 % vastanneista. Kyselyn tulosten mukaan 75 % kuntalaisista on kiinnostunut loppusijoitukseen liittyvistä asioista. *(Aho 2008.)*

Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen vuonna 2008 toteuttaman tutkimuksen *(Litmanen ym. 2010)* mukaan Eurajoen asukkaista kolmannes katsoi saavansa tarpeeksi tietoa loppusijoituksesta, kolmannes oli asiasta eri mieltä ja kolmannes ei osannut arvioida asiaa. Korrelaatioanalyysin perusteella tiedon ja luottamuksen välinen riippuvuus osoittautui varsin heikoksi. Loppusijoituslaitoksen laajentamisen kannatuksen ja loppusijoituksen terveysvaikutuksiin liittyvän tiedontarpeen välillä havaittiin tutkimuksen korkein käänteinen korrelaatio.

Institutionaalinen luottamus Posivaan osoittautui Eurajoella kaksijakoiseksi. Yhtiöön luottavia ja ei-luottavia oli yhtä suuri osuus (39 %) asukkaista. Luottamus Posivaan oli jonkin verran suurempaa kuin viranomaisiin. Loppusijoituslaitoksen laajentamisen hyväksynnän ja luottamuksen välillä on vahva positiivinen riippuvuus.

Loppusijoitukseen liitettyjen taloudellisten hyötyjen ja muiden vaikutusten (kunnan imago, ympäristön tila ym.) ja koetun luottamuksen välillä havaittiin tutkimuksessa vahva positiivinen korrelaatio. Loppusijoitukseen luottavat asukkaat kokivat yleisesti loppusijoituksen hyödyt haittoja suuremmiksi.

Ydinjätteistä koettava moraalinen vastuu selittää osaltaan asukkaiden luottamusta. Hankkeesta koituvat riskit ja uhat koetaan puolestaan suurimmaksi niiden asukkaiden joukossa, jotka vastustavat loppusijoituslaitoksen laajennusta. Yleinen ydinvoimamyönteisyys puolestaan korreloi vahvasti loppusijoitukseen liittyvän luottamuksen kanssa.

Tutkimuksen mukaan 42 % Eurajoen asukkaista on valmiita hyväksymään loppusijoituslaitoksen laajentamisen. Tutkimuksen yleishavaintona voidaan esittää, että asukkaiden luottamus ei perustu niinkään tietoon vaan luottamusta selittäviin muihin tekijöihin. Institutionaalisen luottamuksen ohella merkittäviä selittäjiä ovat hankkeesta koetut taloudelliset ja muut hyödyt, riskikäsitykset, moraalinen vastuu sekä yleinen ydinvoima-asenne. Merkittävää ja huomionarvoista on sekin, että vuosikymmenten saatossa ydinvoimasta on tullut tuttu teknologia paikallisille asukkaille ja osa paikkakunnan identiteettiä.

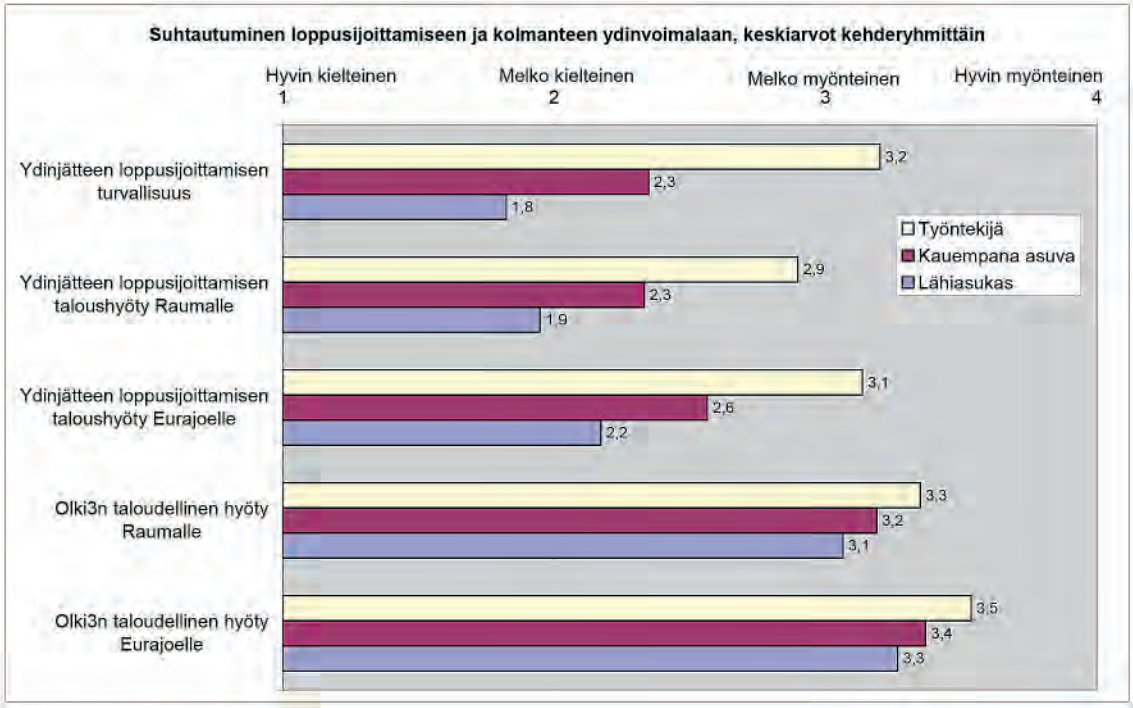
Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työntekijäkysely

Olkiluodon osayleiskaavoituksen yhteydessä tehdyn asukaskyselyn *(Ramboll Finland Oy 2007)* mukaan kaikille vastaajaryhmille yhteinen tärkeä asia Olkiluodon osayleiskaavoituksessa oli ydinvoimalaitosten turvallisuus. Lähiasukkaat korostivat eniten nykyisten loma-asuntojen säilyttämistä. Lisäksi he pitivät tärkeinä kalastus- ja virkistysmahdollisuuksia Olkiluodon merialueella sekä venesataman kehittämistä. Työntekijät taas pitivät tärkeänä ydinvoimatuotannon laajennusmahdollisuuksia ja liikenneyhteyksien parantamista. Erityisesti kauempana asuvat toivat lisäksi esille maanalaisen loppusijoitusalueen rajauksen ja tuulivoimalaitosten lisäämisen merellä ja maalla.

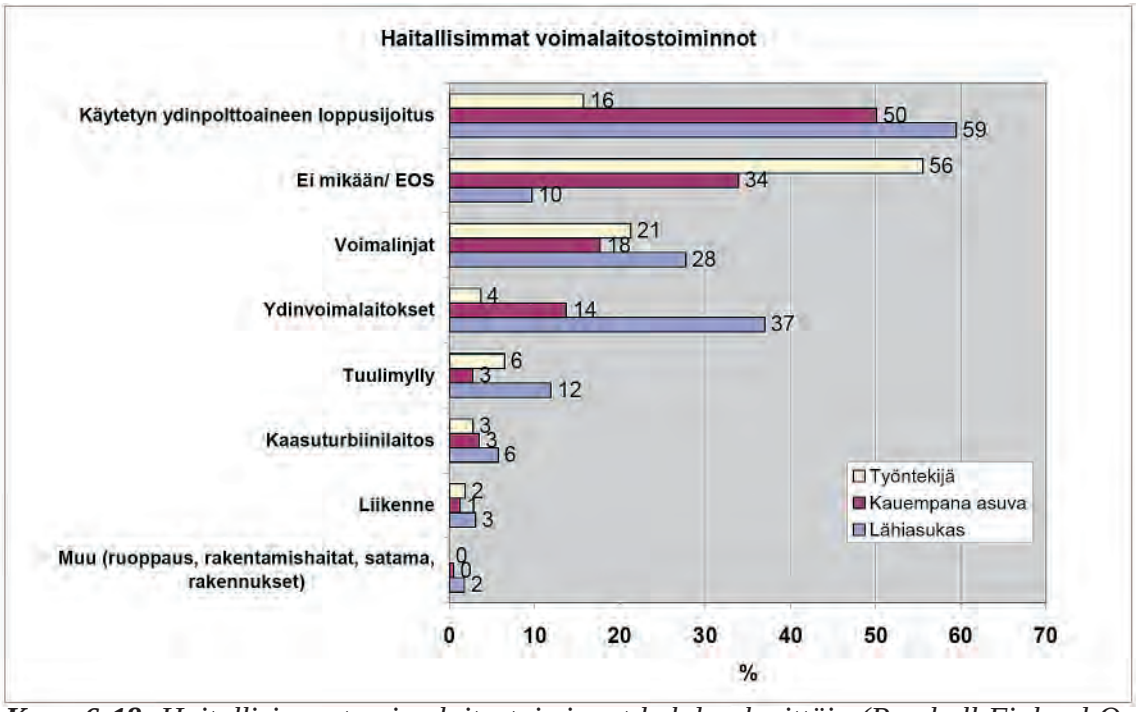
Loppusijoittamiseen suhtautumisessa naiset olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi kielteisempiä kuin miehet ja yli 65-vuotiaat kielteisempiä kuin nuoremmat. Kyselyyn vastanneet asukkaat suhtautuivat kielteisesti ydinjätteen loppusijoittamisen turvallisuuteen ja kuntien taloushyötyyn, mutta myönteisesti Olkiluodon kolmannen ydinvoimalan taloushyötyyn (Kuva 6-17). Olkiluodossa työskentelevät suhtautuivat sekä loppusijoitukseen että OL3-laitosyksikköön myönteisesti.

Puolet kyselyyn vastanneista asukkaista piti haitallisimpana voimalaitostoimintona käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta (Kuva 6-18). Kauempana asuvat pitivät voimalinjoja haitallisempina kuin ydinvoimalaitoksia, lähiasukkaat taas päinvastoin.

Avointen vastausten mukaan eniten tietoa kaivataan turvallisuudesta ja rakentamisen ongelmista. Erityisesti lähiasukkaita kiinnostavat ydinvoimalan haittavaikutukset ja loppusijoitus. Asukkaat haluaisivat tietoa myös ydinvoimalan toimintaan liittyvistä asioista sekä vaikutuksista loma-asutukseen. *(Ramboll Finland Oy 2007.)*



Kuva 6-17. *Suhtautuminen loppusijoittamiseen ja Olkiluodon kolmanteen ydinvoimalaan kohderyhmittäin. En osaa sanoa -vastaukset jätetty pois (Ramboll Finland Oy 2007).*



Kuva 6-18. *Haitallisimmat voimalaitostoiminnot kohderyhmittäin (Ramboll Finland Oy 2007).*

Teemahaastatteluiden tulokset
Eurajokelaisten loppusijoitusta koskevia mielipiteitä, asenteita ja mahdollisia huolia selvittäneen teemahaastattelututkimuksen *(Pöyry Environment Oy 2008)* mukaan suurin osa haastatelluista suhtautui loppusijoitushankkeeseen neutraalisti tai melko myönteisesti. Kalliosijoitusta pidettiin mahdollisista loppusijoitusvaihtoehdoista parhaana. Kuitenkin myös turvallisuusriskejä nähtiin, pääasiassa pidemmällä aikavälillä. Kukaan haastatelluista ei kokenut varsinaisia pelkoja loppusijoitukseen liittyen, vaikka joitain huolia olikin. Kunnan kannalta positiivisena vaikutuksena nähtiin kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutukset työllisyyteen ja verotuloihin.

Tulokset olivat varsin yhteneväisiä Ahon *(2008)* tutkimuksen kanssa. Merkittävimpinä huolenaiheina näissä haastatteluissa nousivat esiin kuljetukset, mahdollinen ydinjätteen tuonti ulkomailta sekä pitkäaikaisturvallisuus, johon Ahon tutkimuksesta poiketen varsin monen haastatellun mielessä liittyi epäily maanjäristysriskeistä.

”Luotan, että kyllä ne siellä pysyy”
Selkeä valtaosa haastatelluista piti loppusijoitusta kallioperään kohtalaisen turvallisena ja totesi, ettei parempaakaan vaihtoehtoa ole. Käsittelyä Suomessa pidettiin ulkomaille viemistä turvallisempana ja myös suomalaisten moraalisena velvoitteena. Muutamat haastatellut kritisoivat loppusijoitusta voimakkaastikin. Tärkeimpinä syinä kritiikkiin olivat pitkän aikavälin turvallisuuteen kohdistuvat epäilyt sekä näkemys, että on väärin jättää ydinjätteet tulevien sukupolvien huoleksi. Toisaalta kriittisetkin haastatellut katsoivat, että kalliosijoitus lienee silti paras nykyvaihtoehdoista.

Monet haastatellut totesivat, etteivät itse ymmärrä asiaa kunnolla, mutta luottavat siihen, että asiat ovat kunnossa. Muutamat arvioivat, ettei lupaa annettaisi, jos vaaroja olisi. Lähes kaikki kokivat saaneensa riittävästi tietoa loppusijoituksesta. Muutamat totesivat, etteivät halua miettiä asiaa liian tarkasti, vaan luottavat niihin, joiden tehtävänä on hoitaa asia. Kaikki haastatellut pitivät Posivaa vähintään melko luotettavana.

Useimmat haastatellut suhtautuivat neutraalisti tai myönteisesti kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen nimenomaan Eurajoelle. Paikkaa ydinvoimalan vieressä pidettiin luontevana ja myös kuljetusten minimoimiseksi järkevänä. Pari haastateltua totesi kuitenkin, että kunkin voimalan jätteet pitäisi sijoittaa sen lähialueelle. Muutamat katsoivat, että jos on löytynyt hyvä ja turvallinen paikka, sitä pitää tietenkin käyttää. Jotkut arvelivat, että jos jotain sattuu, ei ole juuri väliä onko laitos vieressä vai kauempana. Muutamat toivoivat, että laitos olisi mieluummin jossain muualla.

Loppusijoitukseen liittyviä huolia nousi myös esiin. Monia mietitytti loppusijoituksen erittäin pitkä aikajänne, vaikka konkreettisia epäilyksiä tai huolia ei olisikaan. Pitkän ajan kuluessa voi tapahtua arvaamattomia asioita. Esiin tuotiin muun muassa epäilyksiä siitä, etteivät kapselit voi kestää ikuisesti. Katsottiin myös, ettei kukaan ihminen voi arvioida maailman muuttumista tuhansien vuosien aikana. Lähes puolet haastatelluista pohti, voiko olla varmaa, ettei Suomessa tulevaisuudessakaan esiinny voimakkaita maanjäristyksiä. Maanjäristyshuolen yleisyyteen vaikuttanee osaltaan se, että juuri ennen haastatteluja oli uutisoitu suuresta maanjäristyksestä Kiinassa. Muutamat toivat esiin ilmastonmuutoksen, merenpinnan nousun ja sen mahdollisesti arvaamattomat seuraukset. Joitakin mietitytti, kerrottaisiinko kaikkia hankkeelle epäedullisia tutkimustuloksia julki, jos sellaisia ilmenisi.

Loppusijoitukseen liittyvät huolet ovat asioita, joita joskus tulee mietittyä. Yksikään haastateltu ei ilmaissut kokevansa varsinaista pelkoa loppusijoitushankkeen vuoksi tai

että siihen liittyvät huolet varjostaisivat omaa elämää tai aiheuttaisivat stressiä. Vain yksi haastateltu arvioi, että loppusijoituksesta saattaisi aiheutua vaaraa henkilökohtaiselle turvallisuudelle.

Muutoinkin haastatellut kokivat elämänsä kokonaisuutena turvalliseksi. Turvallisuudentunteeseen vaikuttavat muun muassa oma terveys ja työtilanne, muutamien kohdalla sitä puolestaan heikentävät muiden seikkojen ohella ydinvoimalat. Etenkin nuoremmat kokivat tottuneensa voimaloihin. Lähiasukkaistakin osa totesi tottuneensa ydinvoimaan, toisaalta osa heistä muisteli Olkiluotoa ennen voimaloita ja totesi, että alue ei ole enää samanlainen.

Konkreettisimmat loppusijoitukseen liittyvät huolet koskivat ydinjätteen kuljetuksia, joita monet pitivät kriittisimpänä vaiheena. Sekä maa- että merikuljetukset epäilyttivät. Puolet haastatelluista nosti esiin huolen, että Eurajoelle alettaisiin tuoda ydinjätteitä myös ulkomailta. Yhtä lukuun ottamatta kaikki asiasta maininneet vastustivat sitä voimakkaasti. Haastatellut olivat tietoisia siitä, että laki kieltää ydinjätteen tuonnin, mutta totesivat, että laki on muutettavissa. Perusteena mainittiin suomalaisten energiayhtiöiden ulkomaiset omistukset ja sijoituslaitoksen omistajien mahdollinen ahneus. Haastatellut pitivät erittäin negatiivisena ajatusta, että Suomesta tulisi Euroopan ”ydinjätekaatopaikka” ja katsoivat, että kunkin maan kuuluu hoitaa omat ydinjätteensä omalla alueellaan.

”Ihan valoisalta näyttää kunnan tulevaisuus”

Kaikki haastatellut ilmoittivat viihtyvänsä Eurajoella. Viihtyvyyttä oli vaikea eritellä, mutta esiin nousivat kunnan pienuus ja rauhallisuus, luonnonläheisyys ja meri sekä kokoon nähden hyvät palvelut. Pienuus tosin nähtiin osin viihtyvyyttä heikentävänkin tekijänä. Pari henkilöä piti ydinvoimaloita kunnan viihtyisyyttä heikentävänä tekijänä.

Valtaosa haastatelluista aikoi tulevaisuudessakin asua Eurajoella. Useimmilla tulevaisuuden suunnitelmat kiinnittyivät nimenomaan nykyiseen kotipaikkaan eikä Eurajokeen kuntana. Monet ilmaisivat voimakkaastikin aikovansa asua nykyisessä kodissaan niin kauan kuin mahdollista.

Haastatelluista kuusi aikoi muuttaa pois Eurajoelta. Pääasiassa nämä olivat nuorimpia haastateltuja, jotka suunnittelivat opintoja muualla. Opintojenjälkeistä tulevaisuutta ei oltu juuri suunniteltu. Kaksi toivoi palaavansa Eurajoelle ja kaksi piti sitä epätodennäköisenä. Eurajokea pidettiin hyvänä asuinympäristönä tulevalle perheelle ja lapsille. Kaikki pienten lasten vanhemmat pitivät Eurajokea hyvänä asuinpaikkana ja suunnittelivat jäävänsä paikkakunnalle. Kolme henkilöä totesi, ettei poismuuttokaan olisi poissuljettua esimerkiksi töiden vuoksi. Mahdolliset muuttosuunnitelmat liittyivät omaan elämään, vain yhdellä loppusijoitus vaikutti osaltaan asiaan.

Useimpien haastateltujen näkemysten mukaan Eurajoen tulevaisuus näyttää valoisalta. Kunta arvioitiin vakavaraiseksi, ja työpaikkoja ja elämää ajateltiin riittävän jatkossakin. TVO:ta ja siltä saatavia tuloja pidettiin tärkeinä; pari haastateltua mainitsi tässä mielessä myös Posivan. Useat pohtivat mahdollista kuntaliitosta, jota ei toivottu. Muina kysymyksinä nousi esiin päättäjien kyky toimia kunnan kannalta hyvin sekä vastuu luonnon ja rantojen säilymisestä.

Keskusteltaessa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutuksesta Eurajoen kunnan ja kuntalaisten tulevaisuuteen, useimmat näkivät positiivisia vaikutuksia. Tärkeimpinä tekijöinä nähtiin positiiviset vaikutukset työllisyyteen ja talouteen, tosin vain muutamat arvioivat, että vaikutukset ovat merkittäviä. Osa haastatelluista arvioi, että työpaikkoja tulee

kuntalaisille, osa taas oletti pääosan työvoimasta tulevan muualta. Muutamat arvioivat, että kapselointi- ja loppusijoituslaitos saattaisi hieman parantaa omia mahdollisuuksia saada työtä paikkakunnalta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella ajateltiin olevan kahdenlaisia vaikutuksia väestönkasvuun ja muuttohalukkuuteen. Toisaalta työpaikat voivat tuoda lisää väkeä, toisaalta arveltiin, että jotkut perheet eivät halua muuttaa ydinjätekuntaan. Jotkut jopa uskoivat, että kunnassa jo asuvia saattaa muuttaa tästä syystä pois. Muutamat haastatellut nostivat myös esiin loppusijoitukseen mahdollisesti liittyvät turvallisuusriskit kunnan tulevaisuudesta keskusteltaessa.

Vastaajaryhmien väliset näkemyserot olivat melko pieniä sekä naisten ja miesten että toisaalta vastaajaryhmien välillä. Naisista puolet suhtautui ainakin hieman kielteisesti hankkeeseen, kun taas miehistä valtaosa suhtautui neutraalisti. Naisilla oli jonkin verran enemmän huolia, toisaalta naisista myös useampi totesi luottavansa siihen, että asia hoidetaan kunnolla. Miehet näkivät hieman enemmän myönteisiä vaikutuksia kunnalle.

Lähes kaikki kielteisesti suhtautuvat olivat lähiasukkaita, joilla oli myös enemmän huolia kuin nuorilla. Muun muassa ulkomailta tuotaviin jätteisiin, kuljetuksiin ja maanjäristyksiin liittyvät huolet olivat lähiasukkailla yleisempiä kuin nuorilla. Lähiasukkaat olivat selvästi nuoria kiintyneempiä nimenomaan nykyiseen kotipaikkaansa. Monia lähiasukkaita huolestuttivat aluelaajennukset ja mahdolliset pakkolunastukset Olkiluodossa. Monilla oli myös konkreettisia paikallisia huolia, kuten huoli porakaivojen vedestä, liikenneturvallisuudesta Olkiluodontiellä sekä kallioperän todellisesta kestävyydestä. *(Pöyry Environment Oy 2008.)*

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon
Vuonna 2007 laaditun selvityksen *(Laakso ym. 2007)* mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijoittumispäätöksellä, Posivan siirtymisellä Eurajoelle, Vuojoen kartanon peruskorjauksella ja toiminnan uudistamisella sekä laitosten tutkimusvaiheen ja ONKALOn rakentamisen aloittamisella on ollut positiivinen vaikutus Eurajoella ja koko seudulla 2000-luvun alkuvuosina toteutuneeseen sosioekonomiseen, aluetaloudelliseen ja kunnallistaloudelliseen kehitykseen. Kuitenkaan laitoshanke ei yksin selitä tapahtuneita muutoksia, vaan erityisesti Olkiluoto 3 -ydinvoimalahankkeen vaikutus on suurempi. Lisäksi on useita muitakin tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet myönteisesti Eurajoen seudun ja koko Satakunnan kehitykseen, kuten yleinen suhdannekehitys 2000-luvun alkuvuosina, EU:n rakennerahasto-ohjelmat sekä Aluekeskusohjelma. *(Laakso ym. 2007.)*

Työllisyysvaikutukset
Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu-, tutkimus- ja rakentamisvaiheen kokonaistyöllisyysvaikutus vuosina 2001–2020 tulee olemaan noin 6 800 henkilötyövuotta (htv), josta välittömien vaikutusten osuus on 4 200 htv ja välillisten 2 600 htv. Koko hankkeen välittömät työllisyysvaikutukset vuodessa ovat korkeimmillaan noin 325 henkilötyövuotta. Toimintavaiheen aikana välittömäksi työllisyysvaikutukseksi vuodessa on arvioitu noin 130 henkilötyövuotta. Hankkeen välillisten työllisyysvaikutusten on arvioitu olevan noin 2/3 välittömistä vaikutuksista. Hankkeen vaikutuksen kokonaistyöllisyyteen arvioidaan olevan suurimmillaan noin 550 henkilötyövuotta vuodessa.

Kokonaistyöllisyysvaikutuksesta (välittömät ja välilliset vaikutukset) kohdentuu enimmillään noin 45 henkilötyövuotta / vuosi Eurajoen kuntaan. Laitoksen toimintavaiheessa Eurajoen osuudeksi on arvioitu noin 30 henkilötyövuotta / vuosi. Koko seudun kannalta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen työllistävä vaikutus on merkittävä, enimmillään

noin 220 henkilötyövuotta / vuosi. Posivan ja Vuojoen kartanon henkilöstön on arvioitu asuvan pääosin seudulla. Lisäksi seudulle arvioidaan kohdentuvan merkittävästi myös rakentamisen ja välillisten vaikutusten työllisyyttä. Laitoksen toimintavaiheessa sen työllisyysvaikutuksen arvioidaan olevan seudulla vuosittain noin 90 henkilötyövuotta. Koko Satakunnassa hankkeen arvioidaan työllistävän enimmillään 300 henkilötyövuotta / vuosi ja toimintavaiheen aikana 125 henkilötyövuotta / vuosi.

Hankkeen välillisistä vaikutuksista huomattavan suuren osan arvioidaan kanavoituvan maakunnan ulkopuolelle muualle maahan etenkin rakentamisvaiheen aikana. Vaikka valtakunnalliset työllisyysvaikutukset ovat enimmillään varsin suuria alueellisiin verrattuna, niiden merkitys koko maan työllisyyden kannalta jää marginaaliseksi. Tästä syystä kiinnostavia ovat nimenomaan Eurajoen kuntaan ja seudulle kohdentuvat vaikutukset, jotka ovat merkittävällä tavalla positiivisia kunnan ja seudun työllisyyden kannalta. Eurajoella hankkeen arvioidaan lisäävän kunnan työllisyyttä vuositasolla enimmillään vajaa 2 % ja seudulla vajaa 1 %. *(Laakso ym. 2007.)*

Väestövaikutukset

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos luo sijoituspaikkakunnalle ja sitä ympäröivälle vaikutusalueelle lisää työpaikkoja, mikä lisää alueella väestön määrää ja muuttaa väestörakennetta. Arvion mukaan laitoshankkeen kumulatiivinen väestön lisäys Eurajoella on vuoteen 2020 mennessä 80 asukasta, mikä vastaa 1,4 % osuutta kunnan nykyisestä väestöstä. Koko seudulla laitosten aikaansaama väestönlisäys on vuoteen 2020 mennessä noin 415 henkilöä eli 0,7 % seudun nykyisestä väestöstä. Laitoshankkeen väestövaikutus vaikuttaa nuorentavasti Eurajoen kunnan ikärakenteeseen, mutta määrät ovat niin pieniä, että tämä myönteinen vaikutus ei pysty kääntämään kunnan väestön ikääntymistrendiä.

Laitosten vaikutukset väestöön heijastuvat edelleen asuntojen kysyntään ja sitä kautta rakentamiseen sekä yhdyskuntarakenteeseen. Arvion mukaan laitoshanke merkitsee Eurajoella noin 40 asunnon lisäkysyntää vuoteen 2020 mennessä eli keskimäärin kaksi asuntoa vuodessa. *(Laakso ym. 2007.)*

Vaikutukset kunnallistalouteen

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta vaikuttavat kunnallistalouteen. Sen osalta laitoksen ylivoimaisesti suurimmat vaikutukset kohdistuvat kiinteistöveroon sekä sen vaikutukseen kuntien välisessä verotulotasauksessa. Arvion mukaan loppusijoitustiloista maksetaan kiinteistöveroa enimmillään 3,5 miljoonaa euroa. Nouseva kiinteistöverotuotto vaikuttaa myös Eurajoen kunnan verotulotasaukseen, mutta vain osittain. Vaikka korkeammat kiinteistöverotuotot muuttavat tasauksen kunnan kannalta negatiiviseksi, vaikutus jää kokonaisuudessa pieneksi, sillä Posivan maksamien kiinteistöverotulojen nettosummaksi kunnalle jää tasauksen jälkeen noin 3 miljoonaa euroa, joka vastaa yli 4 %:n kunnallisverotuottoa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maksama kiinteistövero merkitsee kunnan verotulopohjan vähittäistä vahvistumista kiinteistöveron noustessa vuoteen 2020 asti. Tämä mahdollistaa kunnalle muihin kuntiin verrattuna vahvaa vuosikatetta sekä poikkeukselista liikkumavaraa, jolle kunnalla on vaihtoehtoisia suuntaamiskohteita. Kunta voi investoida perusrakenteeseen tai uusiin palveluihin tai parantaa olemassa olevia palveluita, mikä parantaisi kuntalaisten hyvinvointia, mutta sen ohella ne tekisivät kunnasta entistä houkuttelevamman asuinpaikan kunnassa työssäkäyville tai muissa kunnissa asuville potentiaalisille kuntaan muuttajille. Toinen vaihtoehto on kasvavan kiinteistöveropohjan hyödyntäminen kunnallisveroprosentin alentamiseen. Kumpikin toimintapolitiikka johtaisi kunnan houkuttelevuuden kasvuun potentiaalisten muuttajien kannalta suhteessa seudun muihin kuntiin.

Kuten edellä on todettu, kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kunnallistaloudelliset vaikutukset välittyvät pääasiassa kiinteistöveron kautta. Kiinteistövero maksetaan kokonaisuudessaan laitosten sijaintikuntaan eli Eurajoelle. Laitoksen työllisyys- ja väestövaikutukset kanavoituvat suurimmaksi osaksi laajemmalle seudulle Eurajoen ulkopuolelle ja vastaavasti suuntautuu myös tästä aiheutuva kunnallisverotulojen kasvu. Raumalla on arvioitu, että Posivan siellä asuvien työntekijöiden osuus kaupungin verotuloista on noin 0,5 % ja työntekijämäärän kasvaessa osuus nousee edelleen. Suhteessa seudun kokoon nämä vaikutukset ovat kuitenkin melko pieniä ja jakautuvat pitkälle ajalle. Kokonaisuudessaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kunnallistaloudelliset vaikutukset Raumalla ja muissa seudun kunnissa Eurajoen ulkopuolella jäänevät pieniksi. *(Laakso ym. 2007.)*

Posivan rooli Eurajoella ja lähiseudulla

Aluetaloudellisia vaikutuksia koskevan selvityksen *(Laakso ym. 2007)* mukaan hankkeen positiivisiin aluetaloudellisiin vaikutuksiin ollaan seudun kunnissa tyytyväisiä. Myönteisenä pidetään erityisesti sitä, että kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta ovat pitkäkestoista toimintaa, jossa vaikutukset ovat kohtuullisen hyvin ennakoitavissa ja jakautuvat pitkälle ajalle. Yhteistyön Posivan ja kuntien välillä arvioidaan toimivan pääasiassa hyvin. Posivan toimintaa ja panostusta Vuojoen kartanon kunnostuksessa ja toiminnan uudistamisessa arvostetaan. *(Laakso ym. 2007.)*

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen ennakkoon liitetyt potentiaaliset negatiiviset ulkoisvaikutukset eivät ole toteutuneet. Käytettävissä olevan tiedon perusteella laitoshanke ei ole haitannut asukkaita eikä yrityksiä ja Eurajoen kunnan tunnettuus ja imago ovat vahvistuneet. *(Laakso ym. 2007.)*

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen vaikutus Eurajoen kunnan imagoon

Hankkeen vaikutuksia Eurajoen kunnan imagoon selvittäneen tutkimuksen (Corporate Image Oy 2007) mukaan vastaajaryhmistä yritysten edustajat suhtautuivat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen selvästi muita vastaajaryhmiä myönteisemmin. Huomioitavaa on, että eurajokelaiset kokivat loppusijoittamisen selvästi myönteisempänä kuin kuluttajat Suomessa yleensä. Toisaalta kuluttajat Etelä- ja Länsi-Suomessa suhtautuivat loppusijoittamiseen myönteisemmin kuin kahdeksan vuotta sitten.

Kaikki vastaajaryhmät (kuntalaiset, kuluttajat, yritykset) arvioivat loppusijoittamisen vaikutuksia Eurajoen kuntaimagoon myönteisemmin, kuin mitä arvioitiin ennen sijoituspäätöstä vuonna 1998. Eurajoen kuntalaisten arviot loppusijoittamisen vaikutuksista kotikuntaansa olivat selvästi muita kuluttajia myönteisemmät. Loppusijoittamisen vaikutukset Eurajoen kiinnostavuuteen asuinkuntana, matkailukohteena sekä yritysten sijaintipaikkana olivat kaikki osa-alueita, joihin liitettiin myönteisiä arvioita selvästi kielteisiä enemmän.

Kaikki haastatellut eurajokelaiset tiesivät Olkiluodon ydinvoimalan, ja muutamaa vastaajaa lukuun ottamatta tiedettiin myös, että kunta on valittu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkakunnaksi.

Kuntalaiset liittivät Eurajokeen etenkin hyvän asuinpaikan, kehittyvyyden sekä maa- ja metsätalousvaltaisuuden. Verrattaessa tuloksia vuoden 1998 tutkimukseen eurajokelaiset pitivät kuntaansa nyt selvästi houkuttelevampana, kehittyvämpänä ja kiinnostavampana matkailukuntana. Eurajokelaisista 66 % liitti kuntaansa ominaisuuden ”turvallinen asuinkunta”, mikä on selvästi enemmän, kuin heidän arvionsa muista tutkimuksessa mukana olleista kunnista.

Kyselyyn vastanneista kuluttajista puolet tiesi, että Eurajoki on valittu loppusijoituspaikkakunnaksi. Kuluttajista enemmistö uskoi yhä loppusijoittamisen heikentävän Eurajoen kiinnostavuutta matkailukohteena ja asuinkuntana, vaikkakin arviot olivat aikaisempaa positiivisemmat. Kolmannes kuluttajista uskoi loppusijoittamisen vaikuttavan myönteisesti sen kiinnostavuuteen yritysten sijaintipaikkana.

Kaksi kolmesta yritysten edustajasta tiesi Eurajoen olevan loppusijoituspaikkakunta. Yritysten edustajat arvioivat loppusijoituksen vaikutusta Eurajoen kiinnostavuuteen asuin- ja matkailukuntana edelleen varsin kriittisesti, vaikkakin myös tässä kohderyhmässä arviot olivat edelliskertaista myönteisemmät. *(Corporate Image Oy 2007.)*

7 Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

7.1 Arviointimenetelmät

Ydinjätelaitoksen turvallisuudesta säädetään valtioneuvoston asetuksella *(2008/736)*. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tulee lisäksi täyttää Säteilyturvakeskuksen ohjeissa (luonnokset) YVL D.3 ja D.5 esitetyt turvallisuusvaatimukset. Turvallisuusmääräyksissä vaatimukset on luokiteltu erikseen ennustettavissa olevalle, seuraavien tuhansien vuosien ajanjaksolle ja pidemmälle ulottuvalle, suuria ilmastomuutoksia kattavalle ajanjaksolle. Ennustettavissa olevalla ajanjaksolla loppusijoituksesta eniten altistuvalle ihmiselle aiheutuvan vuotuisen säteilyannoksen ylärajaksi on asetettu 0,1 mSv.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa keskeisintä on ratkaisun pitkäaikaisturvallisuus. Pitkäaikaisturvallisuudella tarkoitetaan loppusijoituksen turvallisuutta sen jälkeen, kun kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminta on päättynyt ja kalliotilat on suljettu. Turvallisuus varmistetaan pitkäjänteisellä tutkimus- ja kehitystoiminnalla. Tutkimustoiminnalla selvitetään kallioperässä olevien olosuhteiden sopivuus loppusijoitukselle ja arvioidaan sen turvallisuusvaikutukset.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus osoitetaan turvallisuusperustelun avulla. Viimeisin turvallisuusperustelu on julkaistu vuonna 2012. Turvallisuusperustelu muodostuu joukosta erillisiä raportteja, joissa esitetään turvallisuuden arvioinnin lähtökohdat, käytetyt mallit ja lähtötiedot, arviointimenetelmät, arvioinnin tulokset ja niihin liittyvät epävarmuudet sekä johtopäätökset turvallisuustarkasteluista ja niiden luotettavuudesta. Turvallisuusperusteluun sisältyviä turvallisuusanalyysejä on kuvattu luvussa 8.

Seuraavissa kappaleissa on tarkasteltu onnettomuustilanteiden vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristöön turvallisuusanalyyseihin ja kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle asetettaviin vaatimuksiin perustuen. Poikkeustilanteiden seurauksia on arvioitu säteilyn terveydellisistä ja ympäristöllisistä vaikutuksista olemassa olevan runsaan tutkimustiedon perusteella. Häiriö- ja onnettomuustilanteiden aiheuttamat säteilyannokset ja vaikutusalueet onnettomuustilanteissa on arvioitu.

7.2 Turvallisuusperiaatteet

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tärkeimmät turvallisuusperiaatteet ovat muun muassa tukeutuminen käytössä olevaan koeteltuun tekniikkaan, loppusijoitustoimintaan varta vasten kehitetyn tekniikan hyödyntäminen, korkea turvallisuuskulttuuri, organisaation ja toimintajärjestelmän jatkuva kehittäminen sekä käyttökokemustoiminta. Turvallisuusperiaatteisiin kuuluvat myös laitoksen käyttö ja käytöstäpoisto turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti, laitoksen ikääntymisenhallinta, kunnonvalvonta ja kunnossapito, säteilymittaukset ja radioaktiivisten aineiden päästöjen valvonta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluratkaisut perustuvat suurimmaksi osaksi jo käytössä olevaan koeteltuun tekniikkaan. Sekä ydinlaitosten että kalliotilojen suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä on Suomessa ja muualla maailmassa jo pitkät kokemukset. Myös käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä Suomessa on jo yli 30 vuoden kokemukset ydinvoimalaitoksilla.

Osittain suunnittelu perustuu varta vasten kehitettyyn tekniikkaan. Oletettavissa on, että tekninen kehitys tarjoaa tulevaisuudessakin vielä uusia vaihtoehtoja teknisiin yksityiskohtiin. Koska laitosten suunnitteluvaihe on pitkä, uudet ja kehitteillä olevat tekniset ratkaisut ehditään kokeilla ja niiden toimivuus huolella osoittaa ennen niiden käyttöönottoa. Sekä Posiva että Ruotsin vastaava organisaatio SKB ovat yhdessä suorittaneet loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikan kelpoistamiseen tähtääviä kokeita. Äspön kalliolaboratoriossa Ruotsissa on tehty jo kymmenen vuoden ajan täyden mittakaavan loppusijoituskoetta. Kokeen ensimmäisiä osia ryhdyttiin purkamaan joulukuussa 2010. Sen jälkeen Äspössä on otettu paljon erilaisia näytteitä, joita tutkimalla saadaan lisätietoa siitä, miten Ruotsissa ja Suomessa suunniteltu loppusijoitusjärjestelmä toimii aidoissa kallio-olosuhteissa. Purkamisvaiheessa on mukana Ruotsin ja Suomen lisäksi kansainvälisiä ydinjäteorganisaatioita Ranskasta, Sveitsistä, Englannista, Saksasta, Kanadasta ja Japanista. Posiva on osallistunut kokeen purkamisen suunnitteluun ja voi hyödyntää kokeesta saatavia tietoja esimerkiksi ONKALOssa tehtävien demonstraatioiden valmistelussa. Osa kokeeseen liittyvistä analyyseista tehdään Suomessa.

Teknisessä suunnittelussa ja turvallisuuden arvioinnissa käytetään samantyyppisiä menetelmiä kuin nykyisten ydinvoimalaitosten suunnittelussa ja turvallisuusanalyyseissä. Käytettävien kokeellisten ja laskennallisten menetelmien oikeellisuuden todentamiseksi käytetään riippumatonta vertailua.

Ydinvoimalaitoksilla, jotka ovat keskeisesti Posivan toiminnan taustalla, on Suomessa omaksuttu pitkälle kehittynyt turvallisuuskulttuuri. Tällä tarkoitetaan organisaatiossa vallitsevaa ajattelutapaa, asennetta, toimintatapaa ja työilmapiiriä, jossa korostetaan laitoksen käytön turvallisuutta sekä turvallisuuden kannalta merkityksellisten seikkojen asettamista ensisijalle toiminnan kaikissa vaiheissa. Se tarkoittaa edelleen turvallisuustietoisuutta, korkeaa ammattitaitoa, huolellisia työtapoja sekä valppautta ja aloitteellisuutta turvallisuutta heikentävien tekijöiden havaitsemiseksi ja poistamiseksi. Samanlaista turvallisuuskulttuuria noudatetaan myös Posivan toiminnassa. Ydinjätealan tutkimuksessa Suomessa omaksuttu avoin julkisuusperiaate edesauttaa turvallisuuskulttuurin ylläpitämistä ja sen edelleen kehittämistä.

Posivan organisaation ja toimintajärjestelmän kehittämisellä ja ylläpitämisellä varmistetaan, että kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö ovat jatkuvasti vaatimustenmukaisia. Jatkuva käyttökokemusten seuranta, arviointi ja niistä johdettavat parannukset kuuluvat olennaisena osana toiminnan kehittämiseen. Koska kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttövaihe muodostuu huomattavan pitkäksi (luokkaa 100 vuotta) uusien ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöönotosta johtuen, tulee myös Posivan ydinlaitosten peruskunnostus ja modernisointi ajankohtaiseksi käyttövaiheen aikana.

7.3 Säteilyturvallisuus

Ydinenergialain *(YEL 990/1987)* 7 h §:n mukaan ”ydinjätteistä on huolehdittava siten, ettei loppusijoituksen jälkeen aiheudu sellaista säteilyaltistusta, joka ylittäisi loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidetyn tason”. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluperusteena on, että henkilöstön ja ympäristön säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

Säteilyturvakeskuksen ohjeen YVL D.5 (luonnos) mukaisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa on lähtökohtana pidettävä sitä, että teknisiin vapautumisesteisiin liittyvät turvallisuustoiminnot rajoittavat tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään vähintään noin 10 000 vuoden ajan. Turvallisuus on varmistettava moninkertaisin päästöestein siten, että merkittäviltä ympäristö- ja terveysvaikutuksilta vältytään, vaikka yksittäiset päästöesteet eivät jostakin syystä toimisikaan odotusten mukaisesti.

Loppusijoitusta koskevat turvallisuusvaatimukset esitetään valtioneuvoston asetuksessa ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008). Turvallisuusvaatimukset on määritelty yksilölle sallittavan vuotuisen säteilyannoksen ja keskimääräisten aktiivisuuspäästöjen rajoitusten avulla. Päätöksen mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitos ja niiden käyttö tulee suunnitella siten, että

- laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein ja niin, ettei säteilyasetuksessa *(1512/1991)* säädettyjä enimmäisarvoja ylitetä
- laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi,
- odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv),
- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 1 mSv luokan 1 oletetun onnettomuuden sattuessa
- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 5 mSv luokan 2 oletetun onnettomuuden sattuessa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen häiriöttömästä käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön voidaan katsoa merkityksettömän pieniksi, jos niistä väestön eniten altistuville ihmisille aiheutuva keskimääräinen efektiivinen vuosiannos on enintään 0,01 mSv. Efektiivisellä vuosiannoksella tarkoitetaan efektiivistä annosta, joka aiheutuu vuoden mittaisena ajanjaksona saatavasta ulkoisesta säteilystä ja kehoon tuona aikana joutuvista radioaktiivisista aineista. Efektiivinen annos on säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elinten ekvivalenttiannosten painotettu summa, jossa ekvivalenttiannos on säteilystä kudokseen tai elimeen massayksikköä kohti keskimäärin siirtyneen energian ja säteilyn painotustekijän tulo.

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan sellaista turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka sattuminen laitosten käyttöaikana on varsin todennäköistä (keskimäärin vähintään kerran sadan käyttövuoden aikana). Käyttöhäiriön seurauksena saattaa käytetty ydinpolttoaine vaurioitua, säteilyannosnopeudet ja radioaktiivisten aineiden pitoisuudet lisääntyä laitosten tiloissa tai laitosten ympäristöön päästä radioaktiivisia aineita.

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan sellaista kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuustoimintojen suunnitteluperusteena käytettävää tapahtumaa, jolla on vain vähäinen todennäköisyys tapahtua laitosten käyttöaikana. Oletetun onnettomuuden seurauksena voi käytettyä ydinpolttoainetta rikkoontua ja suuria määriä radioaktiivisia aineita vapautua laitostiloihin tai ympäristöön.

Annosrajan 1 mSv suuruisen säteilyannoksen yksilölle aiheuttaman terveyshaitan todennäköisyys on ICRP:n nimellistä kerrointa käyttäen enintään 0,0057 % ensimmäisenä vuotena, seuraavina vuosina pienempi.

Kun otetaan huomioon onnettomuuksien vähäinen todennäköisyys, jää onnettomuuksista aiheutuvan terveyshaitan todennäköisyys pienemmäksi kuin mitä onnettomuudesta saatava säteilyannos edustaa. Koko väestölle aiheutuva terveysriski ei ole myöskään merkittävä esimerkiksi luonnonsäteilystä aiheutuvaan riskiin verrattuna, koska onnettomuuden yksittäisille henkilöille aiheuttama annos olisi sitä pienempi, mitä kauempana henkilö asuu.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöhenkilöstöä koskevat samat annosrajat kuin ydinvoimalaitoksen käyttöhenkilöstöäkin. Annosrajat on annettu säteilyasetuksessa *(1991/1512)*.

7.4 Käyttöhäiriöt

Käyttöhäiriöt voidaan jakaa kahteen luokkaan seurausten välittömyyden mukaan: sellaisiin, joista voi aiheutua välittömästi säteilyannoksia ja jotka siksi vaativat välitöntä toimintaa sekä ennalta laadittua ohjeistusta, ja muihin käyttöhäiriöihin, joista annoksia ei aiheudu välittömästi ja joiden korjaamiseen tähtäävät toimet voidaan kiireettä harkita ja päättää.

Välittömästi annoksia synnyttävät käyttöhäiriöt johtuvat joko virheellisestä toiminnasta tai erilaisista laitevioista. Toiminta on virheellistä, kun käytetyn ydinpolttoaineen vastaanotossa, kapseloinnissa tai loppusijoituksessa poiketaan annetuista ohjeista ja määräyksistä. Laitevikojen seurauksena prosessin toiminta yleensä pysähtyy. Järjestelmä voi alkaa vuotaa kaasua tai nestettä tai molempia. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelylaitteiden viat yleensä keskeyttävät polttoaineen käsittelyn. Polttoaine saattaa myös vaurioitua laitevian seurauksena.

Muihin käyttöhäiriöihin kuuluvat muun muassa kapselointi- ja loppusijoitusprosessin häiriöt, käsittelyssä vaurioituneen polttoaineen kapselointi, tehonmenetys rajoitetuksi ajaksi, tulipalot, tulvat ja vesivuodot. Nämä häiriöt voivat johtua erilaisista laitevioista, virheellisestä toiminnasta tai systeemin ulkopuolisista tapahtumista.

Raportissa Rossi & Suolanen (2012) on arvioitu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikalle rakennettavien kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aikana mahdollisesti aiheutuvia säteilyannoksia laitosten työntekijöille, ympäristön asukkaille ja maaekosysteemille. Raportti sisältää sekä laitosten normaalikäytön että eräitä oletettuja häiriö- ja onnettomuustilanteita. Vastaava normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden kuvaus on myös esitetty raportissa Rossi & Suolanen (2012).

7.5 Häiriötilanteiden vaikutukset

7.5.1 Häiriötilanteiden päästöt

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen häiriötilanteista merkittävimmiksi arvioitiin seuraavat:

- polttoainesauva on menettänyt tiiviytensä kuljetuksen aikana, eikä kuljetuspakkauksen tyhjentämisen aikana pakkaukseen vapautuneita radioaktiivisia aineita saada otettua talteen normaalilla tavalla,
- polttoaine-elementit voivat kolhiintua, jos polttoaineen käsittelylaitteet vikaantuvat tai suojaukset pettävät.

Radioaktiivisia aineita voi vapautua häiriötilanteissa, joissa yksi tai useampi polttoainesauva menettää tiiviytensä tai lämpötilan nousu lisää vapautumista yksittäisestä vuotavasta sauvasta.

Häiriötilanteissa radioaktiivisia aineita voi vapautua kapselointitiloihin tai siellä sijaitseviin laitteisiin. Poistoilman suodatuksen oletetaan toimivan normaalisti.

7.5.2 Säteilyannokset ja vaikutusalueet häiriötilanteissa

Normaalien tilanteiden ja häiriötilanteiden päästöistä aiheutuvia säteilyannoksia on arvioitu ARANO-tietokoneohjelmalla (Taulukko 7-1) *(Rossi & Suolanen 2012).* Laskentatulokset osoittavat, että yksittäisessä häiriötilanteessa eniten altistuvan väestöön kuuluvan henkilön vuosittaiset säteilyannokset jäävät alle arvon 0,02 mSv. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten selvästi pienemmiksi kuin asetuksen mukainen raja-arvo 0,1 mSv vuodessa. Häiriötilanteiden seurauksena päästöistä peräisin olevia radioaktiivisia aineita saatettaisiin mittaamalla havaita hyvin pieninä pitoisuuksina laitoksen välittömässä läheisyydessä ja mahdollisesti kauempanakin. Pitoisuuksien havaitsemista vaikeuttaisivat luonnon radioaktiiviset aineet ja muualta peräisin olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet. Kokonaisannosnopeutta mittaamalla ei havaittaisi muutoksia ympäristön säteilytilanteessa.

Säteilyannokset ja terveysriskit riippuvat muun muassa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristön ominaisuuksista, esimerkiksi väestön määrästä ja sijainnista, väestön elintavoista sekä ilmastosta.

Häiriötilanteiden todennäköisyydet arvioidaan yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Toiminnot suunnitellaan siten, että häiriöiden todennäköisyys on pieni.

7.6 Onnettomuustilanteet

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos tulee olemaan rakenteeltaan sellainen, että ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa. Polttoaine-elementtejä käsitellään vain kapselointilaitoksen sellaisissa osissa, joiden seinämät on mitoitettu vaimentamaan polttoaineesta tuleva suora säteily vaarattomalle tasolle. Kapselointilaitoksen valvotun alueen ilmastointi voidaan onnettomuustilanteessa pysäyttää tai poistoilma voidaan johtaa suodatuksen kautta, jolloin mahdolliset ilmassa olevat vapautuneet radioaktiiviset aineet saadaan suodatettua hallitusti. Polttoaineen käsittelytiloihin onnettomuustilanteessa mahdollisesti joutuneet kiinteät ja nestemäiset radioaktiiviset aineet kerätään siivouslaitteilla talteen edelleen käsiteltäviksi. Onnettomuustilanteessa mahdollisesti rikkoutuvasta polttoaineesta vapautuvaa vähäistä määrää radioaktiivista kaasua, lähinnä kryptonia (jalokaasu), on kuitenkin vaikea ottaa talteen.

Onnettomuudet voivat aiheutua vakavista laitevioista tai poikkeuksellisista ulkoisista tapahtumista. Käsittelyvirheistä aiheutuvat onnettomuudet on pyritty estämään laitteiden ja toimintojen suunnittelulla. Joissain tilanteissa virheellinen suunnitelma voi olla syynä onnettomuuteen.

Maanpinnalla sijaitseva kapselointilaitos on rakenteellisesti mitoitettu myös oletettuja ulkoisia tapahtumia vastaan. Tällaisia ovat esimerkiksi pienlentokoneen törmäys rakennukseen, maanjäristys ja tulviminen.
Kriittisyysonnettomuus eli vapaiden neutronien ylläpitämä hallitsematon fissioiden ketjureaktio ydinpolttoaineessa voisi tapahtua, jos polttoaine-elementeistä muodostuisi sopiva vedellä täyttynyt polttoainekeskittymä. Onnettomuus estetään suunnittelemalla ydinpolttoaineen käsittely- ja varastointitilat sekä käsittelylaitteet siten, että tilanne on käytännössä mahdoton.

Tahalliseen vahingontekoon varaudutaan riittävin turvajärjestelyin. Ydinpolttoaine on kapselointilaitoksessa ja loppusijoitustiloissa hyvin suojattuna vahingonteolta.

Vakavat (hypoteettiset) onnettomuudet ovat oletettuja onnettomuuksiakin vakavampia tapahtumia. Vakaviksi onnettomuuksiksi luokiteltavia onnettomuuksia ei kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa voi sattua.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöä varten sekä häiriö- ja onnettomuustilanteiden varalta laaditaan ohjeisto, jonka mukaisesti henkilökunta pystyy toimimaan siten, että onnettomuuden todennäköisyys ja seuraukset minimoituvat. Hätätilanteita varten tehdään lisäksi suunnitelmat valmius- ja turvajärjestelyistä sekä varataan valmius- ja turvatoimintaa varten tarvittavat tilat, henkilöstö ja mittaus-, viestintä- ja hälytysvälineistöt.

7.7 Onnettomuustilanteiden vaikutukset

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen täyttäessä turvallisuusvaatimukset radioaktiivisista aineista ei oletetuissa onnettomuuksissakaan aiheudu merkittäviä terveysriskejä ympäristön väestölle; ei käyttövaiheessa eikä sulkemisen yhteydessä. Oletettuja onnettomuuksia koskeva vuosiannosraja 1 mSv on vain kolmasosa luonnonsäteilystä, huoneilman radon mukaan lukien, suomalaiselle keskimäärin aiheutuvasta vuosittaisesta annoksesta, joka on noin 3 mSv.

Oletetuilla onnettomuuksilla tarkoitetaan ydinvoimalaitosten tapauksessa turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteina käytettäviä tilanteita. Samaa määritelmää voidaan soveltaa myös kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen. Suunnitteluperusteita vakavampien onnettomuuksien todennäköisyys on suunnitteluperustaonnettomuuksia pienempi. Ne voidaan luokitella luokan 2 onnettomuuksiksi, jolloin väestön eniten altistuvien henkilöiden säteilyannoksen raja on 5 mSv/vuosi. Tällaisia suunnitteluperustetta vakavampia onnettomuuksia ei ole tunnistettu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella.

7.7.1 Onnettomuustilanteiden päästöt

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon ainakin seuraavat oletetut onnettomuudet:

- kuljetuspakkaus putoaa, kaikki polttoainesauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä, säiliö pysyy tiiviinä ja polttoaine poistetaan säiliöstä hallitusti,
- kapseli putoaa, kaikki polttoainesauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä, kapseli pysyy tiiviinä ja polttoaine poistetaan kapselista hallitusti,
- kuljetuspakkauksen kansi putoaa avoimen säiliön päälle ja 10 % polttoainesauvoista vaurioituu menettäen tiiviytensä,
- polttoaine-elementti putoaa ilma-atmosfäärissä toisen polttoaine-elementtien päälle ja kahden polttoaine-elementin kaikki sauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä,
- kapselihissi putoaa kuilun pohjalla iskunvaimentimena toimivaan LECA-soralla täytettyyn siiloon ja kapseli ja polttoaine-elementtien kaikki sauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä.

Näissä onnettomuustilanteissa polttoainesauvoista voi vapautua ilmaan kaasumaisten ja muiden ilmaan helposti vapautuvien aineiden lisäksi erikokoisia hiukkasia. Hiukkaset laskeutuvat koosta riippuvalla nopeudella huonetilan pinnoille, pienimmät leijuvat ilmassa pitkään. Ydinpolttoaine ei kuumene näissä tilanteissa merkittävästi. Radioaktiiviset aineet vapautuvat oletetuissa onnettomuustilanteissa aluksi kapselointitiloihin tai hissikuiluun. Näistä tiloista poistuvan ilman suodatuksen oletetaan toimivan normaalisti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö- ja sulkemisvaiheen onnettomuustilanteissa radioaktiivisten aineiden arvioidaan pääsevän ympäristöön ensisijaisesti ilman kautta ja vain vähäisessä määrin laitoksesta poistuvien vesien mukana. Tässä yhteydessä tarkastellaan lähemmin vain ilmakehään vuotavia päästöjä.

7.7.2 Säteilyannokset onnettomuustilanteissa

Onnettomuustilanteiden päästöistä aiheutuvat säteilyannokset arvioitiin samaan tapaan kuin häiriötilanteidenkin säteilyannokset *(Rossi & Suolanen 2012)*. Onnettomuustilanteiden todennäköisyydet arvioidaan yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Toiminnot suunnitellaan siten, että onnettomuuksien todennäköisyys käyttövaiheen ja sulkemisen aikana on erittäin pieni.

Pahin onnettomuus on tilanne, jossa kuljetussäiliön kansi putoaa käsittelykammiossa rikkoen samalla polttoaine-elementtejä kuljetussäiliössä ja päästö vapautuu suodatuksen kautta ulos. Se aiheuttaisi vuoden kuluessa enintään 0,9 mSv:n annoksen eniten altistuvan ryhmän jäsenelle. Oletetuista onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo 1 mSv vuodessa. Suurin annos koituu aivan laitosalueen vieressä olettaen, että siinä asutaan vakituisesti, harjoitetaan maataloutta ja käytetään ravinnoksi pääosin omia tuotteita. Pääosa annoksesta kertyy maahan laskeutuneista radionuklideista ravintoketjujen välityksellä samaan tapaan kuin häiriötilanteiden yhteydessä.

Laskeumasta tulevan ulkoisen säteilyannoksen merkitys kasvaa, kun tarkasteluaika pitenee. 50 vuoden kuluessa kertyvästä annoksesta ulkoinen altistus muodostaa valtaosan. Annostasot jäävät lyhyellä ajalla kuitenkin niin pieniksi, että välittömien terveysvaikutusten vaaraa ei ole. Myös myöhäisvaikutusten riski säilyy pienenä. Naapurimaissa annokset olisivat useita kertaluokkia pienemmät; etäisyys Olkiluodosta Ruotsin mantereelle on yli 200 kilometriä.

Onnettomuustilanteessa vapautuvia radioaktiivisia aineita ja niiden lähettämää säteilyä saatettaisiin havaita mittauksin ympäristöstä. Vaikutusalueen laajuus ja muoto riippuisivat päästöjen suuruudesta ja vallitsevasta säätilanteesta. Havaitsemista vaikeuttaisivat luonnon radioaktiiviset aineet ja muualta peräisin olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet.

Taulukossa 7-1 on esitetty kollektiiviset annokset normaalikäytön päästöstä, häiriöstä T2 (toimintavirhetapauksessa oletetaan, että 10 % kahden polttoaine-elementin sauvoista vaurioituu ja vuotaa käsittelykammioon) sekä onnettomuudesta O2 (tapauksessa oletetaan, että neljä BWR-, VVER- tai PWR-polttoaine-elementtiä rikkoontuu, ja kaikki kaasumaiset aineet ja 1 % hiukkasmaisista aineista vapautuu käsittelykammion ilmatilaan). Laskenta kattaa laitosaluetta ympäröivän alueen, jonka säde on 100 kilometriä. Annoksen ylittymistodennäköisyys on korkeintaan 0,5 %. Annos sisältää ulkoisen säteilyn päästöpilvestä ja laskeumasta sekä sisäisen altistuksen hengityksen kautta. Altistusaika ulkoiselle säteilylle tai hengityksen kautta saatavalle sisäiselle annokselle on joko 1 tai 50 vuotta. Annostekijät ovat vastaavasti joko 1 tai 50 vuoden ajalle. Ravintoaineita ei sisälly laskentaan, koska saastuneet maataloustuotteet todennäköisesti jätettäisiin käyttämättä ravinnoksi. Kollektiiviset annokset jäävät pieniksi kaikissa päästötapauksissa.

	Kollektiivinen annos [manSv]		
	Normaalikäyttö	**T2**	**O2**
1 vuosi	2×10^{-6}	70×10^{-6}	2000×10^{-6}
50 vuotta	9×10^{-6}	200×10^{-6}	10000×10^{-6}

Taulukko 7-1. *Kollektiiviset annokset päästöistä 100 kilometrin säteellä Olkiluodon PWR-polttoaineella (Rossi & Suolanen 2012).*

8 Pitkäaikaisturvallisuus

8.1 Arviointimenetelmät

Suunnitellun kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuussuunnittelun perusteet radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten osalta on esitetty tässä raportissa. Myös arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista on esitetty. Arvioinnin perustana on käytetty vuonna 2012 valmistunutta, kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta varten laadittua TURVA-2012 -turvallisuusperustelua, jolla osoitetaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus. Vaihtoehtoiselle vaakasijoitusratkaisulle valmistui alustava turvallisuusperusteluaineisto vuonna 2007 *(Smith ym. 2007).*

Ensimmäinen suunnitelma Olkiluotoon rakennettavan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan turvallisuusperustelusta laadittiin vuonna 2005 *(Vieno & Ikonen 2005)*, ja se on tarkistettu ja saatettu ajan tasalle vuosina 2008 ja 2012 *(Posiva Oy 2008 ja 2012c).* Suunnitelman mukaan turvallisuusperustelu muodostuu joukosta erillisiä raportteja, joissa esitetään turvallisuuden arvioinnin lähtökohdat, käytetyt mallit ja lähtötiedot, arviointimenetelmät, arvioinnin tulokset ja niihin liittyvät epävarmuudet sekä johtopäätökset turvallisuustarkasteluista ja niiden luotettavuudesta.

Turvallisuusperusteluun sisältyvissä turvallisuusanalyyseissä selvitetään sekä todennäköisenä pidettäviin kehityskulkuihin että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviin epätodennäköisiin tapahtumiin liittyvät säteilyannokset useiden tuhansien vuosien päähän. Tätä pidemmällä ajanjaksolla arvioidaan näihin tapahtumiin ja kehityskulkuihin liittyvät radioaktiivisten aineiden päästönopeudet elinympäristöön.

Turvallisuusanalyyseissä esitetään konservatiiviset arviot säteilyannoksille ja radionuklidien vapautumisnopeuksille. Analyysin tarkoituksena on selvittää, mitä seurauksia ihmisille tai muulle luonnolle aiheutuisi yhden tai useamman päästöesteen pettäessä ja radioaktiivisten aineiden päästessä vapautumaan loppusijoitustiloista elinympäristöön.

Turvallisuusanalyyseissä käsitellään myös loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymiseen sekä erilaisten mahdollisten tapahtumien ja kehityskulkujen arviointiin liittyviä epävarmuuksia. Riskejä arvioitaessa otetaan huomioon tapahtumien todennäköisyys.
Säteilyannoksia ja päästönopeuksia on verrattu turvallisuusvaatimuksiin, jotka on esitetty lainsäädännössä, valtioneuvoston päätöksissä ja STUKin julkaisemissa YVL-ohjeissa.

8.2 Loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelu

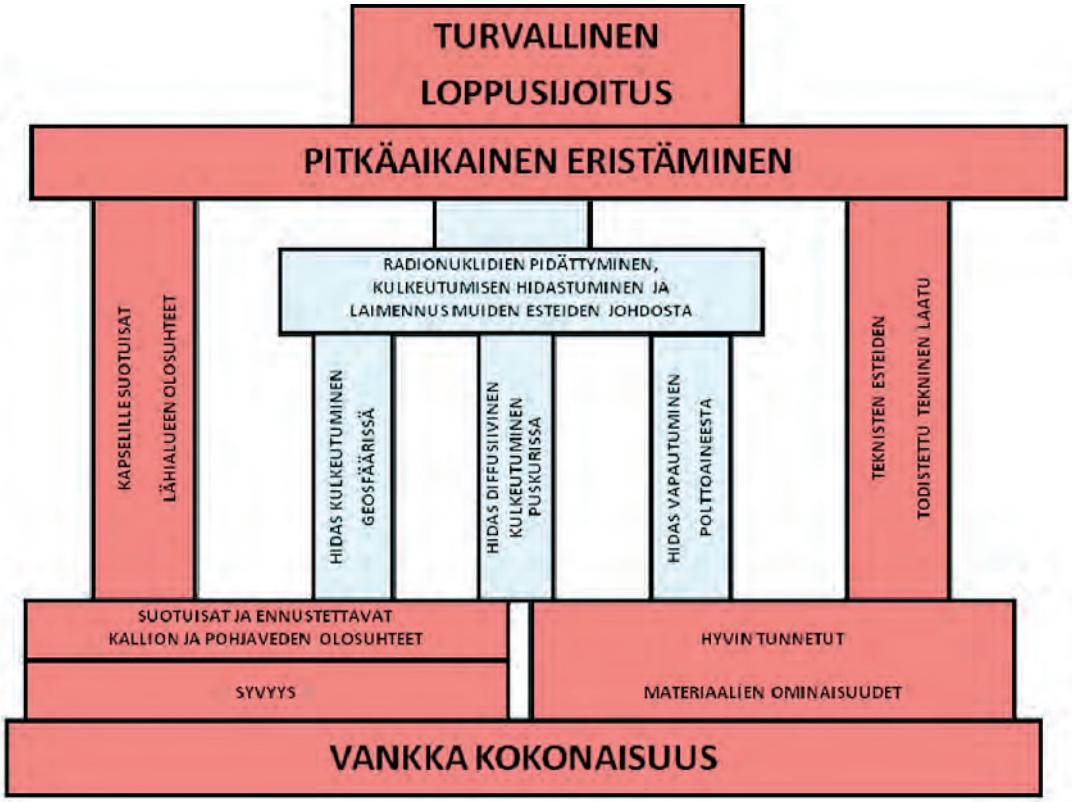
Posivan loppusijoitussuunnitelmat perustuvat KBS-3-konseptiin, joka on Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kehittämä. Loppusijoituksen perusratkaisussa käytetty ydinpolttoaine pakataan vesitiiviisiin, kestäviin kapseleihin. Kapselit sijoitetaan noin 400-450 metrin syvyyteen kallioon, jossa ne ovat erillään ihmisistä, ja jossa ne säilyvät ilman huolenpitoa tiiviinä niin kauan kuin niiden sisällöstä voi olla olennaista haittaa elolliselle luonnolle.

Kapselin seinämät ja muutama metri kalliota riittävät pysäyttämään käytetystä ydinpolttoaineesta lähtevän säteilyn kokonaan. Kestävän ja täysin tiiviin kapselin tarkoituksena on estää radioaktiivisten aineiden pääsy pohjaveteen. Kapselia suojaa sitä ympäröivä bentoniittisavi (”puskuri”), joka vähentää veden vaihtuvuutta kapselin pinnalla ja vaimentaa kallion mahdollisten liikuntojen vaikutusta kapseliin. Kallioperän päätehtävänä on muodostaa suotuisat olosuhteet kapselin ja bentoniittipuskurin säilymiselle toimintakykyisinä mahdollisimman pitkään. Mikäli kapseli kuitenkin jostakin syystä alkaisi vuotaa, bentoniittisavi ja kallio hidastaisivat ja laimentaisivat radioaktiivisten aineiden pääsyä elolliseen luontoon.

Pitkäaikaisturvallisuuden lähtökohtana on moniesteperiaate. Radioaktiiviset aineet ovat useiden toisiaan tukevien, toisistaan mahdollisimman riippumattomien vapautumisesteiden sisällä siten, että yhden vapautumisesteen pettäminen ei vaaranna eristyksen toimivuutta. Kullekin vapautumisesteelle on asetettu konkreettiset, yleensä mitattavissa tai muuten todennettavissa olevat toimintakykytavoitteet (kallioperälle tavoiteominaisuudet), joiden täyttyminen takaa niiden toimivuuden moniesteperiaatteen mukaisesti.

Käytetyn ydinpolttoaineen haitallisuus vähenee nopeasti ensimmäisten vuosikymmenien aikana siitä, kun se on poistettu reaktorista. Ensimmäisten 40 vuoden aikana aktiivisuus vähenee noin kymmenesosaan siitä, mikä se oli vuoden kuluttua reaktorista poistamisesta. Väheneminen jatkuu tämän jälkeen siten, että aktiivisuus laskee tuhannen vuoden kuluessa noin tuhannesosaan ensimmäisen vuoden tasosta. Samalla myös säteilytaso kapselin pinnalla laskee noin sadasosaan loppusijoitushetkellä vallitsevasta tasosta.

Pieni osa kapselin sisältämistä radioaktiivisista aineista on hyvin pitkäikäisiä ja vaatii pitkäaikaista eristystä elollisesta luonnosta. Tästä syystä loppusijoituskapselit suunnitellaan siten, että ne säilyvät tiiviinä lopullisessa sijoituspaikassaan mahdollisimman pitkään. Luonnollinen paikka kapselien sijoittamiselle Suomen oloissa on kallioperä, jossa kapselit todennäköisimmin ovat vähiten alttiina nopeille olosuhteiden muutoksille. Suomen kallioperä on saavuttanut nykyisen muotonsa pääosin jo yli tuhat miljoonaa vuotta sitten, ja muutokset kallioperässä ovat tämän jälkeen olleet hitaita ja vähäisiä. Syvälle kallioon sijoitettuna kapselit ovat suojassa maanpäällisiltä muutoksilta, muun muassa tulevilta jääkausilta, ja loitolla ihmisten normaalista elinpiiristä. Todennäköisyys sille, että joku tunkeutuisi loppusijoitustilojen läheisyyteen, on pieni siinäkin tapauksessa, että tieto loppusijoituspaikan sijainnista on ehtinyt kadota. Kuvassa (Kuva 8-1) on esitetty kiteisessä kallioperässä olevan KBS-3 -tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan turvallisuuskonseptin pääpiirteet.



Kuva 8-1. *Turvallisuuskonseptin pääpiirteet. Punaiset pilarit ja palkit kuvaavat loppusijoitusjärjestelmän ensisijaisia turvallisuuspiirteitä ja -ominaisuuksia. Siniset pilarit ja palkit kuvaavat toissijaisia turvallisuustekijöitä, joilla on merkitystä erityisesti, jos radionuklideja vapautuu kapselista.*

Pitkäaikaisturvallisuustutkimukset on keskitetty Olkiluotoon sen jälkeen, kun eduskunta vuonna 2001 teki periaatepäätöksen (PAP) KBS-3 -tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Olkiluotoon. Ennen tätä Olkiluodon ja muiden mahdollisten loppusijoituspaikkojen pitkäaikaisturvallisuutta arvioitiin TILA-99 -turvallisuusanalyysissä *(Vieno & Nordman 1999).* Analyysi perustui samoihin periaatteisiin kuin vuosina 1992 ja 1996 julkaistut turvallisuusanalyysit TVO-92 ja TILA-96 *(Vieno ym. 1992, Vieno & Nordman 1996).* Referenssinä olevan pystysijoitusratkaisun (KBS-3V) rinnalla on kehitetty vuodesta 2002 lähtien kapselien sijoittamista vaakasuuntaisiin reikiin (KBS-3H) yhteistyössä SKB:n kanssa. Vaakasijoitusratkaisulle on vuosien 2003–2007 aikana laadittu kokonaisvaltainen turvallisuusarvio *(Smith ym. 2007),* jonka tulokset pätevät suurimmaksi osaksi myös pystysijoitusratkaisulle.

8.3 Turvallisuusvaatimukset

Asetuksen ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta *(Valtioneuvosto 736/2008)* mukaan ydinjätteen loppusijoitus on suunniteltava siten, että todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä asetuksessa määrättyjä raja-arvoja. Säteilyvaikutuksia tarkastellaan erikseen ajanjaksolla, jona ihmisille aiheutuva säteilyaltistus voidaan riittävän luotettavasti arvioida, ja sen jälkeisinä ajanjaksoina. Ensimmäisen ajanjakson on oltava vähintään usean tuhannen vuoden mittainen ja tällöin eniten altistuvien ihmisten saaman vuosiannoksen olla pienempi kuin 0,1 mSv.

Koska yksittäiselle ihmiselle koituvien säteilyannosten arviointi on sitä vaikeampaa mitä kaukaisemmasta tulevaisuudesta on kysymys, myöhempinä tarkastelujaksoina enimmäisarvoa ei enää aseteta ihmisten saamalle säteilyannokselle vaan elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrille. Säteilyturvakeskus määrää nämä raja-arvot siten, että loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastaavansuuruiset kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat säteilyvaikutukset. Radionuklidikohtaiset raja-arvot aktiivisuuspäästöinä (yksiköissä Bq/vuosi) ilmaistuna annetaan ohjeessa YVL D.5 (luonnos) ”Ydinjätteiden loppusijoitus”, joka sisältää muitakin yksityiskohtaisia turvallisuusmääräyksiä.

Asetuksen mukaan:
“Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia.”

Turvallisuusperusteluun sisältyviä vaihtoehtoisia kehityskulkuja kutsutaan skenaarioiksi, ja ne tulee ohjeen YVL D.5 (luonnos) mukaan muodostaa systemaattisesti pitkäaikaisturvallisuuden kannalta mahdollisesti merkityksellisistä ilmiöistä, tapahtumista ja prosesseista. Epätodennäköisinä tapahtumina on otettava huomioon ainakin:

- keskisyvän porakaivon tekeminen loppusijoituspaikalle,
- kallionäytekairaus tai poraus, joka osuu loppusijoituskapseliin,
- loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavat kallioliikunnot.

Näiden skenaarioiden seurauksista kerrotaan jäljempänä radionuklidien kulkeutumista käsittelevässä kohdassa.

8.4 Tarkastellut tapaukset

Turvallisuusperustelussa loppusijoitusjärjestelmän ja sen ympäristön kehityskulkujen tarkastelu jakautuu *toimintakykyanalyysiin* ja *radionuklidien vapautumisskenaarioiden analyysiin*.

Toimintakykyanalyysissä oletetaan, että loppusijoitusjärjestelmän osat ovat teknisille vapautumisesteille asetettujen toimintakykytavoitteiden ja kallioperän tavoiteominaisuuksien mukaisia, ja että ulkoiset olosuhteet kehittyvät tulevaisuudessa todennäköisenä pidetyllä tavalla. Analyysin tavoitteena on esittää todisteet siitä, että turvallisuustoiminnot täyttyvät eli loppusijoitetut radioaktiiviset aineet pysyvät täysin eristettyinä satoja tuhansia vuosia. Toimintakykyanalyysissä tarkastellaan erikseen kolmea eri ajanjaksoa:

1. loppusijoituslaitoksen louhinta- ja käyttövaihetta sen sulkemiseen saakka,
2. sulkemisen jälkeistä aikaa 10 000 vuoden päähän ja
3. toistuvien jääkausisyklien aikaa miljoonan vuoden päähän asti.

Toimintakykyanalyysi vahvistaa, että lukuun ottamatta satunnaisia poikkeamia toimintakykytavoitteet täyttyvät eli kapselit säilyvät ehjinä eikä radionuklideja vapaudu. On mahdollista, että on olemassa sellaisia olosuhteita ja tapahtumia, jotka voisivat johtaa yhden tai useamman turvallisuustoiminnon heikkenemiseen ja siten radionuklidien vapautumiseen (satunnaisia poikkeamia). Lisäksi on joitain hyvin epätodennäköisiä tapahtumia ja prosesseja, kuten ihmisen tunkeutuminen ja kalliosiirrokset, jotka voivat häiritä

loppusijoitustilaa. Toimintakykyanalyysissä tunnistettujen satunnaisten poikkeamien ja epätodennäköisten tapahtumien perusteella on luotu radionuklidien vapautumisskenaariot, jotka turvallisuusperustelussa on asetuksen ja YVL-ohjeiden mukaisesti jaoteltu seuraavasti:

- Odotettavissa olevat kehityskulut, joihin sisältyvät:
  - *Perusskenaario*: Turvallisuustoiminnoille määritellyt tavoitteet täyttyvät satunnaisin poikkeamin tavoitearvoista. Huomioi mahdollisuuden, että sijoitetaan kapseli tai kapseleita, joissa alun perin on havaitsematta jäänyt lävistävä vika.
  - *Muunnelmaskenaariot*: Laajemmin tilanteita, joissa loppusijoitusjärjestelmä toimii puutteellisesti.
- Epätodennäköisiin kehityskulkuihin perustuvat häiriöskenaariot, jotka ovat pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä hyvin epätodennäköisiä tapahtumia, joiden mahdollisuutta ei kuitenkaan voida täysin sulkea pois. Nämä voivat olla joko luonnonilmiöistä johtuvia tai ihmisen aiheuttamia.

Kaikista vapautumisskenaarioista on tarkasteltu useita laskentatapauksia eli realisaatioita. Laskentatapauksia on neljää tyyppiä:

1. Referenssitapaus on perusskenaarion (BS) laskentatapaus, jossa useimmat mallinnusoletukset ja lähtötiedot on valittu joko realistisesti tai kohtalaisen varovasti, jotta säteilyvaikutuksia ei aliarvioida eikä myöskään liikaa yliarvioida.
2. *Herkkyystapaukset* käyttävät referenssitapaukselle vaihtoehtoisia malleja tai lähtötietoja, mutta edustavat edelleen perus- tai muunnelmaskenaarioita. Niillä tutkitaan ja havainnollistetaan sitä, millaista epävarmuutta tuloksiin mallien ja lähtötietojen valinta aiheuttaa.
3. *Mitä jos -tapaukset* ovat pääasiassa häiriöskenaarioiden laskentatapauksia, joiden oletukset edustavat epätodennäköisiä tapahtumia ja prosesseja.
4. *Täydentävät tapaukset* on suunniteltu parantamaan mallinnettujen (osa)järjestelmien tuntemusta.

Perusskenaarion referenssitapauksessa oletetaan satunnainen poikkeama, jossa loppusijoitetaan yksi sellainen kapseli, jossa on alun perin halkaisijaltaan 1,0 mm kokoinen lävistävä vika. Kaikki muut kapselit valmistetaan ja sijoitetaan suunnitelman mukaan. Kallion soveltuvuuskriteerejä käytetään onnistuneesti, ja kallioperä täyttää tavoiteominaisuutensa ja tekniset vapautumisesteet toimintakykytavoitteensa kehityskulkunsa ajan. Viallinen kapseli oletetaan sijoitetun sijoitusreikään, jossa on suhteellisen epäsuotuisat pohjavesiolosuhteet. Perusskenaarion muissa laskentatapauksissa tarkastellaan vaihtoehtoisia epäsuotuisia paikkoja viallisille kapseleille.

Muunnelmaskenaarioita on käsitelty kaksi: kasvava reikä kapselissa ja samanaikainen puskurin toiminnan heikkeneminen (VS1) sekä kapselin rikkoutuminen korroosion vuoksi puskurin eroosion seurauksena (VS2). Kolme hyvin epätodennäköisenä pidettävää häiriöskenaariota on myös tunnistettu: kapselin sisäosan suuri korroosionopeus (AIC), kalliosiirros (RS) sekä kalliosiirros ja sitä seuraava puskurin eroosio (RS-DIL). Myös näiden yhdistelmiä tarkastellaan. Viranomaisohjeiden mukaisesti skenaarioanalyysi sisältää myös tapauksia, joissa ihminen tunkeutuu tahattomasti loppusijoitustiloihin kairaamalla kallionäytteitä. Skenaariossa HI-CANISTER -kairaus osuu itse kapseliin ja skenaariossa HI-EBS puskuriin tai tunnelitäyttöön, jolloin radioaktiivista ainetta kulkeutuu maan pinnalle kairasydämessä.

Lopuksi on käsitelty perus-, muunnelma- ja häiriöskenaarioiden perusteella muodostettu- ja täydentäviä tapauksia muiden epävarmuuksien merkityksen tutkimiseksi. Tällaisia ovat esimerkiksi mahdollisuus, että alun perin lävistävän vian sisältäviä kapseleita sijoitetaan useampia kuin yksi, vaihtoehtoiset pohjavesityypit sekä vaihtoehtoiset oletukset ja parametrien arvot radionuklidien kulkeutumiselle.

8.5 Mallinnus

Toimintakykyanalyysi ja radionuklidien vapautumisskenaarioiden analyysi perustuvat tietokoneella tehtävään numeeriseen mallinnukseen. Käytettävät mallit perustuvat parhaaseen tieteelliseen tietoon ja, aina kun mahdollista, Olkiluodossa tehtyyn paikkakohtaiseen tutkimukseen kallioperän ja pintaympäristön ominaisuuksista. Mallinnuksen tarkoituksena on selvittää, toteutuvatko loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset tarkastelluissa tapauksissa. Siksi laskennan tärkeimpiä lopputuloksia ovat ne luvut, joihin kohdistuvat asetuksessa määrätyt rajat loppusijoituksen säteilyvaikutukselle. Näitä niin sanottuja arviointisuureita ovat:

1. aktiivisuuspäästöt kallioperästä biosfääriin eli keskimääräiset radionuklidien vapautumisnopeudet. Nämä lasketaan kaikille vapautumisskenaarioille ja verrataan ohjeen YVL D.5 (luonnos) enimmäisarvoihin.
2. vuosittaiset säteilyannokset ihmisille ensimmäisten 10 000 vuoden aikana.
3. annosnopeudet kasveille ja eläimille, nekin vain 10 000 vuoden aikana tapahtuville päästöille.

Näistä ensimmäinen saadaan maanalaisen loppusijoitusjärjestelmän mallinnuksesta, joka kuvaa muun muassa:

- pohjaveden virtausta ja painetta,
- järjestelmän eri osien lämpötilan kehittymistä,
- pohjaveden, kallion ja teknisten vapautumisesteiden kemiallisia muutoksia,
- radionuklidien vapautumista käytetystä ydinpolttoaineesta ottaen huomioon niiden sijainti polttoaineessa ja suojakuoren osissa,
- radionuklidien vapautumista ja kulkeutumista lähialueella (kapselissa, puskurissa ja eri reittejä pitkin kallioperän vettäjohtaviin rakoihin),
- radionuklidien kulkeutumista kallioperässä sen rakojen kautta ottaen huomioon virtausreittien vaihtelevuus.

Aktiivisuuspäästöt ovat lähtötietoja erillisille biosfäärimalleille, joilla kuvataan esimerkiksi radionuklidien leviämistä pintaympäristössä, eliöiden aineenvaihduntaa ja niiden altistumista säteilylle. Kallioperän ja biosfäärin mallinnukset tehdään toisistaan riippumatta, joten yhdestä maanalaista osaa koskevasta laskelmasta saatua tulosta voidaan käyttää useita vaihtoehtoisia maanpintaolosuhteita vastaavien biosfäärimallien lähtötietona. Biosfäärimallinnuksen tuloksena saadaan säteilyannoksiin liittyvät arviointisuureet 2 ja 3.

Tapaukset analysoidaan deterministisesti eli laskelmat suoritetaan rajatulle määrälle lähtöparametriarvoja. Loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymistä tutkitaan myös todennäköisyyspohjaisella herkkyysanalyysillä (PSA), jossa suoritetaan suuri joukko laskelmia vaihdellen lähtöparametreja satunnaisesti siten, että niiden tilastollinen jakauma vastaa etukäteen kullekin parametrille ominaista jakaumaa. Lukuisten simulaatioiden tuloksista saadaan todennäköisyysjakauma, ja tuloksen herkkyyttä lähtötietojen vaihtelulle tutkitaan tilastollisesti.

8.6 Analyysitulokset

8.6.1 Toimintakykyanalyysi

Louhinta- ja täyttövaihe
Pohjaveden virtaamat kasvavat rakentamista edeltäneestä tilanteesta noin satakertaisiksi loppusijoitustilojen alueella, mutta palautuvat lähelle louhintaa edeltäneitä arvoja sulkemisen jälkeen. Tilojen ollessa auki pohjaveden keskimääräinen suolapitoisuus loppusijoitustilojen ympärillä on samaa luokkaa kuin rakentamista edeltäneessä vaiheessa, mutta lisääntynyt virtaus voi aiheuttaa paikallisesti laimeampia tai suolaisempia olosuhteita. Muutokset pysyvät kuitenkin puskurin ja täytön toiminnan kannalta suotuisalla alueella. Merkittävimpien kapselin syöpymistä aiheuttavien aineiden hapen ja sulfidin pitoisuudet pysyvät myös tavoiteominaisuuksien mukaisina.

Lämpötiloja koskevan mallinnuksen mukaan kapselin pintalämpötilan maksimi on 95 °C puskurin ollessa kuiva ja 75 °C puskurin ollessa kyllästynyt pohjavedellä. Kallion maksimilämpötila on noin 65 °C sijoitusreiän seinämässä 40 vuotta kapselin sijoittamisesta reikään. Lämpötilat siis pysyvät toimintakykytavoitteiden rajoissa.

Louhinta aiheuttaa vaurioituneen vyöhykkeen muodostumisen kallioon, etenkin tunnelin lattiaan, mutta jatkuvaa vauriovyöhykettä (joka voisi toimia radionuklidien kulkeutumisreittinä) ei oleteta muodostuvan. Louhintavauriovyöhyke ja siihen liittyvät epävarmuudet otetaan huomioon pohjaveden virtausmallinnuksessa.

Vähäistä puskurin eroosiota sijoitusreikiin vuotavan veden vuoksi on odotettavissa noin kolmasosassa reikäpaikoista. Puskurin keskimääräinen kuivatiheys pysyy kaikissa tapauksissa kuitenkin toimintakykytavoitteiden rajoissa, ja riittävän alhainen vedenjohtavuus ja riittävän suuri paisuntapaine saavutetaan puskurin kyllästyessä pohjavedellä.

Pohjaveteen liuenneen hapen kulutus täytössä ja puskurissa on verrattain nopeaa sekä kyllästymättömissä että kylläisissä olosuhteissa, koska se reagoi pyriitin ja muiden mineraalien kanssa. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edulliset, pelkistävät kemialliset olosuhteet saavutetaan siten nopeasti kapselien ympärillä, puskurissa ja täytössä. Rakentamisessa käytetyistä sementtimateriaaleista uuttuneet emäksiset liuokset voivat vaikuttaa täyttöön paikallisesti, mutta puskuriin asti kulkeutuvien sementtisten liuosten määrät arvioidaan merkityksettömän pieniksi. Ilmakehästä peräisin olevan ja alun perin tiloihin jääneen hapen aiheuttaman kapseleiden korroosiosyvyyden odotetaan olevan alle 0,5 millimetriä.

Tämänhetkisillä tiedoilla ei ole mahdollista luotettavasti arvioida todennäköisyyttä viallisten kapseleiden loppusijoitukselle. Tämänhetkisten tietojen perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että todennäköisyys sille, että loppusijoitustilassa on useampi kuin yksi alun perin viallinen kapseli, on alle yksi prosentti.

Louhinta- ja täyttövaiheen toimintakykyanalyysin johtopäätös on, että järjestelmän ominaisuudet vastaavat toimintakykytavoitteita ja tavoiteominaisuuksia käyttövaiheen lopussa joitain mahdollisia satunnaisia poikkeamia lukuun ottamatta.

Sulkemisesta 10 000 vuoden päähän
Seuraavan 10 000 vuoden ajan Olkiluodon ilmasto pysyy kutakuinkin samanlaisena kuin nykyään ja kasvillisuus lauhkean vyöhykkeen havumetsänä. Pohjaveden virtaus ja kemia

palautuvat louhinnan aiheuttamista häiriöistä. Tärkeimmät prosessit ovat veden imeytyminen puskurin, täytön ja sulkurakenteiden saviin ja siitä aiheutuva paisuminen ja rakenteen homogenisoituminen sekä käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisesta hajoamisesta peräisin olevan jäännöslämmön väheneminen.

Maankohoaminen jatkuu, ja noin 1 000–2 000 vuoden kuluttua merenranta on niin kaukana, että myöhemmät muutokset eivät enää vaikuta virtauksiin loppusijoitustilavuudessa. Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen jäännöslämpö lisää aluksi virtaamia loppusijoitustasolla noin 2–3 -kertaisiksi luonnolliseen tilaan verrattuna ja lisää virtausta ylöspäin. Lämmöntuotanto pienenee muutamassa tuhannessa vuodessa hyvin alhaiseksi ja virtaus palautuu luonnontilaan.

Pohjaveden suolaisuus loppusijoitussyvyydellä palautuu louhinnan aiheuttamista muutoksista selvästi hitaammin kuin pohjaveden virtaus. Loppusijoitussyvyydellä pohjavesi pysyy heikosti emäksisenä (pH noin 7,5) ja kemiallisesti pelkistävänä. Puskurin toimintakyvyn kannalta merkittävät suolaisuus, kloridi-ionipitoisuus ja kationien kokonaiskonsentraatio laskevat hitaasti, kun sadevettä suotautuu pohjaveteen. Pitoisuudet pysyvät kuitenkin tavoiteominaisuuksien mukaisina.

Loppusijoitustiloihin virtaava pohjavesi saa aikaan puskurin ja täytön kyllästymisen ja paisuntapaineen muodostumisen. Alussa esiintyvät erot tiheydessä ja paisuntapaineessa tasoittuvat, vaikkakaan eivät täysin häviä. Puskurin täyteen kyllästymiseen lasketaan kuluvan kymmenistä vuosista useaan tuhanteen vuoteen paikasta riippuen. Puskurin laajeneminen täyttöön ja siitä aiheutuvat muutokset puskurin tiheydessä ovat niin vähäisiä, etteivät puskurin ja täytön toimintakykytavoitteet ole uhattuina.

Käytetyn ydinpolttoaineen jäännöslämmöstä johtuvalla kohonneen lämpötilan kaudella puskurissa tapahtuvat geokemialliset muutokset, jotka johtuvat vuorovaikutuksesta pohjaveden kanssa, ovat vähäisiä, ja vähenevät entisestään myöhemmin, kylläisyyden ja täyden paisuntakapasiteetin kehittymisen jälkeen. Merkittäviä mineraalien muutoksia ei ole odotettavissa. Pohjaveden kemialliset ominaisuudet pysyvät tavoiterajoissa, ja mikrobien aiheuttama sulfidituotanto puskurissa on vähäistä. Täytön huokosveden kemia kehittyy samaan tapaan kuin puskurin, mutta käytetystä ydinpolttoaineesta peräisin oleva lämpö vaikuttaa siihen vähemmän. Sementistä uuttuneiden liuosten ja metallien korroosiotuotteiden aiheuttamat häiriöt ovat laskelmien mukaan merkityksettömiä. Paikallinen sulfidin tuotanto sulfaattia pelkistävien mikrobien vuoksi on mahdollista matalan tiheyden alueilla, ja on otettu huomioon kapselin korroosion tarkastelussa.

Laskelmat, jotka ottavat huomioon pohjaveden virtauksen, sulfidin tuotannon ja mahdollisen varhaisen puskurin kehityskulun, osoittavat, että ensimmäisen 10 000 vuoden aikana kuparikapselin korroosiosyvyys on merkityksettömän pieni. Kapselit säilyvät ehjinä kaikissa kuviteltavissa olevissa kuormitustapauksissa.

Loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeisen ajan toimintakykyanalyysin johtopäätös on, että tekniset vapautumisesteet ja kallioperän ominaisuudet vastaavat toimintakykytavoitteita ja tavoiteominaisuuksia ensimmäisten 10 000 vuoden ajan joitain mahdollisia satunnaisia poikkeamia lukuun ottamatta. Tällaisia poikkeamia ovat alun perin lävistävä vika yhdessä tai muutamassa kapselissa, tavoitearvoa korkeampi virtaama tai alhaisempi kulkeutumisvastus muutaman sijoitusreiän kohdalla, tavoitearvoista poikkeava pohjaveden koostumus muutamassa sijoitusreiässä sekä paikallisen alhaisen tiheyden alue täytössä, jossa sulfaatin pelkistyminen sulfidiksi on mahdollista.

Toistuvien jääkausisyklien aikana
Hyvin pitkällä aikavälillä toimintakykyanalyysin tärkeimmäksi muutostekijäksi muodostuu ilmasto-olosuhteiden vaihtelu. Lauhkean ja viileän ilmaston kausien vuorottelun eli jääkausisyklien odotetaan jatkuvan samanlaisena kuin viimeksi kuluneen miljoonan vuoden aikana. Analyysissä oletetaan, että nykyinen lauhkean ilmaston kausi jatkuu 50 000 vuotta, minkä jälkeen toistuvat viime jääkauden vaiheet, ikiroudan muodostuminen, jäätiköityminen ja lopulta jäätikön sulaminen noin 170 000 vuoden kuluttua.

Lauhkean ilmaston aikana jatkuu hidas pohjaveden suolaisuuden väheneminen sade- ja pintavesien suotautuessa syvemmälle. Muutamassa prosentissa kapselipaikkoja voi tämän jakson lopulla esiintyä laimeaksi luokiteltavaa eli vain vähän liuenneita ioneja sisältävää pohjavettä.

Jäätiköitymistä edeltävän, kymmeniä tuhansia vuosia jatkuvan ikiroudan muodostumisen merkittävin vaikutus loppusijoitustiloihin on, että se hidastaa merkittävästi pintavesien suotautumista pohjaveteen, ja suolaisuuden lasku loppusijoitussyvyydellä lähes lakkaa. Ikiroudan ei oleteta saavuttavan loppusijoitussyvyyttä, mutta puskurin ja täytön arvellaan kuitenkin kestävän jäätymis-sulamissyklitkin turvallisuustoimintojen vaarantumatta.

Jääkauden loppuvaiheessa ikirouta sulaa ja makeaa sulamisvettä suotautuu perääntyvästä jäätiköstä kallioperään. Tällöin pohjaveden virtaus riippuu jäätikön reunan sijainnista loppusijoitustilaan nähden. Kun tilat ovat vielä jäätikön alla ja reuna lähellä, virtaama voi kasvaa merkittävästi ja suuntautua alaspäin. Myöhemmin, jäätikön reunan ohitettua paikan, pääasiallinen virtaussuunta on ylöspäin ja virtaamat vähenevät jäätikön reunan etääntyessä. Joidenkin sijoitusreikien kohdalla voi näiden vaiheiden aikana esiintyä aiempaa enemmän tavoiteominaisuuksia korkeampia pohjaveden virtaamia ja matalia kulkeutumisvastuksia, mikä on huomioitu kapselin korroosiota arvioitaessa ja radionuklidien vapautumisskenaarioiden määrittelyssä.

Sulamisvesien tunkeutumisen kestosta riippuen joillakin kapselipaikoilla voi esiintyä laimeaa (vähäsuolaista) pohjavettä. Toisaalta ei ole mitään merkkejä siitä, että laimeat sulamisvedet olisivat saavuttaneet loppusijoitussyvyyden Olkiluodossa edellisen jääkausisyklin aikana tai aiemmin. Muiden geokemiallisten ominaisuuksien odotetaan vastaavan tavoiteominaisuuksia myös jäätikön vetäytymisen ja sulamisen aikana.

Jääkauden loppuun liittyy myös jonkin verran kohonnut maanjäristysten mahdollisuus, kun maankuori palautuu sitä painaneen jäätikön painon poistuttua. Ensimmäisen jääkausisyklin aikana kapselin rikkoutumisen aiheuttavan maanjäristyksen todennäköisyys on vielä pieni. Sijoitusreikien paikkojen valinnalla suurten deformaatiovyöhykkeiden ulkopuolelta ja välttämällä pitkien rakojen lävistyksiä sijoitusrei'issä pienennetään riskiä, että kapseleita rikkoutuisi kallioliikunnon seurauksena.

Sulfidi on tärkein kuparikapselien syöpymistä eli korroosiota aiheuttava tekijä. Kapselien korroosiosyvyys on arvioitu erilaisissa virtausoloissa olettaen pessimistisesti pohjaveden sulfidipitoisuudeksi 3 mg/l. Tulosten mukaan korroosion kokonaissyvyys ei ylitä muutamia millimetrejä miljoonan vuoden aikana. Näin ollen puskurin toimiessa vaatimusten mukaisesti, kapselit säilyttävät toimintakykynsä vähintään kymmenien miljoonien

vuosien ajan. Pessimistisillä oletuksilla laimean pohjaveden aiheuttaman puskurin kemiallisen eroosion ei arvioida aiheuttavan kapseleiden rikkoutumista vielä ensimmäisen jääkausisyklin aikana. Muutama kapseli saattaa kuitenkin rikkoutua miljoonan vuoden tarkastelujakson aikana.

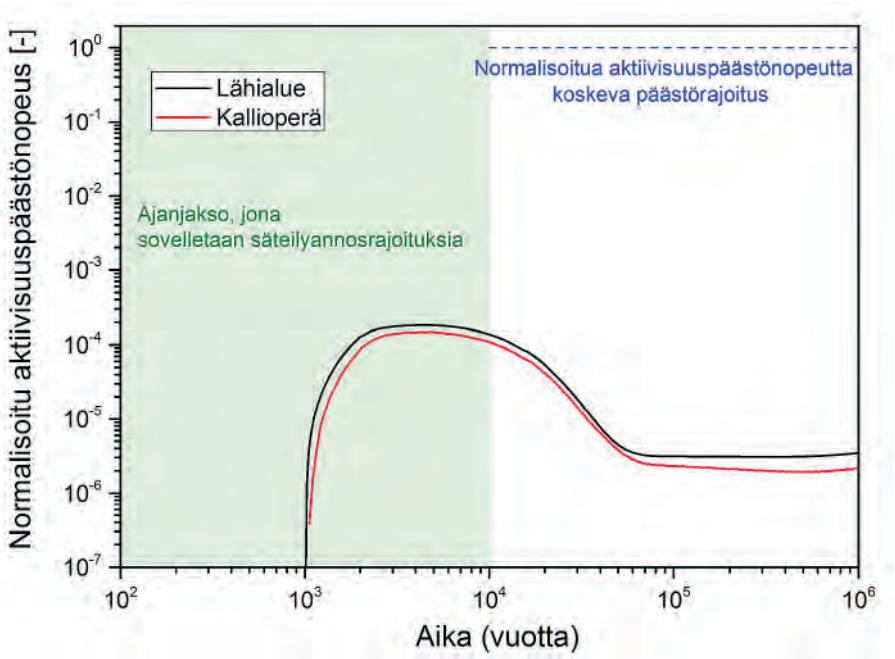
Yhteenvetona voidaan todeta, että ensimmäisen jääkausisyklin jälkeen (yli 100 000 vuotta tilojen sulkemisen jälkeen) tekniset vapautumisesteet ja kallioperän ominaisuudet vastaavat yhä toimintakykytavoitteita ja tavoiteominaisuuksia joitain satunnaisia poikkeamia lukuun ottamatta. Tällaisia poikkeamia ovat alun perin lävistävä vika yhdessä tai muutamassa kapselissa, tavoitearvoa korkeampi virtaama tai alhaisempi kulkeutumisvastus muutaman sijoitusreiän kohdalla, puskurin eroosio joissakin sijoitusrei´issä meteorisen veden pitkäaikaisesta suotautumisesta tai laimeiden jäätikön sulamisvesien tunkeutumisesta johtuen sekä mahdollinen kapselien rikkoutuminen jäätikön perääntymisvaiheen aikana suurten kallioliikuntojen seurauksena. Toisiaan seuraavat jääkausisyklit aiheuttavat samanlaisia kuormituksia kuin ensimmäisen aikana huomioidut. Siten miljoonan vuoden tarkasteluajanjaksolla puskurin eroosion ja siitä edelleen johtuvan kapselin korroosion mahdollisuus kasvaa sijoitusrei'issä, joissa esiintyy laimeaa pohjavettä jäätikön perääntymisvaiheen aikana, ja sellaisten sijoitusreikien määrä, joissa esiintyy yli viiden senttimetrin siirtymiä, voi kasvaa.

Teknisten vapautumisesteiden ja kallioperän ominaisuudet miljoonan vuoden tarkastelujakson aikana vastaavat yhä toimintakykytavoitteita ja tavoiteominaisuuksia, lukuun ottamatta edellä mainittuja satunnaisia poikkeamia.

8.6.2 Radionuklidien vapautumisskenaariot

Perusskenaario

Referenssitapauksessa radionuklidien päästöistä merkittävin on hiili-14, jonka päästönopeus on käytetyillä oletuksilla suurimmillaan noin 4 500 vuoden kuluttua ja vähenee sen jälkeen radioaktiivisen hajoamisen vuoksi. Pitkäikäisemmät radionuklidit, kloori-36, jodi-129 ja cesium-135, alkavat hallita päästöjä muutaman kymmenen tuhannen vuoden jälkeen. Tärkein kulkeutumisreitti on puskurista sijoitusreikää leikkaaviin kallion rakoihin. Kuva 8-2 esittää ajan funktiona radionuklidien normalisoidut päästönopeudet kapselin lähialueelta ja kallioperästä. Tämä luku lasketaan summaamalla radionuklidikohtaiset päästönopeudet jaettuina niille ohjeessa YVL D.5 (luonnos) annetuilla enimmäisarvoilla, ja sen ollessa pienempi kuin yksi, päästönopeuksille annettu viranomaisvaatimus täyttyy. Kuvaajan mukaan normalisoidut päästönopeudet ovat enimmilläänkin selvästi alle tuhannesosan säädetystä ylärajasta.



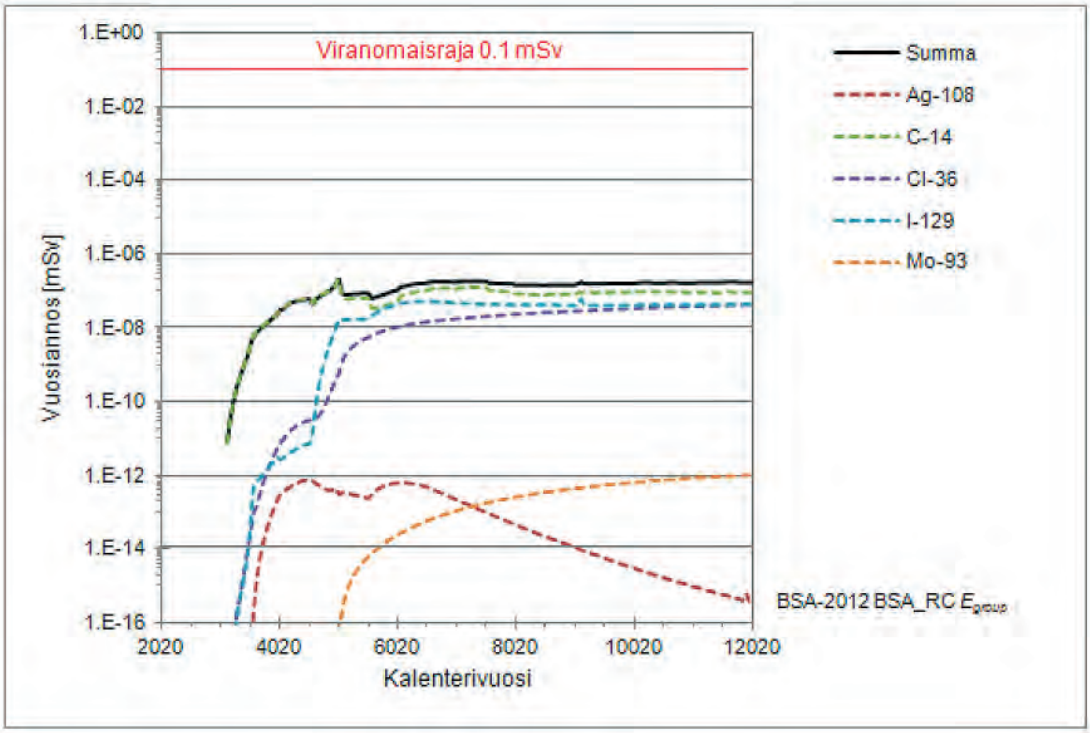
Kuva 8-2. *Normalisoidut aktiivisuuspäästönopeudet lähialueelta (musta käyrä) ja kallioperästä (punainen käyrä) perusskenaarion referenssitapauksessa. Kunkin radionuklidin päästönopeus on normalisoitu suhteessa viranomaisten määrittämään rajaan aktiivisuuspäästöille kallioperästä biosfääriin. Vihreä alue kuvaa 10 000 vuoden aikaa, jota päästöraja koskee ja yläreunan katkoviiva päästörajan suuruista kokonaispäästöä.*

Täydentävinä tarkasteluina on laskettu päästönopeuksia vialliselle kapselille, joka on sijoitettu pohjavesiolosuhteiden kannalta edullisempaan paikkaan kuin referenssitapauksen pessimistisesti tehty oletus. Näiden tarkastelujen mukaan suurin osa sijoitusrei'istä on sellaisia, että viallinen kapseli aiheuttaisi huomattavasti standarditapausta pienemmän hiili-14:n päästön.

Biosfäärimallinnuksen keskeiset tulokset ovat pintaympäristön kehityskulun projisointi loppusijoitusta seuraavien 10 000 vuoden aikana sekä ihmisille, kasveille ja eläimille aiheutuvat vuosittaiset säteilyannokset. Nykyisessä biosfääriarvioinnissa yksilökohtaiset altistusreitti-, radionuklidi- ja paikkakohtaiset vuosittaiset annokset muodostavat väestön annosjakauman, josta tunnistetaan keskimääräinen yksilöannos perhe- tai pienkyläyhteisössä, johon kohdistuu suurin säteilyrasitus, sekä muun altistuvan väestön keskimääräinen yksilöannos. Kasveille ja eläimille lasketaan tyypilliset absorboituneet annokset. Perusskenaarion referenssitapauksen tulokset on esitetty lyhyesti alla ja yksityiskohtaisemmin STUK:lle toimitettavassa alustavassa turvallisuusselosteessa.

Säteilyannokset ihmisille

Referenssitapauksessa vapautuvien tulevien radionuklidien seulonta-analyysin perusteella tunnistettiin viisi radiologisesti oleellista nuklidia, joille yksityiskohtainen mallinnus tehtiin: C-14, Cl-36, Mo-93, Ag-10m ja I-129. Kuvassa 8-3 esitetään keskimääräinen yksilöannos perhe- tai pienkyläyhteisössä, johon kohdistuu suurin säteilyrasitus. Muun altistuvan väestön keskimääräinen yksilöannos käyttäytyy ajallisesti samoin, mutta on tasoltaan noin kaksi kertaluokkaa pienempi. Suurimman säteilyrasituksen ryhmää edustava yksilöannos on suurimmillaan $1 \cdot 10^{-7}$ mSv (noin 2900 vuotta loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen), ja muun altistuvan väestön keskimääräinen yksilöannos on suurimmillaan $2 \cdot 10^{-9}$ mSv (noin 7000 vuotta sulkemisen jälkeen). Nämä tulokset ovat 6 -7 kertaluokkaa asetettujen säteilyannosrajojen alapuolella. Käytännössä C-14:n, I-129:n ja Cl-36:n päästöt määräävät säteilyannosten suuruuden referenssitapauksessa.



Kuva 8-3. *Keskimääräinen yksilöannos eniten altistuvassa perhe- tai pienkyläyhteisössä sekä radionuklidien osuudet tästä perusskenaarion referenssitapauksessa. Noin vuoteen 5000 asti kokonaisannos on lähes yhtenevä C-14:n osuuden kanssa.*

Säteilyannokset kasveille ja eläimille

Kasveille ja eläimille lasketaan tyypilliset absorboituneet annokset. Perusskenaariossa suurin tyypillinen annosnopeus (kullekin organismille soveliaiden kontaminoituneiden elinympäristöjen pinta-alojen mukaan painotettu keskimääräinen absorboitunut annosnopeus) $2 \cdot 10^{-8}$ µGy/h aiheutuu n. 8000 vuoden kuluttua loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen pyyn munalle. Tämä on useita kertaluokkia alle kansainvälisten ERICA- ja PROTECT-hankkeiden ehdottaman viitearvon 10 µGy/h, kuten on tilanne myös muiden 65 tarkastellun Olkiluodon ympäristön maa- ja vesiekosysteemejä edustavan kasvi- ja eläinlajin kohdalla.

Muunnelmaskenaariot

Ensimmäisessä muunnelmaskenaariossa (VS1) oletetaan, että puskurin ja kallion rajapinnalla tapahtuvat prosessit, kuten kanavoituminen ja eroosio tai puskurin vuorovaikutus loppusijoitustilan sementtimateriaaleista peräisin olevan emäksisen veden kanssa, johtavat puskurin ulomman osan toimintakyvyn heikentymiseen ja sen radionuklidien pidättämiskyvyn osittaiseen menetykseen. Tämän lisäksi yhdessä kapselissa on alun perin lävistävä vika ja syövyttävien aineiden, kuten sulfidin, lisääntynyt kulkeutuminen kohti kapselia toimintakyvyltään heikentyneessä puskurissa nopeuttaa korroosiota kasvattaen vikaa ajan myötä.

Vaihtoehtoisten, VS1:tä edustavien laskentatapausten tulokset osoittavat, että normalisoitujen päästöjen summa on enintään noin kymmenkertainen referenssitapaukseen verrattuna, eli edelleen suuruusluokkaa tuhannesosa viranomaisten määrittämästä rajasta aktiivisuuspäästöille kallioperästä biosfääriin. Maksimia hallitsee yhä hiili-14:stä, mutta se osuu myöhempään ajankohtaan, noin 20 000 vuoden kohdalle, mikä kuvastaa lävistävän reiän läpimitan jatkuvasti etenevää kasvua.

Toisessa muunnelmaskenaariossa (VS2) oletetaan, että puskurin ja täytön kemiallinen eroosio on seurausta ionivahvuudeltaan alhaisen (laimean) veden tunkeutumisesta loppusijoitussyvyydelle esimerkiksi jäätikön perääntymisen yhteydessä. Puskurin merkittävää eroosiota pidetään epätodennäköisenä, mutta se saattaa olla mahdollista ainakin joissakin sijoitusrei'issä. Lopulta näissä sijoitusrei'issä olevien kapselien ympärille muodostuvat advektiiviset kulkeutumisolosuhteet, mikä johtaa kapselin nopeampaan korroosioon pohjaveden ainesten, pääasiassa sulfidin, vaikutuksesta ja lopulta kapselin rikkoutumiseen (tässä tapauksessa ei oleteta alun perin lävistävää vikaa vaan ohuempaa kapselin seinämää). Heikentyneen puskurin kyky pidättää radionuklideja on alentunut, ja se toimii näin myös bentoniittikolloidien lähteenä. Kolloidit voivat sorboida (pidättää) radionuklideja ja kuljettaa ne suhteellisen nopeasti kallioperään.

VS2:ta edustavien tapausten tulokset ovat piirteiltään varsin erilaisia, sillä radionuklidien vapautumisen käynnistävä tapahtumaketju (laimea vesi loppusijoitussyvyydellä, puskurin eroosio ja kapselin korroosio) on erilainen. Toimintakykyanalyysin puskurin eroosiota ja sulfidikorroosiota koskevien mallinnustulosten mukaan kapselin rikkoutumista ei voi tapahtua ainakaan moneen sataan tuhanteen vuoteen. Näin pitkällä aikavälillä kallioperän päästöjä hallitsevat lähes pidättymättömät ja pitkäikäiset radionuklidit jodi-129 ja kloori-36. Mallinnetuissa kallioperän päästönopeuksissa näkyy myös jaksottaisia maksimikohtia, jotka ovat seurausta näiden radionuklidien suhteellisen nopeasta huuhtoutumisesta kallioperästä voimakkaiden virtausten aikana jäätikön perääntymisen yhteydessä. Kaikkein epäsuotuisinta sijoitusreikäpaikkaa edustavassa tapauksessa (VS2-H1) normalisoidut aktiivisuuspäästömaksimit kallioperästä biosfääriin ovat alle tuhannesosan sallitusta rajasta aktiivisuuspäästöille kyseisellä rajapinnalla. Edullisemmissa paikoissa ei esiinny päästöjä maanpintaympäristöön ollenkaan miljoonan vuoden aikana.

Häiriöskenaariot

Kalliosiirrosskenaariossa (RS) tarkastellaan kapselin rikkoutumista sijoitusreikää leikkaavien rakojen siirroksissa suuren maanjäristyksen yhteydessä. Kaksi tapausta on analysoitu: RS1, jossa kalliosiirroksen oletetaan tapahtuvan 40 000 vuoden kuluttua, ja RS2, jossa siirroksen ajankohta on 155 000 vuotta. Suurimmat normalisoidut huippupäästöt kallioperästä ovat molemmissa tapauksissa alle sadasosan aktiivisuuspäästöille sallitusta rajasta.

Toimintakykyanalyysin mukaan joitakin kymmeniä kapseleita voi mahdollisesti rikkoutua suuren maanjäristyksen yhteydessä. Koko tarkasteluajanjakson kattava keskimääräinen vuotuinen todennäköisyys näin suurelle maanjäristykselle on noin 10-7. Kun huomioidaan, että todennäköisyys on suurimmillaan jäätikön perääntymisvaiheen jälkeen, ja oletetaan, että toimintakykyanalyysin mukainen määrä kapseleita rikkoutuu, odotusarvo normalisoidulle aktiivisuuspäästömaksimille RS-skenaariossa (toisin sanoen maksimi todennäköisyyspainotetulle normalisoidulle päästönopeudelle) on korkeintaan sadasosan suuruusluokkaa viranomaisten asettamista rajoista.

Kalliosiirrosta ja sitä seuraavaa puskurin eroosiota kuvaavassa skenaariossa (RS-DIL) puskurissa tapahtuu joko välitöntä vaurioitumista tai pitempiaikaista eroosiota kalliosiirroksen seurauksena johtuen pienen ionivahvuuden veden tunkeutumisesta loppusijoitussyvyydelle. RS-DIL kattaa myös ne kalliosiirrostapaukset, joissa puskurissa ilmenee vähäisempää häiriötä kalliosiirroksen vuoksi. RS-DIL -tapausten maksimipäästöt ovat suuremmat kuin RS-tapausten, mutta maksimin odotusarvo normalisoidulle päästönopeudelle (toisin sanoen maksimi todennäköisyyspainotetulle normalisoidulle päästönopeudelle) on RS-DIL-skenaariossakin vain noin kymmenesosa viranomaisohjeen rajoista.

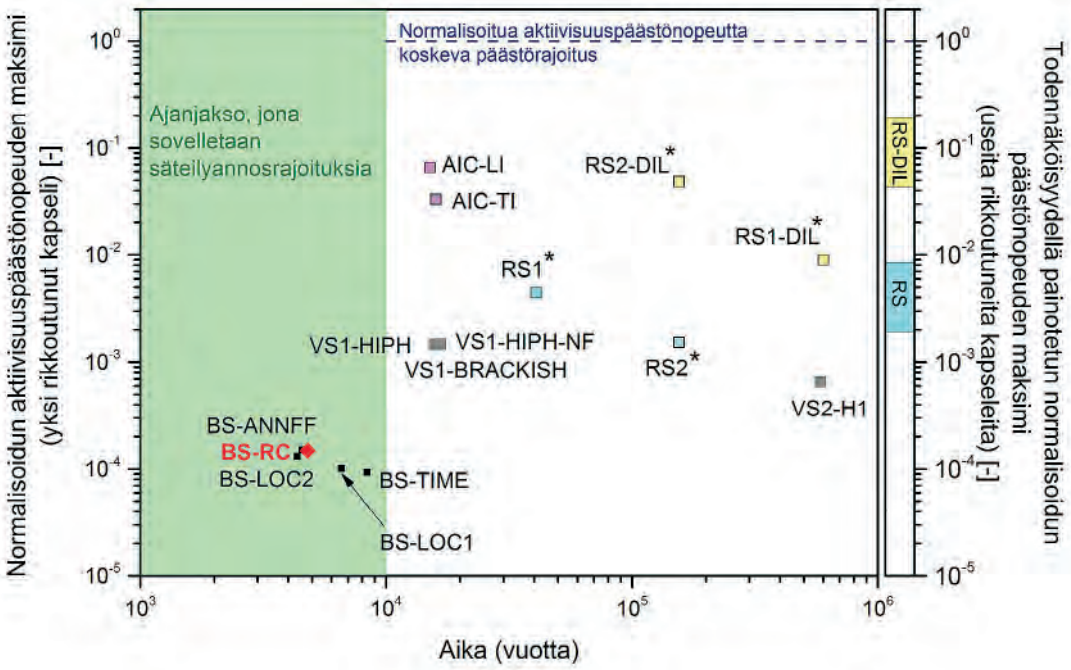
Sisäosan suuremman korroosionopeuden skenaario (AIC) käsittelee sitä mahdollisuutta, että alun perin lävistävä vika kapselissa suurenee ajan myötä odotettua nopeamman sisäosan korroosion vuoksi. VS1:tä pessimistisemmän vian suurenemisen oletetaan tapahtuvan äkillisesti 15 000 vuoden kohdalla, mistä seuraa reiän kulkeutumisvastuksen täydellinen menetys. Tämän skenaarion yhteydessä arvioidaan kapselin sisäosan ja puskurin välille ennen vian suurenemista muodostuneen kulkeutumisreitin merkitystä. Kaksi tapausta on määritelty: AIC-TI, joka olettaa, että ennen reiän suurenemista reittiä ei ole olemassa, ja AIC-LI, joka oletetaan kyseisen reitin jo muodostuneen. Molemmissa tapauksissa päästöt kasvavat nopeasti ennen 15 000 vuotta ja saavuttavat maksiminsa pian sen jälkeen. Maksimi on jonkin verran alempi skenaariossa AIC-TI kuin skenaariossa AIC-LI.

Tahatonta kallionäytekairausta loppusijoitusalueella kuvaavien skenaarioiden (HI-CANISTER ja HI-EBS) analyysissa ei laskettu aktiivisuuspäästöjä vaan saaduista näytteistä kairaushenkilöstölle ja geologeille aiheutuvia säteilyannoksia. Tulokset osoittavat, että loppusijoituskapseliin osuvasta kairauksesta johtuva eniten altistuvan ihmisen saaman säteilyannoksen odotusarvo on noin kymmenesosa suurimmasta sallitusta arvosta, ja puskuriin tai tunnelitäyttöön osuvan kairauksen skenaariossa vielä useita kertaluokkia alempi. Jälkimmäisessä skenaariossa on oletettu, että puskuriin ja tunnelitäyttöön on jo ennen kairausta kulkeutunut radionuklideja alun perin lävistävän vian sisältävästä kapselista.

Yhteenveto

Kuva 8-4 esittää skenaarioanalyysin tuloksena saadut eri laskentatapausten suurimmat kallioperän aktiivisuuspäästöt ja niiden ajankohdat suhteutettuna viranomaisten asettamiin päästörajoihin. Alimmat maksimipäästöt esiintyvät referenssitapauksessa (BS-RC) ja perusskenaarion herkkyystapauksissa, mutta myös kaikissa muunnelma- ja häiriöskenaarioissa maksimipäästöt jäävät selvästi säädettyjen enimmäisrajojen alle, korkeimmillaankin noin kymmenesosaan.Vaatimusten toteutumista tarkastellaan lupahakemusta varten laaditussa, valtioneuvoston asetuksen 14 §:n mukaisessa turvallisuusperustelussa. Sen mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle valtioneuvoston asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmilläänkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltistus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

Edellä esitetyt johtopäätökset perustellaan yksityiskohtaisesti STUK:lle toimitettavassa alustavassa turvallisuusselosteessa.



Kuva 8-4. *Normalisoidut kallioperän aktiivisuuspäästönopeuden maksimit eri laskentatapauksissa perus-, muunnelma- ja häiriöskenaarioissa. Eri skenaarioiden laskentatapaukset on eroteltu värien avulla. * tarkoittaa, että tulos on tuhannen vuoden liukuva keskiarvo (laskennalliset maksimipäästöt esiintyvät näissä tapauksissa terävinä piikkeinä). Koska kalliosiirrosskenaarioissa RS ja RS-DIL rikkoutuvien kapseleiden lukumäärä ja ajanhetki ovat epävarmoja, niitä vastaavat todennäköisyyksillä painotetut normalisoidut maksimipäästöt on esitetty vaihteluväleinä oikeassa reunassa. Laskentatapaukset VS2-H2, VS2-H3 ja VS2-H4 puuttuvat kuvasta, koska niissä normalisoitu maksimipäästö saavuttaa maksiminsa vasta miljoonan vuoden tarkastelujakson jälkeen.*

8.7 Arvio loppusijoitusratkaisun turvallisuudesta

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta arvioidaan kattavasti vuonna 2012 valmistuneessa täysimittaisessa TURVA-2012-turvallisuusperustelussa, joka tukee samana vuonna jätettävää kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta. Turvallisuusperustelun mukaan vakaaseen peruskallioon sijoitetut, bentoniittisavella ympäröidyt, mekaanisesti vahvat ja korroosiota kestävät kapselit tulevat mitä todennäköisimmin pitämään kaikki radionuklidit sisällään vähintään usean miljoonan vuoden ajan. Yksittäisten kapselien rikkoutumisen mahdollisuutta tänä aikana ei kuitenkaan voida kokonaan sulkea pois. Tällaisissa tapauksissa radioaktiiviset aineet voisivat hiljalleen vapautua ympäristöön. Kapselivuotoihin voisi johtaa alun perin viallisen kapselin päätyminen loppusijoitustiloihin, muutaman epäedullisiin paikkoihin sijoitetun kapselin rikkoutuminen voimakkaissa maanjäristyksissä (joita saattaa tapahtua jääkauden lopulla jäätikön vetäytymisvaiheissa) sekä jään sulamisvesien aiheuttama kapselia ympäröivän bentoniittisaven eroosio ja sitä seuraava kapselin syöpyminen. Missään näistä tapauksista radioaktiivisten aineiden päästöt elinympäristöön eivät pessimistisilläkään oletuksilla kuitenkaan ylitä viranomaisten niille asettamia rajoja, ja niillä olisi vain hyvin pieni vaikutus ihmisiin ja

muuhun elolliseen ympäristöön. Turvallisuusarvioissa on otettu huomioon myös radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja kulkeutumiseen vaikuttavat epävarmuudet. Turvallisuuteen vaikuttavien seikkojen selvittäminen jatkuu epävarmuuksien pienentämiseksi. Teknisten ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja riittävä laatu tullaan osoittamaan kokeellisesti.

8.8 Kehityssuunnitelmat

Nykyisessä turvallisuusperustelussa TURVA-2012 on jäljellä joitakin epävarmuuksia, jotka eivät muuta johtopäätöksiä loppusijoitustilan pitkäaikaisturvallisuudesta, mutta joista jatkossa saatava lisätieto lisää käyttölupahakemusta varten aikanaan laadittavan turvallisuusperustelun luotettavuutta. Keskeisinä kohteina tulevien vuosien tutkimus- ja kehitystyössä ovat:

- kapselin korroosiota aiheuttavien prosessien sekä puskurin ja täytön eroosioon liittyvien prosessien ymmärtäminen,
- kallio-olosuhteet potentiaalisella loppusijoitusalueella ja kallion soveltuvuuskriteerien käyttö loppusijoituspaneelien, -tunneleiden ja -reikien sijoittelussa, ja
- loppusijoitusjärjestelmän osien toteutettavuuden osoittaminen täydessä mittakaavassa suunnittelu- ja laatuvaatimusten mukaisesti.

Kallio-olosuhteiden lisätutkimuksilla voidaan vähentää todennäköisyyttä, että kapseleita sijoitetaan tulevien kuormitusten kannalta epäedullisiin kohtiin. Teknisten vapautumisesteiden toimintaan vaikuttavia prosesseja tutkitaan kokeellisesti, ja teknisin testein voidaan osoittaa, että loppusijoitusjärjestelmä voidaan toteuttaa siten kuin turvallisuusperustelun tarkasteluissa on oletettu.

9 Tiedot mahdollisesti Suomen valtion rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista

Tässä luvussa esitetään yhteenveto kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen niistä vaikutuksista, jotka saattavat ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle.

Ainoat mahdolliset toiminnot tai toimenpiteet, joilla voi olla vaikutusta muihin maihin, liittyvät käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen radionuklidipäästöihin. Oletetuista häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät aivan loppusijoitusalueen tuntumassakin pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo. Naapurimaissa annokset olisivat useita kertaluokkia pienemmät; etäisyys Olkiluodosta esimerkiksi Ruotsin mantereelle on yli 200 kilometriä. Hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä haitallisia rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia missään olosuhteissa.

Tarkemmin hankkeen aiheuttamia erityyppisiä vaikutuksia kuvataan luvuissa 6, 7 ja 8 .

10 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun ja ympäristövaikutusten arviointityön aikana on selvitetty mahdollisuudet ehkäistä, rajoittaa tai lieventää hankkeen haittavaikutuksia suunnittelun tai toteutuksen keinoin.

10.1 Säteilysuojelulliset suunnitteluperusteet

Loppusijoituksesta ei saa millään tarkasteluajanjaksolla aiheutua sellaisia terveydellisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia, jotka ylittäisivät loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidettävän enimmäistason.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä edellä esitettyjä enimmäisarvoja.

Radioaktiivisten aineiden vapautumisen rajoittaminen

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötoimet sekä sen rakenteet ja järjestelmät suunnitellaan siten, että radioaktiivisten aineiden vapautuminen laitostiloihin ja ympäristöön estyy tai sitä rajoitetaan kaikin käytännöllisin keinoin. Laitoksella on järjestelmät, joilla otetaan talteen käsittelytiloihin vapautuneet radioaktiiviset aineet, puhdistetaan pinnat niille levinneistä radioaktiivisista aineista sekä käsitellään ja pakataan kertyneet radioaktiiviset jätteet asianmukaisesti.

Sellaisissa laitoksen tiloissa, joiden ilmatilaan voi joutua merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita, on ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät, joiden tehtävä on:

- vähentää radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia näissä tiloissa,
- estää radioaktiivisten aineiden leviäminen muihin laitostiloihin,
- estää radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön.

Nämä ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät toimivat suunnitellulla tehollaan myös odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden tilanteissa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ilmastointijärjestelmien suunnittelussa noudatetaan ohjetta soveltuvin osin YVL B.1. (luonnos) ”Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu”).

Työntekijöiden säteilyaltistuksen rajoittaminen

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen säännöllisessä käytössä olevat työtilat ja kulkuväylät suunnitellaan ja sijoitetaan siten, että ulkoisen säteilyn annosnopeus ja sisäisen säteilyaltistuksen vaara on mahdollisimman pieni. Merkittävästi radioaktiivisia aineita sisältävät rakenteet, järjestelmät ja laitteet sijoitetaan omiin huonetiloihinsa tai suojataan tehokkaasti. Säteilysuojaukset suunnitellaan riittävin turvallisuusmarginaalein. Lisäksi osa toiminnoista on kauko-ohjattua.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tilat luokitellaan arvioitujen säteilyolosuhteiden perusteella. Säteilysuojelun kannalta valvontaa vaativat tilat sijoitetaan omalle alueelleen, jonne kulkua voidaan rajoittaa ja valvoa tarkoituksenmukaisella tavalla. Maanalaisten tilojen valvonta-alueiden järjestelyissä otetaan huomioon näiden tilojen ja niissä tehtävien töiden erityispiirteet. Laitteiden käyttöä, tarkastuksia ja huoltoa varten suunnitellaan sellaiset edellytykset ja olosuhteet, että säteilyn alaisena tehtävien työvaiheiden määrät jäävät vähäisiksi ja kestoltaan lyhyiksi.

Säteilyvalvonnassa käytetään hälyttäviä mittalaitteita siten, ettei kukaan altistu tietämättään merkittäville säteilyannoksille kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötilanteissa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen säteilysuojelujärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan seuraavia ohjeluonnoksia

- YVL C.1, ”Ydinlaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus ja säteilymittaukset”
- YVL C.2, ”Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilyturvallisuus ja säteilyaltistuksen seuranta”
- YVL C.3, ”Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta”
- YVL C.4, ”Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta”
- YVL C.5 Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt, L4: 26.1.2011

Säteilyvalvonta
Säteilyvalvonnan tarkoitus on ehkäistä ihmisiä, eläimiä ja ympäristöä saamasta merkittäviä säteilyannoksia valvomalla säteily- ja aktiivisuustasoja. Pääasialliseksi ilman aktiivisuuslähteeksi loppusijoituslaitoksessa oletetaan kalliotiloihin suotautuva radon. Henkilöstö saa säteilyannoksia radonin ohella loppusijoituskapseleista.

Kapselointilaitoksessa pääasialliset aktiivisuuslähteet ovat kuljetussäiliöiden purku, polttoaine-elementtien kapselointi sekä huolto- ja korjaustyöt.

Valvonta-alueen poistoilman aktiivisuutta mitataan jatkuvasti. Jos ilmassa havaitaan käytetystä ydinpolttoaineesta peräisin olevaa aktiivisuutta, poistoilmastointi pysäytetään ja säteilyvuodon lähde selvitetään. Loppusijoitustilan poistoilma kierrätetään tarvittaessa valvonta-alueen poistoilmakuilun ja kapselointilaitoksen valvonta-alueen ilmastoinnin kautta. Jos ilman radonpitoisuus loppusijoituslaitoksessa ylittää sallitun rajan, ilmanvaihdon tehoa lisätään.

Käytännössä ihmiset voivat saada säteilyannoksia siirtosäiliön ja loppusijoituskapselin suorasta säteilystä, ei siis päästöjen seurauksena. Tämä tarkoittaa sitä, että loppusijoituskapselin siirtoreitti muodostaa alueen, jolla ihmisten oleskelu ja kulku rekisteröidään ja saadut säteilyannokset mitataan luotettavasti. Käytännössä tällainen alue erotetaan omaksi suljetuksi alueeksi, valvonta-alueeksi, johon kuljetaan yhden valvontapisteen kautta. Tarkistuspisteessä rekisteröidään henkilöstön ja vierailijoiden saamat säteilyannokset.

Loppusijoitustilan valvonta-alueen vuotovesiä ei ole tarvetta erottaa valvomattoman alueen vuotovesistä, koska vuotovesissä ei suurella varmuudella ole kontaminaatiota.

10.2 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on varauduttu häiriöihin ja onnettomuuksiin. Johtavana periaatteena laitoksen kaikessa toiminnassa on onnettomuuksien ehkäisy.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen häiriötöntä käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan analyysein ja todennetaan laitoksen koekäytön yhteydessä. Myös käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien varalle suunniteltujen turvallisuusjärjestelmien toimivuus todennetaan mahdollisuuksien mukaan koekäytön yhteydessä. Koekäyttöä koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.5 (luonnos), ”Ydinlaitoksen rakentamistoiminta”.

Odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja oletettuja onnettomuuksia koskevien turvallisuusmääräysten täyttyminen osoitetaan analyysein, joissa on otettu huomioon erityyppisten kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella mahdollisten häiriöiden ja onnettomuuksien luonne ja vakavuus. Näiden tapahtumien edustavuuden kannalta on myös olennaista, että kunkin turvallisuusjärjestelmän tehtävää ja mitoitusta eniten rajoittavat tapahtumat analysoidaan.

Turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan ensisijaisesti deterministisillä turvallisuusanalyyseillä. Tällaiset analyysit esitettään alustavan turvallisuusselosteen ja lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä.

Kapselien vioittumisen estäminen
Kapselien valmistukseen, täyttöön ja sulkemiseen sovelletaan laadunvarmistus- ja tarkastusohjelmaa, jolla varmistetaan, että loppusijoituskapselit ovat loppusijoitustiloihin siirrettäessä eheitä, tiiviitä ja että ne muidenkin ominaisuuksiensa suhteen täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Kapselien loppusijoitustoiminta tapahtuu tiloissa, jotka on luokiteltu säteilyn kannalta valvotuiksi tiloiksi, ja loppusijoitustilojen rakentaminen puolestaan tapahtuu säteilyn suhteen valvomattomalla alueella. Valvottu ja valvomaton alue erotetaan fyysisesti toisistaan ja niille tapahtuvat tavara- ja materiaalikuljetukset tapahtuvat eri reittejä pitkin.

Louhittavien tunnelien ja kapseleita sisältävien loppusijoitustunnelien väliin jätetään louhintatärinöitä vaimentava riittävä suojaetäisyys. Rakennustarvikkeet, koneet, räjähdysaineet ja louhe kuljetetaan ajotunnelin kautta. Loppusijoituskapselit kuljetetaan kapselikuilun tai vaihtoehtoisesti ajotunnelin kautta. Sijoitusreikien bentoniittilohkot kuljetetaan kapselikuilun kautta. Mikäli loppusijoituskapselien kuljetukset päädytään suorittamaan vaihtoehtoisen suunnitteluratkaisun mukaisesti ajotunnelin kautta, eriytetään erityyppiset kuljetustapahtumat toisistaan ajallisesti.

Kriittisyysonnettomuuden estäminen
Sellaisten polttoainekeskittymien muodostuminen, joissa hallitsematon neutronien ylläpitämä fissioiden ketjureaktio on mahdollinen, estetään rakenteellisin ratkaisuin.

Käytettyjen polttoaine-elementtien siirtosäiliöt, varastotilat ja käsittelylaitteet sekä kapselit suunnitellaan siten, ettei kriittisiä polttoainekeskittymiä muodostu missään käyttötilanteessa, mukaan lukien odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja oletetut onnettomuudet. Loppusijoitetut kapselit säilyttävät alikriittisyytensä myös pitkällä aikavälillä tilanteissa, joissa kapselin sisärakenteet ovat syöpyneet ja se on täyttynyt pohjavedellä. Kriittisyysturvallisuuslaskelmien oletukset (esimerkiksi polttoaineen väkevöintiaste ja poistopalama sekä efektiivisen kasvutekijän turvamarginaali) valitaan konservatiivisesti. Kriittisyysturvallisuutta tarkastellaan rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimitettavassa selvityksessä.

Palo- ja räjähdysvaaran ehkäiseminen
Kapselointi- ja loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että tulipalon todennäköisyys on pieni ja tulipalon seuraukset turvallisuuden kannalta vähäiset. Myös räjähdykset, jotka voisivat vaarantaa polttoaine-elementtien, kapselien tai radioaktiivisia aineita sisältävien laitteiden tai tilojen eheyden, estetään luotettavasti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen paloturvallisuussuunnittelun tavoitteena on:

- estää palojen syttyminen,
- havaita ja sammuttaa palot nopeasti,
- estää palojen leviäminen tiloihin, joissa se voisi vaarantaa käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn tai varastoinnin turvallisuuden,
- räjähdysvaaran minimointi.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa tulipalon ja räjähdysten ehkäiseminen perustuu ensisijaisesti tilasuunnitteluun ja palotekniseen osastointiin. Käytettävät materiaalit ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä. Turvallisuuden kannalta tärkeisiin paloteknisiin osastoihin tai niiden välittömään läheisyyteen ei sijoiteta tarpeettomasti materiaaleja tai laitteita, jotka lisäävät palokuormaa tai aiheuttavat syttymis- ja räjähdysvaaraa. Tilat, joissa on huomattavia palokuormakeskittymiä, erotellaan omiksi paloteknisiksi osastoikseen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos varustetaan automaattisella paloilmoitinjärjestelmällä, joka suunnitellaan siten, että palo voidaan paikantaa riittävällä tarkkuudella. Lisäksi laitoksen tilat varustetaan tarvittaessa kohteeseen soveltuvalla sammutusjärjestelmällä ja operatiiviseen palontorjuntaan soveltuvalla alkusammutuskalustolla. Paloilmoitin- ja sammutusjärjestelmät toimivat tehokkaasti myös odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden sattuessa. Paloturvallisuusjärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan ohjetta YVL B.8 ”Ydinlaitosten palontorjunta” soveltuvin osin.

Kalliorakentamisessa käytettävät räjähdysaineet varastoidaan maanpinnalla omissa suojatuissa varastoissaan. Kerralla ei kuljeteta sallittua määrää enempää räjähteitä ja räjähdysainevarastot sijoitetaan siten, että mahdollinen räjähdys ei vaaranna loppusijoituslaitoksen säteilyturvallisuutta. Räjähdysaineet kuljetetaan maanpinnalta loppusijoitustiloihin eri reittiä tai eri aikaan kuin radioaktiiviset aineet. Usein käytetään myös räjähdysainetta, jonka yksinään turvalliset ainesosat sekoitetaan räjähtäväksi yhdistelmäksi vasta räjäytyspaikalla. Louhintatyössä räjäytyskohteen ja loppusijoituskapseleita sisältävien sijoitustunnelien väliin jätetään aina riittävä suojaetäisyys.

10.3 Ulkoisten tapahtumien huomioon ottaminen suunnittelussa

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Huomioonotettavia luonnonilmiöitä ovat ainakin salamanisku, maanjäristys, myrskytuuli, tulva sekä poikkeuksellinen ulkoilman lämpötila. Muita laitoksen ulkopuolisia tapahtumia ovat ainakin sähkömagneettinen häiriö, pienlentokoneen törmäys, maastopalo ja räjähdys.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maanpäällisen osan suunnittelussa noudatetaan ohjeissa YVL E.6 (luonnos), ”Ydinlaitoksen rakennukset ja rakenteet” ja esitettyjä rakentamista koskevia sekä ohjeessa YVL B.7 (luonnos), ”Ydinlaitoksen varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin” esitettyjä maanjäristystä koskevia vaatimuksia soveltuvin osin.

10.4 Pitkäaikaisturvallisuus

Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuus perustuu moniesteperiaatteeseen, jonka tehtävänä on estää radioaktiivisten aineiden pääsy elolliseen luontoon.

10.5 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallinta

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana on erikseen luvanvaraista toimintaa ja Suomessa tarvittavat luvat ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetuksiin myöntää STUK. Kuljetukseen saa ryhtyä vasta sen jälkeen, kun STUK on todennut, että kuljetuskalusto ja kuljetusjärjestelyt sekä turva- ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimukset ja että vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty *(YEA 56 §, 115 §)*. Kuljetusten turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset esitetään ohjeessa YVL D.2, ”Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus”.Kuljetuspakkaukselle, pakkauksen käsittelylle, onnettomuustilanteisiin varautumiselle ja dokumentaatiolle on asetettu korkeat vaatimukset. Kuljetuspakkaus ei saa menettää säteilysuojeluominaisuuksiaan pahimmassakaan ajateltavissa olevassa onnettomuudessa. Kuljetuspakkauksessa olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä. Kuljetuspakkaukselle asetetaan tavanomaista tiukemmat vaatimukset poikkeustilanteiden varalta.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksia koskevien säännösten tarkoituksena on taata kuljetusten turvallisuus siten, että kulloinkin käytettävä kuljetuspakkaus suojaa riittävästi ympäristöä ja kuljetettavia aineita niin, ettei ympäristölle aiheudu sallittua säteilyannosta suurempaa rasitusta. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkaukseen sovelletaan niin sanotulle B(U)-tyypin säiliölle asetettuja säännöksiä, jotka perustuvat kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n (International Atomic Energy Agency) ohjeisiin radioaktiivisen materiaalin turvallisesta kuljettamisesta *(IAEA 2012 ”Regulations for the safe transport of radioactive material”, SSR-6)*. Kuljetuksessa käytettävän pakkaustyypin tulee kestää kokeet, joilla varmistetaan säiliötyypin soveltuvuus käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen.

Normaalikuljetusten osalta edellytetään, että säteilyannosnopeus yhden metrin etäisyydellä pakkauksen ulkopinnasta ei saa ylittää arvoa 0,1 mSv/tunti eikä pinnalla arvoa 2 mSv/tunti. Lisäksi pakkauksen ja sen sisällä kuljetettavan ydinpolttoaineen tulee kestää kuljetuksessa normaalisti syntyvän tärinän aiheuttama materiaaleja väsyttävä kuormitus. Kuljetusympäristön lämpötilalla on myös merkitystä materiaalien vaurioitumistodennäköisyyden kannalta. Kuljetuksen aikana ympäristön lämpötila ei saa olla liian alhainen. Normaalikuljetuksissa pakkauksesta sallitaan vain hyvin pieni vuotovirtaus ympäristöön. IAEA:n vaatimusten mukaisesti kuljetuspakkauksen tulee kestää normaalikuljetuksessa:

- vesisuihku tunnin ajan,
- pudotus 0,3–1,2 metrin korkeudelta peräänantamattomalle alustalle,
- pakkauksen painoon nähden viisinkertainen levykuorma,
- tunkeumatesti, jossa 6 kilogramman terästanko pudotetaan yhden metrin korkeudelta pakkauksen sivuseinämää kohti.

Pakkauksen pintakontaminaatiosta (pakkauksen pinnalla mahdollisesti olevat radioaktiiviset aineet) aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm^2 ja eräille radionuklideille 0,4 Bq/cm^2.

Poikkeustilanteiden varalta käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuspakkauksen tulee täyttää huomattavasti tiukemmat vaatimukset eli sen tulee kestää muun muassa:

- pudotus peräänantamattomalle alustalle seurauksiltaan epäedullisimmalla kohtaamiskulmalla yhdeksän metrin korkeudelta,
- pudotus halkaisijaltaan 0,15 metrin terästangon päälle yhden metrin korkeudelta,
- altistuminen vähintään 30 minuutin ajan tulipalolle, jossa liekkien lämpötila on vähintään 800 ˚C,
- upotus 200 metrin syvyyteen vähintään tunnin ajaksi.

Poikkeustilanteisiin liittyvät testit pyrkivät kattamaan mahdollisten onnettomuustilanteiden synnyttämät mekaaniset ja termiset kuormitukset, kuten törmäysten aiheuttamat pakkaukseen kohdistuvat iskut ja palavia nesteitä kuljettavan ajoneuvon tulipalon. Lisäksi on otettava huomioon, että todellisuudessa kohde ei ole peräänantamaton. Yhdeksän metrin pudotuskokeessa kuljetuspakkaus saavuttaa iskeytymishetkellä lähes nopeuden 50 km/h, mikä käytännön onnettomuustilanteissakin on mahdollinen törmäysnopeus toiseen ajoneuvoon tai esteeseen. Kuljetuspakkauksessa olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä.

Maantiekuljetukset ovat valvottuja, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö: kuorma-auton kuljettaja, varoitusajoneuvojen kuljettajat, poliisiajoneuvojen kuljettajat sekä tarvittavat muut henkilöt, kuten säteilyvalvoja. Suurempien taajamien läpiajon ajaksi tarvitaan liikenteenohjaukseen useita poliisipartioita. Käytettyä ydinpolttoainetta kuljetettaessa on saattueen mukana lisäksi vartija. Kuljetusten nopeusrajoitukset ovat alhaiset ja kuljetuksissa vältetään suuria taajamia. Myös muut kuljetusvaihtoehdot ovat valvottuja.

10.6 Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien vaikutusten hallinta

Louhinnan ja murskauksen aikaisen melun ja muun häiriön kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen lähialueella aiheuttamaa haittaa voidaan lieventää ajoittamalla työvaiheet päiväsaikaan. Louhekasaa käytetään murskauksessa melusuojana. Murskaamo ja louhekasa voidaan sijoittaa niin, ettei melu- ja pölyalueille jää rakennuksia.

Olkiluodon seismisen järjestelmän avulla on mitattu maanalaisen tutkimustilan eli ONKALOn rakennustyömaan vaikutuksia kallioperään. Toistaiseksi mitään merkittävää muutosta ei ole havaittu. Olkiluodon tilaa seurataan jatkuvasti mittalaitteiden kautta ja järjestelmän kautta pystytään seuraamaan reaaliajassa, mitä työmaalla tapahtuu. ONKALOn työmaan räjäytykset ovat maksimissaan olleet 0,7 magnitudin luokkaa. Tulokset raportoidaan säännöllisesti ja tiedot toimitetaan Säteilyturvakeskukselle.

10.7 Maanpintayhteyksien rakentaminen

Ajotunnelin suuaukon ja kuilujen yläpään sijainti on valittu niin, että ne ovat Korvensuon vesialtaan pinnan yläpuolella ja myös riittävästi merenpinnan yläpuolella, jotta ulkoisen häiriön seurauksena vesi ei tulvi ajotunneliin tai kuiluihin. Sisäänkäyntiaukon sijoittelussa on huomioitu myös olemassa olevat sähkövoimalinjat, muuntaja-asemat, vesialtaat, putkistot, tiet ja potentiaalisen loppusijoitusalueen sijainti kallioperässä, jotta suuaukko sijaitsee edullisesti myös niiden suhteen. Kallioperässä ajotunneli on sijoitettu siten, että kallion rikkonaisuusvyöhykkeitä läpäistään mahdollisimman vähän ja että tarvittavat tutkimukset haluttujen kallioalueiden karakterisointia varten voidaan toteuttaa.

10.8 Kapselointilaitoksen vaikutusten hallinta

Kapselointilaitos suunnitellaan turvallisuusmääräyksiä noudattaen siten, että radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön häiriö- ja onnettomuustilanteissakin jää merkityksettömän pieneksi. Kaikki kapselointilaitoksen työvaiheet tehdään turvallisesti ilman merkittäviä päästöjä ja henkilöstön säteilyannoksia.

Laitoksessa noudatetaan ohjeen YVL D.1 (luonnos), ”Ydinsulkuvalvonta” mukaisia vaatimuksia ydinmateriaalivalvonnasta. Valvonta tapahtuu ydinmateriaalin kirjanpidolla sekä visuaalisilla että teknisillä valvontamenetelmillä ydinpolttoaineen kapselointiprosessin kaikissa vaiheissa.

Kapselin siirrot kapselointilaitokselta maanalaiseen loppusijoitustilaan
Kapselin siirtäminen maanpinnalta loppusijoitussyvyydelle voi tapahtua luotettavasti hissillä. Kuljetusturvallisuus voidaan nostaa hyvällä suunnittelulla ja yksinkertaisin ja luotettavin rakenneratkaisuin korkealle tasolle. Lisäksi luotettavuus, käytettävyys ja turvallisuus varmistetaan ydinlaitokselle vaadittavin kunnossapito- ja määräaikaiskoestuksin sekä varautumalla kuviteltavissa oleviin onnettomuusskenaarioihin.

10.9 Maanalaiset loppusijoitustilat ja loppusijoitustunnelien suojaetäisyydet

Loppusijoitustiloja rakennettaessa ja suljettaessa pyritään säilyttämään kallion alkuperäiset ominaisuudet ja rajoittamaan muutokset mahdollisimman pienelle alueelle tunnelien ja kuilujen ympäristössä. Esimerkiksi kallio louhitaan varovasti, jolloin louhinnan aiheuttama häiriövyöhyke jää mahdollisimman pieneksi. Häiriövyöhykkeen laajuuden selvittämiseksi on kehitetty menetelmä, jonka avulla voidaan seurata louhinnan toteutuvaa laatua *(Mustonen ym. 2010)*. Vesivuotoja rajoitetaan välttämällä vettä johtavia rakenteita ja tiivistämällä vuotokohtia esimerkiksi injektoinnilla.

Loppusijoituksen käyttövaiheen aikana louhittaessa keskus- ja sijoitustunneleita louhintakohteen ja loppusijoitettavien tunnelien välille jätetään riittävästi suojaetäisyyttä työteknisistä ja yleisistä turvallisuussyistä johtuen. Tällöin louhittavasta loppusijoitustunnelista purkautuva räjäytyksen aiheuttama paineaalto ei vaurioita esimerkiksi keskustunnelissa olevaa valvonta-alueen ja valvomattoman alueen välistä seinää.

10.10 Loppusijoituspaikan soveltuvuuden arviointiperusteet

Suomessa vaatimukset loppusijoituspaikan ominaisuuksista on kirjattu valtioneuvoston asetukseen ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta *(736/2008)*. Turvallisuusmääräysten lähtökohtana on, että loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on kokonaisuutena oltava suotuisat loppusijoitettavien aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei tule valita paikkaa, jossa on jotakin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullista.

Sijoituspaikan soveltumattomuutta ilmentäviä tekijöitä voivat olla muun muassa hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys, epätavallisen suuret kalliojännitykset, seismiset tai tektoniset poikkeamat ja tärkeiden pohjavesiominaisuuksien poikkeukselliset arvot.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan asemointi perustuu paikka- ja turvallisuustutkimusten avulla tehtyyn kallioluokitukseen ja sen soveltuvuuskriteereihin. Soveltuvuuskriteereissä otetaan huomioon muun muassa kallion rakoilu, vedenjohtavuus ja kapselien jälkilämpöteho. Kriteereitä koskevaa tutkimusta tullaan tekemään maanalaisissa tutkimustiloissa. Jälkilämpötehon vaikutusta voidaan hallita asemoinnin keinoin sijoittamalla kapselit ja loppusijoitustunnelit etäämmälle toisistaan ja huolehtimalla kapselien lähialueen lämmönsiirtokyvystä loppusijoitustilassa.

Loppusijoitustilojen eri osien rakentaminen toteutetaan vaiheittain siten, että louhittavaksi suunnitellun kalliolohkon soveltuvuutta koskevat tutkimukset ja kallion luokittelu tehdään ennen kyseisen vaiheen rakentamisen aloittamista. Loppusijoitustiloja ympäröivän kallion rakenteet ja ominaisuudet, joilla voi olla merkitystä pohjaveden virtauksen, kallioliikuntojen tai muiden pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeille seikoille, määritetään ja luokitellaan. Maanalaisten tilojen sijoittelua varaudutaan muuttamaan, mikäli suunniteltuja tiloja ympäröivän kallion laatu osoittautuu merkittävästi suunnitteluperusteita epäedullisemmaksi.

Kunkin käytettyä ydinpolttoainetta sisältävän loppusijoituskapselin siirto voidaan tehdä, kun STUK on todennut, että kyseistä paikkaa ympäröivän kallion ominaisuudet ovat hyväksyttävät. Käytettyä ydinpolttoainetta loppusijoitettaessa käyttöluvan haltijan on kunkin loppusijoituskapselin sijoittamisen yhteydessä tehtävä tarkastus, jossa käydään läpi laadunvalvonnan tulosaineistot sen toteamiseksi, että loppusijoituskapselin sijoitus ja sen ympärillä olevan puskurimateriaalin asennus tehty hyväksyttävästi. STUK:lla on mahdollisuus osallistua tarkastukseen.

10.11 Loppusijoitustunnelien sulkeminen

Loppusijoitustunnelit ja keskustunnelit täytetään loppusijoituksen (kapselin ja puskurimateriaalin asennuksen) jälkeen ja täyttöä tehdään vaiheittain koko laitoksen toiminnan ajan. Lisäksi loppusijoitustilan tekniset tilat ja maanpintayhteydet, kuten ajotunneli ja kuilut, täytetään loppusijoitustoiminnan päätteeksi.

Täyttämisen ja sulkurakenteiden pääasiallinen tarkoitus on palauttaa loppusijoitusolosuhteet mahdollisimman lähelle luonnontilaa, esimerkiksi estämällä tunnelien ja kuilujen muuttuminen pohjaveden päävirtausreiteiksi, sekä estää luvaton pääsy loppusijoitustiloihin.

10.12 Vaikutukset pohjavesiin

Loppusijoitustiloja tiivistetään sementti- tai silicainjektoinneilla, joiden avulla loppusijoitustilojen vaikutukset pohjaveden pinnankorkeuteen jäävät vähäisiksi. Myös painekorkeuden muutoksia rajoitetaan injektoimalla mahdollisimman tehokkaasti kaikki suuret vuotokohdat. Paikallisia pohjaveden painekorkeuden suuriakaan muutoksia ei saatujen kokemusten perusteella voida kokonaan välttää, koska pieneksikin jäävä vuoto on aiheuttanut suuria alenemia etenkin ONKALOn lähellä, mutta paikoin myös useiden satojen metrien päässä. Tämä johtuu siitä, että vuotava rakenne on rajallinen, eikä sillä ole yhteyksiä korvaavaa vettä tuottaviin kallio-osuuksiin. Vuotovirtausten kokonaismäärää rajoitetaan siten, että tunneleita rakennetaan ja niitä suljetaan sitä mukaa kun niihin on sijoitettu loppusijoituskapseleita; käyttövaiheen aikana kerrallaan avoimena olevia kalliotilavuuksia minimoidaan.

10.13 Laitoksen valvonta

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos jaetaan käyttövaiheessa kahteen toisistaan erotettuun alueeseen, valvonta-alueeseen ja valvomattomaan alueeseen. Valvonta-alueelle pääsyä valvotaan säteilysuojelullisista syistä.

Kaikki käytetyn polttoaineen ja kapseleiden käsittely tapahtuu aina valvonta-alueella. Bentoniittilohkojen asentaminen loppusijoitusreikään tapahtuu myös valvonta-alueella. Valvomattomalla alueella tehdään kapselointiprosessin valvonta, maanalaisten tilojen louhinta- ja rakennustyöt sekä tunnelien täyttötyöt.

Valvonta-alueen ilmastointi erotetaan valvomattoman alueen ilmastoinnista, jotta loppusijoituskapseleiden käsittely- ja asennusolosuhteet säilyisivät puhtaina. Poistoilman aktiivisuutta valvonta-alueella mitataan, vaikkakaan ilmaa ei normaalissa käyttötilanteessa suodateta. Radonaltistusta seurataan radonpitoisuuksia tarkkailemalla ja säätämällä ilmanvaihtomääriä kaikissa loppusijoitustiloissa.

Kulunvalvonta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa

Kulunvalvonnan tarkoituksena on olla selvillä siitä, keitä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa kullakin hetkellä työskentelee sekä kontrolloida kulkua sekä valvonta-alueelle että valvomattomalle alueelle. Kulunvalvonnassa sovelletaan nykyaikaisia tietokonepoh-

jaisia valvontamenetelmiä. Asianmukainen kulunvalvonta on säteilysuojelusyiden lisäksi myös henkilöturvallisuuskysymys, kun kyseessä ovat säteilyvalvottavat ja syvällä kallioperässä olevat tilat.

Valvonta-alueen ja valvomattoman alueen rajan ylitys maan alla on normaaliolosuhteissa kielletty. Hätätilanteessa, esimerkiksi tulipalotilanteessa, siirtyminen valvonta-alueelta valvomattomalle alueelle tai päinvastoin on kuitenkin sallittua.

Kunnonvalvonta
Kunnonvalvonnan tarkoituksena on valvoa käyttövaiheen aikana kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ja sen järjestelmien kuntoa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kuntoa valvotaan mittauksin, määräaikaiskokein ja tarkastuksin. Loppusijoitustilan kuntoa valvotaan mittaamalla vuotovesimäärää, kallion jännityksiä ja siirtymiä loppusijoitustiloissa. Myös instrumentointijärjestelmän avulla kerätään ja käsitellään tietoa loppusijoitustilan kunnosta sekä valvotaan, että työturvallisuus säilyy hyvänä loppusijoitustilassa.

Säteilyturvakeskuksen suorittama valvonta
Säteilyturvakeskus valvoo ydinjätteen käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen turvallisuutta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen asianmukaisen suunnittelun varmistamiseksi viranomaiset ovat asettaneet ydinjätteen tuottajille raportointivelvoitteita.

Säteilyturvakeskus tarkastaa ydinjätteiden turvalliseen loppusijoittamiseen tähtäävät tutkimukset ja tekniset suunnitelmat muiden asiantuntijaorganisaatioiden avustamana ja antaa palautteen hankkeen toteuttajalle.

10.14 Sosiaaliset vaikutukset
Sosiaalisia vaikutuksia pyritään vähentämään minimoimalla loppusijoituksen jo lähtökohtaisesti vähäiset vaikutukset vesistöihin, virkistyskäyttöön ja maisemaan. Turvallisuuteen liittyvää epätietoisuutta pyritään vähentämään riittävällä tiedottamisella.

11 Hankkeen ympäristövaikutusten seuranta

11.1 Kuormitus- ja vaikutustarkkailu loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja toiminnan aikana
Posiva seuraa loppusijoitushankkeen ympäristövaikutuksia osana Olkiluodon Monitorointiohjelmaa *(OMO) (Posiva 2012a)*, jonka suunnittelussa on otettu huomioon tässä ja aiemmissa arviointiselostuksissa tunnistetut mahdolliset vaikutukset ympäristöön. Ympäristövaikutusten seurannan tavoitteena on

- tuottaa tietoa hankkeen vaikutuksista
- selvittää, mitkä muutokset ovat seurauksia hankkeen toteuttamisesta
- selvittää, miten vaikutusten arvioinnin tulokset vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos ennakoimattomia, merkittäviä haittoja esiintyy.

11.1.1 Tähän mennessä havaitut vaikutukset
Ympäristövaikutusten seuranta osana Posivan toteuttamaa monitorointia on ollut käynnissä ONKALOn rakentamisen alusta lähtien. Monitoroinnin tuloksia ja muita havaintoja ja arvioita on esitetty yksityiskohtaisemmin kappaleissa 6.3 ja 6.4 Yhteenvetona voidaan todeta, että vaikka kalliopohjaveden paineessa, virtauksessa ja koostumuksessa on ONKALOn louhinnan edetessä tapahtunut huomattaviakin muutoksia, vaikutukset pintaympäristöön ovat olleet korkeintaan vähäisiä.

Mittausten perusteella Olkiluodon suurin melun lähde ovat toiminnassa ja rakenteilla olevat ydinvoimalaitokset ja liikenne Olkiluodontiellä, kun taas kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta johtuva melu on merkittävää vain pienellä alueella. Rakentamisesta peräisin oleva pöly näkyy Olkiluodosta kerättyjen neulasnäytteiden analyysituloksissa, mutta sillä ei nähdä olevan mitään pysyviä vaikutuksia *(Haapanen 2011)*. Joissakin mittauspisteissä lähellä ONKALOa on havaittu merkkejä vähäisestä pohjaveden pinnan alenemisesta, joka voi johtua pohjaveden virtauksesta ONKALOon. Vaikutusta pinnankorkeuteen esimerkiksi saaren itäosassa olevissa porakaivoissa ei kuitenkaan ole havaittu.

11.1.2 Säteilyvaikutusten seuranta

Säteilyvaikutusten seuranta perustuu radioaktiivisten aineiden päästöjen ja pitoisuuksien sekä säteilyn annosnopeuden mittauksiin. Pitoisuuksia ja annosnopeuksia arvioidaan myös laskennallisesti muun muassa päästö- ja säätietojen avulla, koska on odotettavissa, että laitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita ei pienen määrän takia voida ympäristössä havaita. Odotettavissa olevat säteilyvaikutukset ovat niin pienet, ettei erityistä väestön terveydentilan seurantaa katsota tarpeelliseksi: mahdollisia terveyshaittoja ei kyettäisi havaitsemaan normaalin sairastavuuden joukosta. Tarvittaessa ympäristön väestön terveydentilan vertaaminen kauempana asuvaan väestöön on kuitenkin mahdollista esimerkiksi Kansanterveyslaitoksen ylläpitämien tietojen avulla.

Radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien ja säteilyn annosnopeuden seuranta aloitetaan jo ennen loppusijoitustoimintaa vertailutietojen saamiseksi eri suunnilta ja etäisyyksiltä. Pitoisuuksia mitataan ilmasta, vedestä, maaperästä, eliöistä, maataloustuotteista, keräilytuotteista ja riistasta. Myös säätietoja ja muita vaikutusten laskennallisessa arvioinnissa tarvittavia tietoja kerätään, kuten jo nykyisinkin.

Loppusijoitusvaiheessa mitataan radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön. Tyypillisiä mittauspaikkoja ovat ilmastointi-ilman ja jätevesien poistoreitit. Jo aloitettuja pitoisuuksien ja annosnopeuden mittauksia jatketaan.

11.1.3 Muiden vaikutusten seuranta

Monitorointiohjelmaan kuuluu seuraavien, muiden kuin säteilyyn liittyvien, kohteiden seuranta hankkeen ympäristövaikutusten havaitsemiseksi:

- melu
- pöly louheen murskauksesta ja läjityksestä
- valumavedet läjitysalueelta ja prosessivesi ONKALOsta
- kasvillisuus ja eläimistö
- marjat ja sienet
- kaivoveden laatu ja määrä
- pohjaveden pinnankorkeus

Lisäksi tarkkaillaan monia kallioperän ilmiöitä ja ominaisuuksia kuten pohjaveden kemiaa, painekorkeutta ja virtausta, maankohoamista ja muuta maankuoren liikettä sekä rakentamisessa käytettyjen vieraiden aineiden määriä. Näiden muutoksilla ei kuitenkaan ole välittömiä ympäristövaikutuksia, ja niiden tutkimus liittyykin loppusijoituspaikan tutkimukseen ja pitkäaikaisturvallisuuden arvioimiseen.

11.2 Sulkemisen jälkeinen seuranta

Posivan seurantamittaukset lopetetaan, kun laitos on suljettu STUKin hyväksymällä tavalla. Sulkemisvaiheessa Posiva laatii ehdotuksen seurantaohjelmaksi sulkemisen jälkeistä aikaa varten ja suorittaa valtiolle kertakorvauksen. Tämän rahasumman viranomaiset käyttävät tarpeelliseksi katsomaansa seurantaan ja valvontaan. Loppusijoitus tulee kuitenkin tehdä siten, että se on turvallista myös ilman jälkiseurantaa.

Sulkemisen jälkeisessä seurannassa on keskeistä selvittää, miten kallioperän ominaisuudet palautuvat rakentamista edeltäneeseen tilaan. Kallioperän olosuhteiden seurantaa on selvitetty useissa kansainvälisissä hankkeissa.

Sulkemisen jälkeinen seuranta voi sisältää muun muassa radioaktiivisuuden mittausta maanpinnalta ja syvistä kairarei'istä. Rei'istä voidaan myös seurata pohjaveden pinnankorkeuksia, virtauksia, kemiaa, lämpötilaa ja niin edelleen. Maan pinnalta voidaan geofysikaalisilla mittauksilla seurata mikromaanjäristyksien esiintymistä. Ydinmateriaalin koskemattomuuden vaarantaminen lainvastaisella toiminnalla vaatisi maanpinnalla näkyviä toimia. Toimet voitaisiin havaita ja niitä voitaisiin valvoa kansainvälisesti esimerkiksi satelliiteista.

12 Kirjallisuus

Aaltonen, I., Lahti, M., Engström, J., Mattila, J., Paananen, M., Paulamäki, S., Gehör, S., Kärki, A., Ahokas, T., Torvela, T., Font, K. 2010. Geological Model of the Olkiluoto Site, Version 2.0. Posiva Working Report 2010-70, pp. 51. Posiva Oy, Eurajoki, Finland.

Aho, J. 2008. Käytetyn ydinpolttoaineen turvallista loppusijoitusta koskeva informaatio ja luottamus Eurajoen kuntalaisten keskuudessa. Informaatiotutkimuksen pro gradu -työ. Tampereen yliopisto, Informaatiotutkimuksen laitos. Toukokuu 2008.

Andersson, J., Ahokas, H., Hudson, J., Koskinen, L., Luukkonen, A., Löfman, J., Keto, V., Pitkänen, P., Mattila, J., Ikonen, A., Ylä-Mella, M. 2007. Olkiluoto Site Description 2006. Posiva Oy, Raportti 2007-03.

Corporate Image Oy 2007. Kuntaimagotutkimus 2006. Posiva Oy, Työraportti 2007-73.

Eronen, M., Glückert, G., van de Plassche, O., van de Plicht, J., Rantala, P. 1995. Land uplift in the Olkiluoto-Pyhäjärvi area, southwestern Finland, during last 8000 years. Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies (YJT), Helsinki, Finland. Report YJT-95-17, 26 p.

Eurajoen kunta 2012. Tilastotietoa. [http://www.eurajoki.fi/html/fi/Tilastotietoa.html] (huhtikuu 2012)

Haapanen, A. (ed.) 2011. Results of monitoring at Olkiluoto in 2010: Environment. Working Report 2011-45. Posiva Oy, Eurajoki, Finland. 154 p.

Haapanen, R., Aro, L., Helin, J., Hjerpe, T., Ikonen, A.T.K., Kirkkala, T., Koivunen, S., Lahdenperä, A-M., Puhakka, L., Rinne, M. & Salo, T. 2009. Olkiluoto Biosphere Description 2009. Posiva Report 2009–2, 416 p.

Haapanen, R., Aro, L., Ilvesniemi, H., Kareinen, T., Kirkkala, T., Lahdenperä, A-M., Mykrä, S., Turkki, H., Ikonen, A. 2007. Olkiluoto Biosphere Description 2006. Posiva Oy, Raportti 2007-02.

Helsingin Yliopisto 2012. Geotieteiden ja maantieteen laitos. [http://www.helsinki.fi/geo/seismo/maanjaristykset/suomi.html] (huhtikuu 2012)

Helsingin yliopisto 2007. Seismologian laitos. [http://www.seismo.helsinki.fi /index.htm].

Hirvonen, H., Lehtinen, A., Hatanpää, E. 2006. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2005. Eurajoki, Finland, Posiva Oy. Working Report 2006-67. 174 p.

Hirvonen, H. & Mäntynen, M. (Ed.). 2005. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2004 – Geochemistry. Eurajoki, Finland. Posiva Oy. 74 p. Working Report 2005-29. 74 p.

IAEA 2009. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. International Atomic Energy Agency, IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, 2009 edition.

ICRP 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. ICRP Annals of the ICRP. Volume 37 Nos. 2-4 2007.

Ikonen, K. 2007. Far-Field Thermal-Mechanical Response of One- and Two-Storey Repositories in Olkiluoto. Posiva Oy. Työraportti 2007-29.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a. Olkiluodon osayleiskaava, maisema- ja kulttuurihistoriaselvitys. 25.1.2007. 11 s. + liitteet.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b. Olkiluodon osayleiskaava, luonnon perustilaselvitys. 29.1.2007. 25 s. + liitteet.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006a. Olkiluodon meluselvitys 2006. Teollisuuden Voima Oy. 18.8.2006.
Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006b. Arviointi vaikutuksista Liiklankarin Natura 2000 -alueen luontoarvoihin. Teollisuuden Voima Oy. 12.12.2006.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2005. Olkiluodon meluselvitys 2005. Teollisuuden Voima Oy. 21.11.2005.

Kala- ja vesitutkimus Oy, Mikkola-Roos, M., Hirvonen, H. 1996. Toukolanranta. Rakentamisen vaikutukset. Ekologinen näkökulma II. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 1996:20.

Kari, M., Kojo, M. & Litmanen, T. 2010. Community Divided: Adaptation and aversion towards the spent nuclear fuel repository in Eurajoki and its neighbouring municipalities. University of Jyväskylä and University of Tampere.

Karvonen, T. 2010. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2009. Rock Mechanics. Prediction of Long-Term Influence of ONKALO and Korvensuo Reservoir on Groundwater Level and Water Balance Components on Olkiluoto Island. Posiva Working Report 2010-55.

Karvonen, T. 2009. Increasing the Reliability of the Olkiluoto Surface and Near-Surface Hydrological Model. Working Report 2009-7.

Karvonen, T. 2008. Surface and Near-Surface Hydrological Model of Olkiluoto Island. Posiva Working Report 2008-17.

Kasa, S. 2011. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2009, Foreign materials. . Posiva Working Report 2010-46

Kirkkala, T. & Turkki, H. 2005. Rauman ja Eurajoen edustan merialue. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku. s. 48–65.

Kirkkomäki 2012. Loppusijoituksen asemointi ja vaiheittainen rakentaminen 2012. Posiva Oy, Työraportti 2012-69.

Klockars, J., Tammisto, E., Ahokas, H. 2007. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2006–Hydrology. Posiva Oy, Working Report 2007-50.

Koskivirta, O. 2012. Käytetyn polttoaineen kuljettaminen Loviisan voimalaitokselta Eurajoen Olkiluotoon kapselointia ja loppusijoittamista varten - toteutustapaselvitys. Muistio YJÄTE/6/2012. Fortum Power and Heat Oy.

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8. Espoo, 203 s.

Kukkola, T. 2012. Encapsulation Plant Design 2012. Repository Connected Facility. Posiva Oy, Working Report 2012-49.

Kukkola, T. 2009. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden määritys päästö- ja annoslaskentaa varten. Posiva raportti 2008-71.

Kukkola, T. & Eurajoki, T. 2009. Kapselointilaitoksessa syntyvät radioaktiiviset jätteet. Posiva Oy, Työraportti 2009-49.

Laakso, S., Kuisma, H., Kilpeläinen, P., Kostiainen, E. 2007. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset. Kaupunkitutkimus TA Oy. Posiva Oy, Työraportti 2007-94.

Lahdenperä, A-M., Palmén, J., Hellä, P. 2005. Summary of Overburden Studies at Olkiluoto with an emphasis on Geosphere-Biosphere Interface. Posiva Oy, Työraportti 2005-11.

Lahti, M. & Sirén, T. 2011. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2010. Rock Mechanics. Posiva Working Report 2011-47.

Lahti, M. & Hakala, M. 2009. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2010. Rock Mechanics. Posiva Working Report 2009-73.

Lahti, M. (ed.), Saari, J., Lakio, A., Kallio, U., Ahola, J., Koivula, H., Jokela, J., Poutanen, M. & Kemppainen, K. 2009. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2008. Rock Mechanics. Posiva työraportti 2009-47.

Liikennevirasto 2012. Liikennemääräkartta 2010. [http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/liikennevirasto/tilastot/liikennemaarat/liikennemaarakartat/KVL_kartta_VARELY_2011.pdf] (toukokuu 2012).

Litmanen, T., Kojo, M. & Kari, M. 2010. The rationality of acceptance in a nuclear community: analysing residents' opinions on the expansion of the SNF repository in the municipality of Eurajoki, Finland. Int.J.Nuclear Governance, Economy and Ecology, Vol. 3, No.1, 2010.

Loikkanen, M. 2007. Luotolinnustoinventointi Eurajoen Olkiluodossa 7.6.2007. Ramboll Finland Oy.

LT-Konsultit Oy 1998. Loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia. Posiva Oy. Työraportti 98-74.

Mattila, J. & Hakala, M. 2008. Results of monitoring at Olkiluoto in 2007. Rock mechanics. Posiva Working Report 2008-22.

Mattila, J. (ed.). 2007. Results of monitoring at Olkiluoto in 2006. Rock Mechanics. Posiva Working Report 2007-53.

Metsähallitus 2012. Kansallispuistot, Selkämeritietoa. [http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/luonnonsuojelu/suojelualueet/kansallispuistot/selkameritietoa/Sivut/Selkamerellesuunniteltukansallispuisto.aspx] (toukokuu 2012)

Minato, K., Ichimiya, M., Inoue, T. 2006. Research and Development Activities on Partitioning and Transmutation of Radioactive Nuclides in Japan. Actinide and Fission Product Partitioning and Transmutation. Ninth Information Exchange Meeting. Nîmes, France, 25-29 September 2006. OECD/NEA 2007. 750 p.

Museovirasto 2007. Rakennettu kulttuuriympäristö. Valtakunnallisesti merkittävät kulttuurihistorialliset ympäristöt 1993 -luettelo.

Mustonen, S., Norokallio, J., Mellanen, S., Lehtimäki, T. & Heikkinen, E. 2010. EDZ09 Project and Related EDZ Studies in ONKALO 2008 2010. Posiva Working Report 2010-27, 404 p.

Mönkkönen, H., Hakala, M., Paananen, M., Laine, E. 2012. ONKALO Rock Mechanics Model (RMM). Version 2.0. Working Report 2012-07.

NEA 2006. OECD/NEA, Advanced Fuel Cycles and Radioactive Waste Management. OECD 2006.

NEA 2002. OECD/NEA, Accelerator-driven Systems (ADS) and Fast Reactors in Advanced Fuel Cycles. Comparative Study. OECD 2002.

Nieminen, M., Ikonen, H., Koivunen, A. 2009. Small Mammals, Ants, Snails and Earthworms on the Island of Olkiluoto in 2009. Posiva working report 2009–112, 84 p.

Nieminen, M., Niemi, M. & Jussila, I. 2011. Game Statistics for Olkiluoto in 2010–2011. Posiva working report 2011–72, 24 p.

Nieminen, M. & Saarikivi, J. 2008. Herpetofauna and Small Mammals on the Island of Olkiluoto in 2008. Posiva working report 2008–91, 39 p.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Kirjassa Säteilyn terveysvaikutukset.

Penttinen et al. 2012. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2010. Hydrogeochemistry. Working Report 2011-44.

Penttinen et al. 2010. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2009. Hydrogeochemistry. Working Report 2010-47.44.

Pitkänen, P., Partamies, S., Lahdenperä, A-M., Ahokas, T., Lamminmäki, T. 2009. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2008. Hydrogeochemistry. Eurajoki, Finland. Posiva Oy. 235 p. Working Report 2009-44. 235 p.

Pitkänen, P., Partamies, S., Lahdenperä, A-M., Lehtinen, A., Pedersen, K., Ahokas, T., Penttinen, T., Lamminmäki, T., Hatanpää, E. 2008. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2007, Hydrogeochemistry. Eurajoki, Finland. Posiva Oy. Working Report 2008-24. 212 p.

Pitkänen, P., Partamies, S., Lahdenperä, A-M., Lehtinen, A., Ahokas, T., Hirvonen, H., Hatanpää, E. 2007. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2006, Hydrogeochemistry. Eurajoki, Finland. Posiva Oy. 238 p. Working Report 2007-51. 238 p.

Posiva Oy 2012-01. Monitoring at Olkiluoto a programme for the period before repository operation. Report 2012-01. Posiva Oy, Eurajoki.

Posiva Oy 2012-10. Safety case for the spent nuclear fuel disposal at Olkiluoto - Biosphere Assessment BSA-2012 Report 2012-10. Posiva Oy, Eurajoki.

Posiva Oy 2011-02. Olkiluoto Site Descpription 2011. Posiva Oy. Raportti 2011-02.

Posiva Oy 2012c. Safety Case Plan 2012. Posiva Oy Eurajoki.

Posiva Oy 2012d. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuolto Yhteenveto vuoden 2011 toiminnasta. 52 s.

Posiva Oy 2009. TKS-2009. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuolto: Selvitys suunnitelluista toimenpiteistä ja niiden valmistelusta vuosina 2010–2012. Posiva Oy.

Posiva Oy 2008. Safety Case Plan 2008. Posiva Oy, Raportti 2008-05.

Posiva Oy 2006. TKS-2006. Nuclear Waste Management of the Olkiluoto and Loviisa Power Plants: Programme for Research, Development and Technical Design for 2007-2009. Posiva Oy.

Posiva Oy 2003. TKS-2003. Nuclear Waste Management of the Olkiluoto and Loviisa Power Plants: Programme for Research, Development and Technical Design for 2004-2006. Posiva Oy.

Pradel, P. 2006. French Fuel Cycle Strategy and Partitioning and Transmutation Programme. Actinide and Fission Product Partitioning and Transmutation. Ninth Information Exchange Meeting. Nîmes, France, 25-29 September, 2006. OECD/NEA 2007. 750 s.

Pulkkanen, V-M. & Nordman, H. 2011. Effects of Bedrock Fractures on Radionuclide Transport near a Vertical Deposition Hole for Spent Nuclear Fuel. Posiva raportti 2011-3. 74 p.

Pöyry Environment Oy 2008. Ydinjätteen loppusijoituslaitoksen laajentaminen. Teemahaastattelut Eurajoen asukkaille. Lokakuu 2008.

Raiko, E. & Nordman, H. 1999. Kemiallinen myrkyllisyys käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa. Posiva Oy, Työraportti 99-18.

Ramboll Analytics Oy 2007. Olkiluodon meluselvitys 2007.

Ramboll Finland Oy 2008. Olkiluodon osayleiskaavan liikenneselvitys. 15.4.2008.

Ramboll Finland Oy 2007. Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työntekijäkysely.

Ramboll Oy 2009. Teollisuuden Voima Oyj – OL4 Natura-arviointi. 79 s.

Ramboll Oy 2007. Pikkuapollon esiintyminen Olkiluodon osayleiskaava alueella 2007.

Rantataro, J. 2001. Akustis-seismiset tutkimukset Olkiluodon läheisellä merialueella vuonna 2000. Posiva Oy, Working Report 2001-11.

Riikonen, S. 2006. Results of monitoring at Olkiluoto in 2005. Rock Mechanics. Posiva Working Report 2006-66.

Riikonen, S. 2005. Results of monitoring at Olkiluoto in 2004. Rock Mechanics. Posiva Working Report 2005-30.

Rossi, J. & Suolanen, V. 2012. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuusananlyysi. Posiva raportti 2012-71.

Saanio ym. 2012. Saanio T., Ikonen A., Keto P., Kirkkomäki T., Kukkola T., Nieminen J. & Raiko H. Loppusijoituslaitoksen suunnitelma 2012. Työraportti 2012-50. Posiva Oy.

Saari, J. & Malm, M. 2012. Local seismic network at the Olkiluoto Annual Report for 2011. Posiva Working Report 2012-29.

Saari, J. & Malm, M. 2011. Local seismic network at the Olkiluoto Annual Report for 2010. Posiva Working Report 2011-73.

Saari, J. & Malm, M. 2010. Local seismic network at the Olkiluoto site. Annual Report for 2009. Posiva Working Report 2010-33.

Saari, J. 2008. Seismicity in the Olkiluoto Area. Posiva Report 2008-04.

Saari, J. & Lakio, A. 2008. Local seismic network at the Olkiluoto site. Annual Report for 2007. Posiva Working Report 2008-39.

Saari, J. & Lakio, A. 2007. Local seismic network at the Olkiluoto site. Annual Report for 2006. Posiva Working Report 2007-55.

Saari, J. 2005. Local seismic network at the Olkiluoto site. Annual Report for 2002 2004. Posiva 2009. Olkiluoto Site Description 2008, Part 1 and Part 2. Posiva Working Report 2005-48. 2009-1.

Saramäki, J. & Korhonen, K. 2005. State of the Forests on Olkiluoto in 2004. Comparisons Between Olkiluoto and the Rest of Southwest Finland. Posiva working report 2005–39. 79 p.

SKB 2011. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. Svensk Kärnbränslehantering AB. March 2011. Technical Report TR-11-01.

Smith, P., Neall, F., Snellman, M., Pastina, B., Nordman, H., Johnson, L., Hjerpe, T. 2007. Safety Assessment for a KBS-3H repository for spent nuclear fuel at Olkiluoto – Summary report. Posiva Oy, Raportti 2007-06.

Sosiaali- ja terveysministeriö 1999. Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1. 51 s.

Stakes 2012. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi -käsikirja. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. [http://info.stakes.fi/iva/FI/index.htm] (huhtikuu 2012)

STUK 2012a. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. [http://www.stuk.fi/sateilytietoa/ihmisen_radioaktiivisuus/fi_FI/keskimaarainen_sateilyannos/] (huhtikuu 2012)

STUK 2012b. Ionisoiva säteily. [http://www.stuk.fi/sateilytietoa/mitaonsateily/fi_FI/ionisoiva/] (huhtikuu 2012)

STUK 2012c. Luonnon taustasäteily. [http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa/taustasateily/fi_FI/taustasateily/] (toukokuu 2012)

STUK 2012d. Perustietoa radonista. [http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa/radon/fi_FI/mita_radon_on/] (huhtikuu 2012)

STUK 2012e. Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus. [http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/] (toukokuu 2012)

STUK 2010. Ydinjätteiden loppusijoitus. Säteilyturvakeskus, Ohje YVL D.5, Luonnos 4, 22.9.2010.

STUK 2005. Säteilyn terveysvaikutukset. Esite.

Suolanen, V. 2012. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten riskienhallinta. VTT. Tutkimusraportti VTT-R-04653-12.

Suolanen, V., Lautkaski, R., Rossi, J., Nyman, T., Rosqvist, T., Sonninen, S. 2004. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys. Posiva Oy, Raportti 2004-04.

Suomalaisten energia-asenteet 2011. Seurantatutkimustietoa suomalaisten suhtautumisesta energiapoliittisiin kysymyksiin 1983–2011. Tutkimusraportti 29.08.2011.

Taivainen, O. 2007. Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytys-, prosessi- ja saniteettivesien tarkkailuohjelman tulosten raportti vuodelta 2006. Teollisuuden Voima Oy. 21 s.

Tamminen, P., Aro, L., Salemaa, M. 2007. Forest soil survey and mapping of vegetation nutrition on Olkiluoto Island. Results from the first inventory on FEH plots. Posiva Oy, Työraportti 2007-78.

Tanskanen, J. 2009. Laitoskuvaus 2009. Loppusijoituslaitossuunnitelmien yhteenvetoraportti. Posiva Oy. Työraportti 2009-123.

Tielaitos 1993. Asfaltti- ja murskausasemien melun leviäminen. Tielaitoksen selvityksiä 43/1993.

Tilastokeskus 2012. Kuntien avainluvut. [http://www.stat.fi/tup/kunnat/kuntatiedot/051.html] (huhtikuu 2012)

Tolppanen, P. 1998. Louhitun kiven käyttökohteet ja murskaus. Posiva Oy. Työraportti 98-40.

Tolppanen, P. & Kokko, M. 1998. Räjähdystarvikkeiden käyttö, varastointi ja kuljetus käytetyn polttoaineen loppusijoitustilojen louhinnassa. Posiva Oy, Työraportti 98 41.

TVO (Teollisuuden Voima Oyj) 2012. Säteilyseurannan tulokset vuodelta 2011, laboratoriotulosteet.

UNSCEAR 2008. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008. Report the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II.

Vaittinen et al. 2011. Hydrogeological Structure Model of the Olkiluoto site. Site – Update in 2010. Posiva Working Report 2011-65.

Vesterbacka, K. & Arvela, H. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ympäristöön pääsevän luonnon radonkaasun aiheuttamat säteilyannokset. Posiva Oy, Työraportti 98-62.

Vieno, T. & Ikonen, A. 2005. Plan for Safety Case of Spent Fuel Repository at Olkiluoto. Posiva Oy, Raportti 2005-01.

Viinikainen, T. 1998. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaaliset vaikutukset kuntalaisten näkökulmasta, haastattelututkimus. Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskus, Teknillinen korkeakoulu, Kesäkuu 1998. Posiva Oy, Työraportti 1998-59.

VTT 2009. Katsaus ydinjätehuollon tilanteeseen Suomessa ja muissa maissa. VTT tiedotteita–Research Notes 2515. Helsinki 2009.

Väisäsvaara, J., Pöllänen, J. & Sokolnicki, M. 2008. Monitoring Measurements by Difference Flow Method During the Year 2006. Drillholes OL-KR1, OL-KR4, OL-KR7, OL-KR8, OL-KR10, OL-KR14, OL-KR22, OL-KR22B, OL-KR27 and OL-KR28. Eurajoki, Finland: Posiva Oy. Working Report 2008-16. 394 p.

Ympäristöhallinnon karttapalvelu 2012. OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. [http://wwwp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp] (kesäkuu 2012)

Yrjölä 2009. Eurajoki Olkiluoto Birdlife Survey 2008. Posiva working report 2009-14. 76 p.

Liite 17 Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Selvitys loppusijoitustilojen avattavuudesta, siihen vaikuttavista tekijöistä, avaustekniikasta, avaamisen turvallisuudesta ja arvio avaamisen kustannuksista [Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva periaatepäätös 2010]

SELVITYS LOPPUSIJOITUSTILOJEN AVATTAVUUDESTA, SIIHEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ, AVAUSTEKNIIKASTA, AVAAMISEN TURVALLISUUDESTA JA ARVIO AVAAMISEN KUSTANNUKSISTA

1 Johdanto

Loppusijoituksen tarkoituksena on eristää käytetyn ydinpolttoaineen sisältämät radioaktiiviset aineet lopullisella ja turvallisella tavalla elollisesta luonnosta. Loppusijoituskapseleiden palauttaminen on kuitenkin tarvittaessa teknisesti mahdollista. Loppusijoitussuunnitelmien erityisenä lähtökohtana ei ole ollut kapseleiden palautettavuus takaisin maan pinnalle eikä suunnitelmiin näin ollen sisälly mahdollista polttoaineen palauttamista helpottavia piirteitä. On mahdollista, että tulevaisuudessa halutaan käyttää uudenlaista loppusijoitusmenetelmää tai täysin uutta tekniikkaa jätteenkäsittelyssä taikka halutaan hyödyntää tai käyttää uudelleen loppusijoitetun materiaalin raaka-aineet tai energiasisältö. Palautettavuuden ei pidä missään vaiheessa vaarantaa loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta.

Palautettavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla loppusijoitussuunnitelman ominaispiirteitä. Laadittujen suunnitelmien perusteella kapselien palauttaminen loppusijoitustiloista maanpinnalle on mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa. Loppusijoituksen toteuttaminen etenee vaiheittain, ja käyttövaiheen aikana sekä tilojen sulkemisen jälkeen jokainen työvaihe on toteutettavissa käänteisesti.

Tämä kapseleiden palautettavuutta käsittelevä selvitys perustuu ensisijaisesti ns. KBS-3V konseptiin, jossa kapselit sijoitetaan pystyreikiin. Vaihtoehtoisessa KBS-3H -konseptissa kapselit sijoitetaan pitkiin vaakasuoriin reikiin. Kun KBS-3H -ratkaisu on kehitetty sille tasolle, että sitä voidaan verrata KBS-3V -ratkaisuun, tehdään lopullinen loppusijoitustavan valinta. KBS-3H-konseptissa kapselit ovat palautettavissa käyttäen vastaavaa tekniikkaa kuin jäljempänä esitetään KBS-3V-konseptin osalta.

2 Loppusijoitustekniikka

Loppusijoituskapselit ovat massiivisia metallisäiliöitä, joiden sisäosa on pallografiittirautaa ja ulkovaippa kuparia, jonka paksuus on 50 mm. Kapseleista on suunniteltu omat mallit kaikille kolmelle Suomessa käytössä ja rakenteilla olevien laitosten polttoainetyypeille. Olkiluotoon suunnitteilla olevan laitosyksikön kapseli suunnitellaan laitostyypin selvittyä. Myös mahdollisille uusille polttoainetyypeille voidaan suunnitella vastaavat kapselit. Kapseli on mekaanisesti erittäin luja ja hyvin pitkäikäinen. Kapselin toimintakykytavoite on, että se pysyy tiiviinä satoja tuhansia vuosia. Sisäkapselin kansi on kiinnitetty pultilla, mikä helpottaa kapselin avaamista.

Kapselit siirretään hissillä kapselointilaitoksesta syvällä kallioperässä sijaitseviin loppusijoitustiloihin. Tilojen maanpintayhteyksinä toimivat ajotunneli sekä pystykuilut. Varsinaiset loppusijoitustilat koostuvat noin 25 metrin välein sijaitsevista yhdensuuntaisista loppusijoitustunneleista, joita yhdistää toisiinsa keskustunneli. Loppusijoitustunneleiden pituus on keskimäärin 300 metriä.

Loppusijoitustilojen sulkemisvaiheessa sijoitustunnelit täytetään bentoniittilohkoilla ja -pelleteillä, tai vaihtoehtoisesti bentoniitin ja murskeen seoksella. Kun loppusijoitustunneli on täytetty, sen suulle rakennetaan betoninen tulppa, joka estää täyttömateriaalia paisumasta keskustunneliin. Kun kaikki kapselit on sijoitettu loppusijoitusreikiin, täytetään loppusijoitustasolla olevat tilat ja pystykuilut. Muiden kuin loppusijoitustunneleiden täytössä ja sulkemisessa voidaan soveltaa samoja materiaaleja ja tekniikoita kuin sijoitustunneleissa siltä osin kuin se on tarkoituksenmukaista.

3 Kapseleiden palautettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Palauttamistekniikka kuvataan tässä rakentamislupahakemuksen liitteessä kolmessa eri tilanteessa: palauttaminen ennen sijoitusreiän sulkemista, palauttaminen sijoitustunnelin sulkemisen jälkeen sekä palauttaminen kaikkien tilojen sulkemisen jälkeen. Kaikki muut tilanteet kapseleiden ja loppusijoitustilojen elinkaaressa ovat johdettavissa em. tilanteista ja palauttamistekniikka vastaa jotakin esitetyistä tekniikoista.

Palautettavuuden kannalta merkityksellisiä tekijöitä ovat palauttamisen ajankohdan lisäksi mm. tiiviste- ja täytemateriaalina käytettävän bentoniitin poistaminen sekä kapseleiden lämpötilan nousun ja radioaktiivisen säteilyn huomioon ottaminen palauttamisen eri vaiheissa.

3.1 Bentoniitti

Loppusijoitusreiän pohjalle ja loppusijoituskapselin päälle tulevat bentoniittilohkot ovat kiekon muotoisia ja reunalohkot ovat muodoltaan rengasmaisia. Bentoniitti sitoo itseensä kallioperästä peräisin olevan kosteuden ja pyrkii paisumaan. Bentoniitin ominaisuudet riippuvat sen vedellä kyllästymisasteesta sekä kehittyneestä paisuntapaineesta.

Mikäli loppusijoituskapselit halutaan palauttaa, on bentoniitti pystyttävä poistamaan kapselien ympäriltä, jottei kapseli vaurioituisi noston yhteydessä. Bentoniitin poistaminen on mahdollista paineistetun suolaliuoksen avulla, jonka vaikutuksesta bentoniitin rakenne hajoaa ja muodostuva bentoniittiliete on mahdollista pumpata pois loppusijoitusreiästä. Mikäli bentoniitti olisi kontaminoitunut, on pois pumpattavaa bentoniittia käsiteltävä radioaktiivisena jätteenä.

3.2 Lämpötila

Kapselien sisältämä käytetty ydinpolttoaine tuottaa radioaktiivisen hajoamisen aiheuttamaa jälkilämpöä. Lämmöntuotannosta johtuen lämpötila kapseleita ympäröivässä bentoniitissa ja kallioperässä nousee, kun syntyvä jälkilämpö leviää johtumalla ympäröivään kallioon. Kapselien lämmönjohtavuus on yli satakertainen ympäröivään täyteaineeseen ja kallioon verrattuna, joten kapselin lämpötila nousee sitä ympäröiviä materiaaleja nopeammin.

Kapselien sijoittelu loppusijoitustilassa suunnitellaan siten, ettei kapselin lämpötila nouse yli +100 °C:n. Kapselien lämpötila on suurimmillaan (noin +95 °C) noin 20 vuotta loppusijoittamisen jälkeen. Loppusijoitustilan kallio- ja täyteaineiden maksimilämpötila, noin +65 °C, saavutetaan vajaassa vuosisadassa. Lämpötilan nousu vaikeuttaa palauttamisoperaatiota; työt hidastuvat ja kustannukset kasvavat. On arvioitu, että nykytekniikalla voidaan työskennellä ilman lämpötilan ollessa alle +70 °C ja kallion lämpötilan ollessa alle +100 °C. Kuumissa oloissa työskenneltäessä tunnelien lämpötila saadaan sopivaksi

jäähdytyksen ja ilmastoinnin avulla. Kuumien massojen käsittely on mahdollista, ja esimerkiksi tienpäällystystöissä käytettävät laitteet käsittelevät kuumempia massoja kuin loppusijoitustunnelien täytemateriaali. Työskentelyoloista korkeissa lämpötiloissa maan alla on kokemuksia monissa paikoissa mm. Etelä-Afrikassa ja Saksassa, jossa on työskennelty kaivosolosuhteissa yli +55 °C:n lämpötilassa.

3.3 Säteily

Jos kapselin pinta-annosnopeuksiksi oletetaan lasketut keskimääräiset maksimiarvot sijoitushetkellä, noin 200 mSv/h gammasäteilyä ja 15 mSv/h neutroneja, kymmenen vuotta kapselin loppusijoituksen jälkeen annosnopeudet kapselin pinnalla ovat noin 134 ja 10 mSv/h. 100 vuoden kuluttua säteilytasot ovat noin 20 ja 1 mSv/h. Tuhannen vuoden kuluttua noin 0,5 ja 0,3 mSv/h ja kymmenen tuhannen vuoden kuluttua annosnopeus on pienentynyt arvoon hieman yli 0,1 mSv/h. Säteilytyöntekijän efektiivisen vuosiannoksen raja on keskimäärin viiden vuoden aikana 20 mSv/vuosi ja maksimi vuosiannos on 50 mSv ja, joten jatkuvaa työskentelemistä kapselin vierellä mahdollisen kapselin palauttamisen yhteydessä tulee ensimmäisten vuosisatojen aikana rajoittaa. Bentoniitin poistamisen yhteydessä joudutaan työskentelemään sijoitusreiän läheisyydessä, mutta tällöin bentoniitin poistoon käytettävä suolavesiliuos suojaa työntekijöitä kapselista tulevalta suoralta ulkoiselta säteilyltä. Osa töistä voidaan tehdä kauko-ohjatusti, jolloin vähennetään työntekijöiden säteilyaltistusta. Tällaisia työvaiheita voivat olla mm. kapseleiden siirrot.

4 Palauttaminen ennen loppusijoitusreiän sulkemista

Lähtötilanteessa tarkastelussa on, että kapselia ollaan laskemassa reikään tai kapseli saattaa olla jo laskettu loppusijoitusreikään ja tartuntalaitteen ote kapselista on irrotettu. Tässä vaiheessa pitää reiän olla jo tarkastettu ja sen mukaan kelvollinen. Jos kuitenkin jostain syystä huomataan, ettei reikä ole kelvollinen tai reiässä oleva bentoniitti ei ole täysin oikein asennettu, voidaan kapseli nostaa reiästä kapselin siirto- ja asennusajoneuvolla. Kapselissa on nostoa varten ulokkeet.

Jos kapseli päätetään palauttaa maanpinnalle ennen loppusijoitusreiän sulkemista, kuljetetaan se kapselin siirto- ja asennusajoneuvolla kapselikuilun hissille ja nostetaan suoraan kapselointilaitokseen. Kapseli voidaan kuljettaa kapselointilaitokseen myös ajotunnelia pitkin. Kapselin palauttamisen työvaiheet ovat samat kuin kapselin asennuksessa, mutta tehdään käänteisessä järjestyksessä. Lähtökohtana tässä tapauksessa on, ettei reiän bentoniitti ole vielä ehtinyt paisua ja tarttua kapseliin.

5 Palauttaminen loppusijoitustunnelin sulkemisen jälkeen

Tilojen käyttövaiheessa loppusijoitustunneleita täytetään tunnelien perältä alkaen sitä mukaa kuin kapseleita asennetaan loppusijoitusreikiin. Kun loppusijoitustunneliin on asennettu kaikki siihen tulevat kapselit ja tunneli täytetty, rakennetaan tunnelin suulle betonitulppa. Ensimmäisen tunnelin sulkemisen jälkeen jatkuu tilojen käyttövaihe vielä pitkään - jopa noin 100 vuotta. Tilat ovat siis käytössä ja keskustunneli on auki.

Jos päätös kapselien palauttamisesta tehdään tilojen käyttövaiheessa, kun osa loppusijoitustunneleista on suljettu, koostuu palauttaminen loppusijoitustunnelin aukaisusta, loppusijoitusreiän aukaisusta ja kapselin poistosta. Loppusijoitustunnelin suulla oleva betonitulppa puretaan, minkä jälkeen tunnelin tyhjennys etenee vaiheittain siten, että tunnelin täyttömateriaalia poistetaan kerrallaan vain yhden loppusijoitusreiän matkalta.

Tämän jälkeen reikä avataan ja kapseli poistetaan. Seuraavaksi jatketaan täyttömateriaalin poistolla yhden loppusijoitusreiän matkalla jne. On myös mahdollista, että osa keskustunneleista on jo ehdittyä sulkea käyttövaiheen aikana. Tällöin myös keskustunnelin täyttömateriaali pitää poistaa ennen loppusijoitustunnelien avaamista.

Betonitulpan poistossa voidaan käyttää betonirakenteiden purkutöissä käytettyjä menetelmiä, esim. hydraulipiikkausta. Tunnelin täyttömateriaali poistetaan perinteisillä kaivinkoneilla. Loppusijoitustunnelin aukaisun aikana tarkkaillaan jatkuvasti loppusijoitustunnelin ilman ja täyttömateriaalin radioaktiivisuutta. Loppusijoitusreikien bentoniitin poistossa voidaan käyttää esimerkiksi suolavedellä liuottamiseen perustuvaa tekniikkaa. Kapseli poistetaan reiästä samalla tai samankaltaisella kapselin siirto- ja asennusajoneuvolla kuin se on reikään asennettukin ja nostetaan hissillä tai kuljetetaan ajotunnelia pitkin kapselointilaitokseen.

6 Palauttaminen kaikkien tilojen sulkemisen jälkeen

Kapselit voidaan haluttaessa palauttaa maanpinnalle myös loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen, eli kun kaikki kapselit on loppusijoitettu, tunnelit ja kuilut on täytetty ja tilat suljettu. Tässä vaiheessa myös kapselointilaitos on poistettu käytöstä.

Palauttamista varten rakennetaan maanpäälle tarvittaessa käytöstä poistetun kapselointilaitoksen korvaava laitos, jossa kapseleita voidaan käsitellä. Loppusijoitustilat avataan käyttäen pitkälti samoja työmenetelmiä, kuin on käytetty tiloja rakennettaessa. Tilojen louhinnan sijasta kuilut ja tunnelit avataan kaivamalla täyttömateriaali pois ja purkamalla niihin tehdyt tulpparakenteet sekä pumppaamalla pohjavesi pois. Kuilujen osalta on mahdollista myös nousuporata uudet kuilut vanhojen kuilujen aukaisemisen sijaan. Aputilat ja keskustunnelit kaivetaan auki, minkä jälkeen niihin ja ajotunneleihin ja kuiluihin, rakennetaan tarpeelliset rakenteet ja asennetaan järjestelmät, jotka korvaavat loppusijoitustoiminnan aikana tiloissa olleet rakenteet ja järjestelmät. Tilan lämpötila on loppusijoitustoiminnan aikaista lämpötilaa korkeampi ja sen vaikutukset jännitystiloihin tulisi huomioida rakenteissa. Kun tilat on rakennettu valmiiksi, noudatetaan loppusijoitustunnelien aukaisemisessa ja kapselien poistossa samoja tekniikoita, joita käytettäisiin, jos kapselit palautettaisiin tilojen käyttövaiheessa. Materiaalin lastaus ja kuljetus voidaan tarvittaessa tehdä suojatusta tilasta.

Kun kapselit on nostettu maanpinnalle, voidaan ne esimerkiksi laittaa kapselien maantiekuljetukseen soveltuvan säteilysuojan sisään ja kuljettaa haluttuun paikkaan jatkotoimenpiteitä varten. Vaihtoehtoisesti voidaan kapselit avata ja siirtää polttoaine-elementit yksitellen kuljetussäiliöihin. Kuljetussäiliöt voivat olla samanlaisia kuin säiliöt, joilla polttoaine kuljetetaan voimalaitoksilta loppusijoitusalueelle. Kuljetussäiliöitä voidaan kuljettaa maanteitse, rautateitse tai meritse.

7 Kokemuksia kapselin palauttamisesta

Kapselin palauttaminen loppusijoitusta vastaavista olosuhteista on todettu mahdolliseksi ja suunniteltu palauttamismenetelmä toteuttamiskelpoiseksi. Täyden mittakaavan kuparikapseli palautettiin onnistuneesti Äspön kalliolaboratoriossa Oskarshamnissa vuonna 2006. Kapselien palauttamiseen liittyvä tutkimus eteni neljässä vaiheessa. Aluksi tutkittiin erilaisia tekniikoita pyrkien valitsemaan referenssitekniikka. Huomion kohteena oli erilaisia mekaanisia, hydrodynaamisia, lämpöön tai jäähdytykseen perustuvia sekä sähköisiä menetelmiä. Paisuntapaineen heikentämisessä todettiin käyttökelpoisimmaksi paineistetun suolaveden käyttö. Tämän jälkeen prosessia kehitettiin ja siirryttiin täyden mittakaavan kokeisiin kalliolaboratoriossa. Kokeen avulla saatiin tutkimustietoa bentoniitin poistamisesta ja päästiin kokeilemaan kapselin palauttamista todellisissa olosuhteissa. Kapselien sisällä oli lämmittimet, mutta ei radioaktiivisia aineita.

Koe eteni siten, että vuonna 2000 kaksi luonnollisen kokoista lämmittimillä varustettua kuparikapselia sijoitettiin bentoniitilla vuorattuihin sijoitusreikiin, jotka sijaitsivat 420 metrin syvyydessä. Bentoniitin annettiin kyllästyä vedellä 5 vuotta. Bentoniitin kyllästymisvaiheen aikana kerättiin tietoa kyllästymisasteesta, lämpötilasta, paisuntapaineesta ja liikahduksista bentoniittilohkoissa. Kallio instrumentoitiin lämpötilan, jännitystilojen ja liikahdusten monitorointia varten. Lisäksi mitattiin kuparikuoren muodonmuutoksia ja kapselin lämpötilaa.

Kapselin vapauttaminen bentoniitista aloitettiin alkuvuodesta 2006. Bentoniittia poistettiin aluksi mekaanisesti, jolloin siitä voitiin ottaa näytteitä ja poistaa sisään upotetut sensorit. Kun bentoniittia oli poistettu puoleen väliin kapselia, loppuosa poistettiin liettämällä se suolavedellä. Kun kapseli oli kokonaan vapautettu bentoniitistä, se nostettiin ylös, sijoitusreikä huuhdeltiin ja vesi poistettiin reiästä.

7.1 Suolaveden käyttö bentoniitin poistamisessa

Bentoniitin poistossa ja hajottamisessa käytettävää menetelmää, jossa suolavettä ruiskutetaan bentoniitin päälle ja liete poistetaan välittömästi, kutsutaan hydrodynaamiseksi menetelmäksi. Kyseinen tekniikka perustuu kemiallis/mekaaniseen vaikutukseen, joka johtaa bentoniintin mekaanisen eheyden heikkenemiseen. Suolaliuos ja sen konsentraatio on määritetty aiemmissa kehitysprojekteissa ($CaCl_2$, 4 p-%). Kalsiumkloridin etuna on sen kyky edistää partikkeleiden hiutaloitumista natriumia sisältävässä lietteessä sekä hajottaa bentoniittia. Syntynyt liete johdetaan suoraan dekantterisentrifugiin, jossa lietteestä poistetaan vesi ja kiinteän lietteen määrää saadaan vähennettyä. Nesteen ja kiinteän aineen poistossa voidaan käyttää myös muita menetelmiä.

Poistettaessa bentoniittia kapselin ympäriltä on huolehdittava riittävästä säteilysuojauksesta. Hydrodynaamisessa tekniikassa suolaliuos tai liete toimii riittävänä suojana, edellyttäen että sitä on kapselin päällä vähintään metri.

Kokeen perusteella saatiin suolavedellä tapahtuvan bentoniitin poiston nopeudeksi noin 90 kg bentoniittia tunnissa. Se tarkoittaa sitä, että koko kapselin vapauttamiseen kuluva aika olisi noin 180 tuntia (16,5 tonnia bentoniittia: kymmenen lohkoa kapselin ympärillä ja kaksi kapselin päällä).

8 Palauttamisen kustannuksista

Palautettavuuden kustannusten arviointia vaikeuttaa erityisesti mahdollisen palauttamistapahtuman sijoittuminen ennalta määrittelemättömään ajankohtaan tulevaisuudessa. Muun muassa tekniikan kehittyminen vaikuttaa kustannusten suuruuteen, ja tehtäville kustannusarvioille on jätettävä suurehkot virhemarginaalit.

Palauttamisen kustannukset riippuvat vahvasti palauttamisajankohdasta, sillä kustannukset kasvavat portaittain tiloja suljettaessa. Mikäli kapseli päätetään palauttaa maan pinnalle ennen sijoitusreiän sulkemista, kestää työ arviolta päivän ja siitä aiheutuvat kustannukset ovat vähäiset.

Yhden täytetyn sijoitustunnelin avaaminen ja siinä olevien kapseleiden palautus maan pinnalle on arvioitu kestävän noin 500 päivää ja se tulisi maksamaan arviolta 5 milj. euroa. Palauttamisen kapselikohtainen kustannus olisi tällöin noin 167 000 euroa.

Yhden yksittäisen loppusijoitustunnelin kapseleiden palauttamisen on arvioitu kestävän noin 70 kk tilanteessa, jossa loppusijoituslaitos on jo poistettu käytöstä. Kuilun, ajokaistan ja keskustunnelin avaamisen sekä loppusijoitustunnelin tyhjentämisen ja kapselien palauttamisen kustannuksiksi on tällöin arvioitu 27 milj. euroa.
Mikäli kaikki kapselit päätetään palauttaa maan pinnalle tilojen sulkemisen jälkeen, voidaan työn kustannusten arvioida olevan 30 %–50 % loppusijoitustilojen rakentamis-, käyttö- ja sulkemiskustannuksista.

9 Yhteenveto

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on turvallisuusanalyyseissä osoitettu turvalliseksi ratkaisuksi. Tilojen avaaminen ja polttoainekapseleiden palauttaminen on kuitenkin mahdollista, mikäli kehittyvä tekniikka tekee sen tarkoituksenmukaiseksi. On mahdollista, että tulevaisuudessa halutaan käyttää uudenlaista loppusijoitusmenetelmää tai täysin uutta tekniikkaa jätteenkäsittelyssä tai halutaan hyödyntää tai käyttää uudelleen loppusijoitetun materiaalin raaka-aineet tai energiasisältö. Loppusijoitetun ydinpolttoaineen palauttaminen maan pinnalle on teknisesti toteutettavissa loppusijoitustilojen käyttövaiheessa ja tilojen sulkemisen jälkeen.

Äspössä tehdyllä täyden mittakaavan kapselinpalautuskokeella ja laboratoriomittakaavan testeillä on osoitettu, että kapselin palautus on mahdollista ja menetelmä on toteutuskelpoinen. Lisäksi osoitettiin, että pystytään rakentamaan laite, jolla kapseli vapautetaan paisuneesta bentoniitista. Jos kapseleiden palauttamiseen päädytään, laitteen rakentamiseen ja demonstroimiseen tulee varata riittävästi aikaa ennen palauttamisen aloittamista.

Kapselien palauttamisen kustannusten arvioiminen on haasteellinen tehtävä, sillä kustannukset riippuvat palauttamisajankohdasta. Palauttaminen on sitä kalliimpaa, mitä pidempi aika loppusijoittamisesta ja tilojen sulkemisesta on kulunut. Mikäli kapseli palautetaan maan pinnalle ennen sijoitusreiän sulkemista, kustannukset ovat vähäisiä. Kaikkien tilojen sulkemisen jälkeen työn voidaan kustannusten arvioida olevan 30 %–50 % loppusijoitustilojen rakentamis-, käyttö- ja sulkemiskustannuksista.

AJYH 3
PL 50
PIK 1
-437
AJYH 3
PL 30

Liite 18 Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Selvitys ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön sekä turvallisesta toteuttamisesta niin, että vaarallisten aineiden kuljetuksista annetun lain (719/1994) sekä sen nojalla annettujen säännösten vaatimukset tulevat täytetyiksi [Posivan loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva periaatepäätös 2010]

KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN KULJETUSTEN RISKIENHALLINTA

Sisällysluettelo

JOHDANTO....4
1 Turvallisuusohjeet käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa....4
1.1 Kansainväliset ohjeet....4
1.1.1 IAEA:n ohjeet säteilytetyn polttoaineen kuljetuksille....4
1.1.2 IMDG-säännöstö vaarallisten tavaroiden kuljetukseen merellä....6
1.2 Kansalliset ohjeet....7
1.2.1 Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeet....7
1.2.2 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä....8
1.2.3 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautateillä....8
2 Kuljetusjärjestelyt....8
2.1 Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn polttoaineen siirto välivarastosta Olkiluodon kapselointilaitokselle....8
2.2 Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen kuljetus Olkiluodon kapselointilaitokselle....9
2.2.1 Tyhjien kuljetussäiliöiden takaisinkuljetus....9
2.3 Kuljetuskaluston kuvaus....9
2.3.1 Maantiekuljetus....9
2.3.2 Merikuljetus....10
2.3.3 Rautatiekuljetus....11
2.4 Kuljetussäiliöt....11
2.5 Polttoainetyypit ja ominaisuudet....14
2.5.1 Nipputyypit....14
2.5.2 Palama....15
2.5.3 Kuljetettavat polttoainemäärät....16
2.6 Aikataululliset tekijät....17
3 Reitteihin liittyvät tarkastelut....17
3.1 Reittivaihtoehdot....17
3.2 Säteilyannokset....21
3.2.1 Normaalikuljetuksista....21
3.2.2 Liikenteellisistä onnettomuuksista....34
3.3 Tuloskooste ja päätelmät....36
4 Yhteenveto....38
LÄHDEVIITTEET....39

JOHDANTO

Tutkimus käytetyn polttoaineen kuljetusten riskeistä on tehty Posiva Oy:n tilauksesta Teknologian tutkimuskeskus VTT:n ydinenergian osaamiskeskuksessa. Tämä tutkimus päivittää ja täydentää aiempaa vuoden 2004 saman aihepiirin tutkimusta (POSIVA 2004-04). Tutkimuksessa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia koskevat käytännön järjestelyt, turvallisuusvaatimukset sekä riskienhallinnan näkökulma ovat säteilyvaikutusten analysoinnin lisäksi aikaisempaa esitystä kattavammin esillä.

Tutkimuksessa tarkastellaan käytetyn ydinpolttoaineen normaaleja kuljetustilanteita – siirtokuljetuksia Olkiluodon välivarastosta sekä kuljetuksia Loviisan ydinvoimalaitokselta Olkiluodossa sijaitsevalle kapselointilaitokselle. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan eri reittivaihtoehtoihin ja kuljetusmuotoihin liittyviä säteilyvaikutuksia henkilöstölle ja väestölle.

Kuljetuksiin voidaan ajatella liittyvän säteilystä aiheutuvia terveydellisiä riskejä sekä liikenteellisiä ja erilaisista häiriöistä, kuten teknisistä vikatilanteista tai tulipalotilanteista aiheutuvia riskejä. Näiden eri riskitekijöiden merkittävyyttä pohditaan tutkimuksessa riskienhallinnan näkökulmasta.

Potentiaalisesti vaarallisten aineiden ja tavaroiden kuljetuksiin julkisilla teillä tai merialueilla liittyy lakiperusteisia kansainvälisiä ja kansallisia säädöksiä ja ohjeita, joihin luodaan tutkimuksessa katsaus. Näitä ovat Kansainvälisen Atomienergiajärjestön (IAEA), Kansainvälisen merenkulun järjestön (IMO) ja Säteilyturvakeskuksen (STUK) säännökset ja ohjeet sekä valtioneuvoston vahvistamien kuljetusten turvallisuuden varmistamiseen liittyvät lait.

Käytännön toteutusvaihtoehtoja eri kuljetusmuodoissa, käytetyn polttoaineen kuljetussäiliötyyppejä, polttoaine-elementtityyppejä, kuljetusmääriä sekä aikataulullisia tekijöitä tarkastellaan myös.

Raportin lopun koosteosuudessa verrataan säteilyturvallisuuden kannalta eri reittejä ja kuljetusmuotoja keskenään sekä toisaalta luonnon taustasäteilyn aiheuttamaa altistusta vasten.

1 Turvallisuusohjeet käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa

1.1 Kansainväliset ohjeet

1.1.1 IAEA:n ohjeet säteilytetyn polttoaineen kuljetuksille

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (International Atomic Energy Agency, IAEA) määrittelee kuljetuspakkaukselta vaadittavat ominaisuudet pakkauksen sisältämän aineen aktiivisuuden ja säteilyominaisuuksien perusteella (IAEA, 2009). Lisäksi pakkauksen tulee lujuusteknisesti kestää kuljetusympäristön potentiaaliset kuormitukset.

[1)] normaaleilla kuljetusolosuhteilla tarkoitetaan olosuhteita, joissa kuljetussäiliöön kohdistuu vain suhteellisen vähäisiä kuormituksia ja että kuljetussäiliö pysyy tiiviinä pitkäkestoista nestesuihkua tai sadevettä vastaan. Kuljetussäiliön tulee normaaliolosuhteissa kestää matalaa pudotusta vastaava käsittelyhäiriö ilman törmäysvaimentimia sekä ulkopintaan kohdistuva raskas paikallinen kuormitus.

Reaktorissa säteilytetyn, käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksessa on käytettävä lujarakenteista, valurautaa tai terästä olevaa ns. B(U)-tyypin kuljetussäiliötä. B-tyypin kuljetussäiliöt on suunniteltu säilyttämään riittävä säteilysuojaus ympäristölle ja suojatila polttoaineelle myös vakavissa liikenteellisissä kuljetusonnettomuustilanteissa.

Säteilyn annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella ei saa ylittää (IAEA, 2009):

- 10 mSv/h missään säiliön ulkopinnalla ja annosnopeus pinnalla saa ylittää arvon 2 mSv/h vain edellyttäen, että
  - kuljetusvälineessä on kuljetussuoja, joka normaaliolosuhteissa estää ulkopuolisten henkilöiden pääsyn suojan sisälle
  - on varmistettu kuljetussäiliön pysyminen paikallaan kuljetuksen aikana
  - polttoainenippujen lataaminen tai poistaminen ei tapahdu kuljetuksen aikana
- 2 mSv/h missään pisteessä kuljetusvälineen ulkopinnalla tai avoimen kuljetuksen tapauksessa kuljetusvälineen ulkoreunoille kuvitelluilla pystysuorilla projektiolevyillä
- 0,1 mSv/h missään kohdassa 2 m etäisyydellä kuljetusvälineestä tai avoimen kuljetuksen tapauksessa 2 m etäisyydelle kuljetusvälineestä kuvitellulla pystysuorilla projektiolevyillä.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksessa käytettävä säiliö ulottuu esimerkiksi maantiekuljetuksessa lähes kuljetusvälineen reunoille, joten käytännössä säteilyn annosnopeuden kuljetussäiliön ulkopinnalla ei tulisi ylittää arvoa 2 mSv/h.

Säiliön pintakontaminaatiosta aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm^2 ja eräille radionuklideille 0,4 Bq/cm^2.

IAEAn vaatimusten mukaisesti kuljetussäiliön tulee kestää normaaleissa[1)] kuljetusolosuhteissa (kuva 1):

- vesisuihku tunnin ajan
- pudotus 0,3–1,2 m:n korkeudelta peräänantamattomalle alustalle
- säiliön painoon nähden viisinkertainen levykuorma
- tunkeumatesti, jossa 6 kg:n terästanko pudotetaan 1 m:n korkeudelta säiliön sivuseinämää kohti.

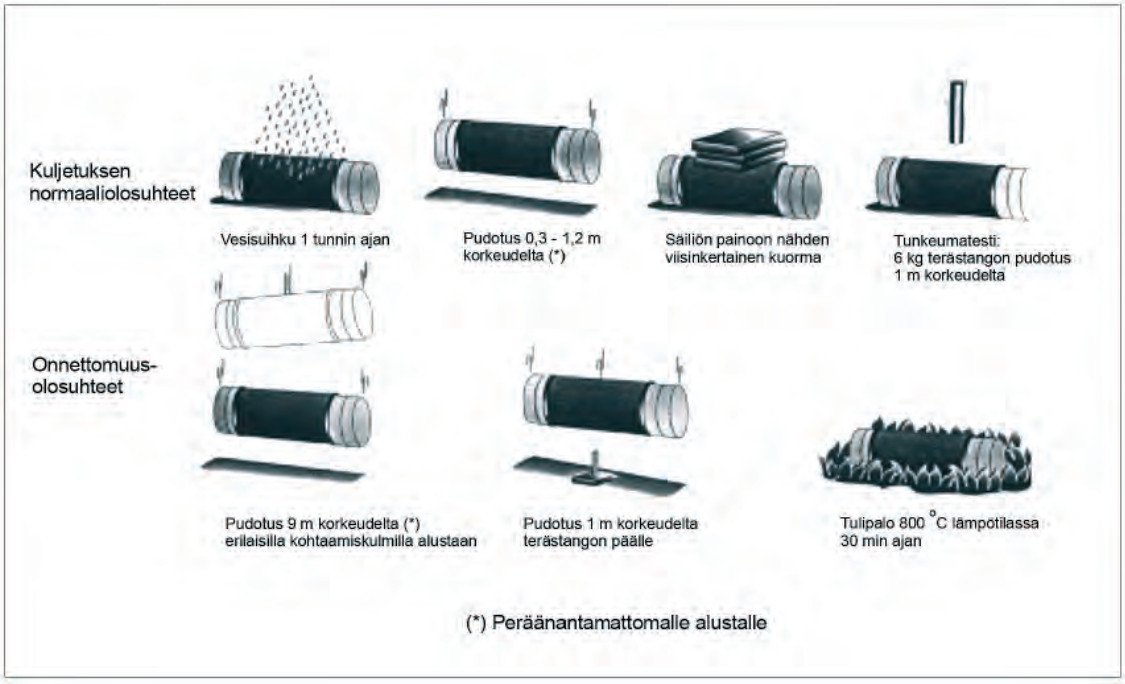
Edellä mainittuun pudotustestiin liittyen tulee riskien arvioinnissa kiinnittää huomiota ilman törmäysvaimentimia tehtävien nostojen turvallisuuteen, esim. Olkiluodon siirtokuljetuksissa käytetyn polttoaineen välivarastolta kapselointilaitokselle. Nostojen epäonnistuessa kuljetussäiliön rakenne säilyy ehyenä, mutta törmäyskohteelle saattaa aiheutua vaurioita.

Liikenteellisten onnettomuuksien tai poikkeuksellisten kuormitusten varalta törmäysvaimentimin[2)] varustetun käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliön tulee täyttää huomattavasti tiukemmat vaatimukset eli sen tulee kestää mm.:

- pudotus peräänantamattomalle alustalle seurauksiltaan epäedullisimmalla kohtaamiskulmalla 9 m:n korkeudelta
- pudotus halkaisijaltaan 0,15 m:n terästangon päälle 1 m:n korkeudelta
- lammikkopalon kuumennus vähintään 30 minuutin ajan, kun liekit koskettavat säiliön koko pintaan ja niiden lämpötila on 800 °C
- upotus 200 m:n syvyyteen vähintään tunnin ajaksi.

[2)] julkisilla teillä kuljetettaessa tule käyttää törmäysvaimentimia, jotka asennetaan kuljetussäiliön päätyihin.

Poikkeustilanteisiin liittyvät testit pyrkivät kattamaan mahdollisten onnettomuustilanteiden synnyttämät mekaaniset ja termiset kuormitukset, kuten törmäysten aiheuttamat säiliöön kohdistuvat iskut ja palavia nesteitä kuljettavan ajoneuvon tulipalon. Lisäksi on otettava huomioon, että todellisuudessa kohde ei ole peräänantamaton. Yhdeksän metrin pudotuskokeessa kuljetussäiliö saavuttaa iskeytymishetkellä lähes nopeuden 50 km/h, mikä käytännön onnettomuustilanteissakin on mahdollinen törmäysnopeus toiseen ajoneuvoon tai esteeseen. Kuljetussäiliöissä olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä.



Kuva 1. *Kuljetussäiliötyyppien käyttöluvan edellyttämät testit. Upotustestejä ei ole kuvassa esitetty*

1.1.2 IMDG-säännöstö vaarallisten tavaroiden kuljetukseen merellä

Potentiaalisesti vaaralliseksi luokiteltavien tavaroiden tai aineiden merikuljetuksia koskevat säännöt on esitetty IMDG-säännöstössä (International Maritime Dangerous Goods Code). Säänöstön kehitystyö sai alkunsa vuonna 1960 järjestetyssä Safety of Life at Sea (SOLAS) konferenssissa, jonka julkilausumana eri maita suositeltiin omaksumaan yhtenäinen kansainvälinen säännöstö vaaralliseksi luokiteltavien tavaroiden merikuljetuksissa. Kansainvälisen merenkulun järjestön (International Maritime Organization, IMO) työryhmä alkoi valmistella IMDG-säännöstöä vuonna 1961 tiiviissä yhteistyössä Yhdistyneiden kansakuntien (YK) alaisen asiantuntijakomitean kanssa. IMDG-säännöstön käyttöönotto vahvistettiin IMO:n kokouksessa vuonna 1965.

IMDG-säännöstössä vaaralliset aineet on jaettu eri luokkiin, joiden järjestysnumero ei kuitenkaan tarkoita ko. aineen vaarallisuusindeksiä. Radioaktiivisia aineita käsittelevät säännöt kuuluvat luokkaan seitsemän (Class 7). IMDG-säännöstössä annetaan yleisesti perusperiaatteita sekä yksityiskohtaisia suosituksia aineisiin, tavaroihin ja hyviin kuljetuskäytäntöihin, kuten pakkaamiseen, merkitsemiseen, säilyttämiseen, erotteluun ja käsittelyyn sekä pelastuspalvelutoimintaan liittyen.

Säteilytettyä polttoainetta kuljetettaessa on huomioitava mm. seuraavat seikat:

- kuljetusajan minimointi
- kuljetussäiliön siirtojen minimointi
- vaurioiden estäminen ja kestokyky
- tulipalojen torjunta
- lämpötilan valvonta ruumassa
- rakenteelliset tarkastelut (eheys, kestävyys)
- turvajärjestelyt
- sähkönsaanti
- säteilysuojeluvälineet
- johtaminen, koulutus ja pelastusvalmius.

1.2 Kansalliset ohjeet

1.2.1 Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeet

Ydinaineen ja ydinjätteen kuljetukset ovat ydinenergialain tarkoittamaa ydinenergian käyttöä. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia koskevat siten ydinenergialainsäädännön turvallisuusperiaatteet. Ydinenergia-asetuksen mukaan kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun Säteilyturvakeskus (STUK) on todennut, että kuljetusjärjestelyt, turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimukset. STUK käsittelee ydinaineen kuljetuksia YVL-ohjeissa 6.21, 6.4 ja 6.5. Nämä ohjeet ollaan korvaamassa uudella, kaikki edellä mainitut ohjeet sisältävällä YVL D.2-ohjeella.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus edellyttää Säteilyturvakeskuksen myöntämää kuljetuslupaa. Lupahakemuksen ohella luvanhakijan on toimitettava Säteilyturvakeskukselle kuljetussuunnitelma ja kuljetusten turvasuunnitelma hyväksyttäväksi. Lisäksi, koska käytetyn polttoaineen kuljetussäiliön aktiivisuussisältö ylittää 1000 TBq, on Säteilyturvakeskukselle laadittava kuljetuksista myös valmiussuunnitelma. Kuljetuslupahakemus sekä kuljetus-, turva- ja valmiussuunnitelma on toimitettava Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi vähintään kolme kuukautta ennen suunniteltua kuljetusta.

Kuljetussuunnitelmassa toiminnanharjoittajan on esitettävä, miten kuljetusjärjestelyt toteutetaan kuljetuksia koskevien säännöstöjen sisältämien vaatimusten mukaisesti. Kuljetusten turvasuunnitelmasta on käytävä ilmi miten YVL-ohjeen mukaiset turvavaatimukset toteutetaan. Valmiussuunnitelmassa varaudutaan ja selvitetään mm. toimenpiteet mahdollisissa onnettomuustilanteissa, joissa radioaktiivisia aineita voisi vapautua ympäristöön sekä erityistilanteista aiheutuvia säteilyannoksia kuljetuksen henkilöstölle ja väestön yksilölle.

Kuljetuksen turvallinen eteneminen ja perille pääsy on kuljetusluvanhaltijan vastuulla. Lähettäjä toimittaa vastaanottajalle kuljetukseen liittyvät tarvittavat tiedot ja pyytää vastaanottajaa vahvistamaan kuljetuksen saapuminen.

Kuljetuksen tulee tieliikennelain rajoitukset huomioon ottaen edetä mahdollisimman nopeasti ja käytetyn polttoaineen siirtoja kuljetusvälineiden ja tilapäisten varastojen välillä on oltava mahdollisimman vähän. Luvanhaltijan on tehtävä kuljetustoimintaansa koskeva ajantasainen riskianalyysi.

Säteilyturvakeskus valvoo ja toimii mm. yhteistyössä pelastusviranomaisten ja poliisin kanssa kuljetusten turvallisuuden varmistamiseksi.

Yksityiskohtaisemmat ohjeet kuljetuksiin liittyvistä vaatimuksista, lupahakemuksista ja edellytettävien suunnitelmien sisällöstä on esitetty Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeissa.

1.2.2 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä

Valtioneuvoston asetus (194/2002), liikenne- ja viestintäministeriön asetus (369/2011) ja laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994) antavat yleiset säädökset maantiekuljetuksiin. Säädökset käsittelevät pakkauksia, säiliöitä, kuljetusajoneuvoja ja -yksiköitä, reittirajoituksia sekä asiakirjoja.

Asetuksen 369/2011 liite pohjautuu IAEA:n suosituksiin radioaktiivisten aineiden osalta ja niiden osalta valvova viranomainen Suomessa on STUK. Kuljetuslupahakemuksen käsittelyn jälkeen STUK voi myöntää kuljetusluvan, joka voi perustua ulkomaisen toimittajan esittämään turvallisuusanalyysiin kuljetussäiliön turvallisuudesta.

1.2.3 Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautateillä

Valtioneuvoston asetus (195/2002), liikenne- ja viestintäministeriön asetus (370/2011) ja laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (719/1994) antavat yleiset säädökset pakkaustyypeistä, säiliöistä ja vaunuista sekä vaatimustenmukaisuuden osoittavien asiakirjojen säilyttämisestä.

Asetuksen 370/2011 liite pohjautuu IAEA:n suosituksiin. Säteilyturvakeskus voi myöntää radioaktiivisten aineiden kuljetukseen hakemuksesta yksittäistapauksissa tarpeelliseksi katsomillaan ehdoilla poikkeuksia asetuksen säädöksiin.

2 Kuljetusjärjestelyt

2.1 Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn polttoaineen siirto välivarastosta Olkiluodon kapselointilaitokselle

Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevassa käytetyn polttoaineen välivarastossa (KPA-varasto) niput lastataan siirtosäiliöön ja säiliö suljetaan kiinnittämällä kannet. Säiliö nostetaan kuljetustelineenä toimivalle pukkilavetille ja kuljetetaan siirtoajoneuvon avulla laitosalueelle linjattua tieä pitkin läheiselle kapselointi¬laitokselle. Siirtokuljetuksia varten tehdään KPA-varaston ja kapselointilaitoksen välille erillinen siirtotie, joka ei ole yhteydessä ydinvoimalaitokselle johtavaan pääreittiin. Polttoainesäiliön lyhytkestoinen kuljetus tapahtuu kuten laitosalueen valvottu siirtokuljetus alhaisella, enintään noin 30 km/h nopeudella, jolloin törmäysvaimentimien käyttäminen kuljetussäiliössä ei olisi turvallisuuden takia välttämätöntä. Säteilyturvakeskus arvioi vaadittavat toimenpiteet. Siirtokuljetuksen aikana siirtotie voidaan eristää muulta liikenteeltä, jolloin esimerkiksi vastaantulevaa liikennettä ei ole.

Kapselointilaitoksen vastaanottotilassa säiliö nostetaan ajoneuvosta ja siirretään kapselien kuljetuskäytävään jatkokäsittelyyn tai se jää vastaanottohallin puskurivarastoon odottamaan myöhempää käsittelyä.

Kuljetussäiliön nostoissa kapselointilaitoksen vastaanottotilassa ja säiliön telakoimisessa nippujen käsittelytilaan on varmistettava, että kapselointilaitoksen rakenteet kestävät säiliön oman painon, mahdollisen kaatumisen tai putoamisen aiheuttamat kuormat. Nämä analyysivaiheet kuuluvat kapselointilaitoksen erillisiin analyyseihin.

Käyttöhenkilöstön altistuminen säteilylle tapahtuu merkittävimmin kuljetussäiliön käsittelyvaiheissa välivarastolla ja kapselointilaitoksella. Kuljetuksen aikana välivarastolta kapselointilaitokselle säteilyaltistus on suhteellisesti vähäistä.

2.2 Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen kuljetus Olkiluodon kapselointilaitokselle

Loviisan ydinvoimalaitoksella säteilytetty ja reaktorista poiston jälkeen vähintään 20 vuotta jäähtynyt käytetty polttoaine lastataan käytetyn polttoaineen välivarastolla kuljetussäiliöön. Säiliö suljetaan kiinnittämällä kannet ja nostetaan joko erilliselle alustalle tai kuljetus- tai siirtoajoneuvon lavetille ja lukitaan. Kuljetussäiliön päätyihin asennetaan törmäysvaimentimet.

Laitokselta polttoaine kuljetetaan pääkuljetusmuotona tarkastellen maanteitse, rautateitse tai meritse Olkiluodossa sijaitsevalle kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Maantiekuljetusvaihtoehdossa kuljetussäiliö viedään suoraan Olkiluotoon. Rautatiekuljetusvaihtoehdossa kuljetussäiliö viedään ensin maanteitse Loviisan lastauspaikalle, josta junalla Lahden kautta lähellä Raumaa sijaitsevalle purkupaikalle ja sieltä edelleen maanteitse kapselointilaitokselle. Merikuljetusvaihtoehdossa kuljetussäiliö viedään erikoisvarustellulla laivalla joko suoraan laitokselta Olkiluodossa sijaitsevaan satamaan tai Loviisan Valkon satamasta Olkiluotoon. Mikäli merikuljetus lähtee laitokselta, voidaan kuljetussäiliöt siirtää pukkilaveteilla laitokselta laivan ruumaan. Valkon satamaan kuljetussäiliö kuljetettaisiin laitokselta Saaristotietä ja Loviisan keskustan kautta.

Olkiluodon vastaanottosatamasta kuljetussäiliöt voidaan siirtää pukkilaveteilla satamasta kapselointilaitoksen vastaanottotilaan.

Merikuljetuksessa todennäköisin ja taloudellisesti optimoitu tapa olisi kuljettaa laivalla 4 kuljetussäiliöllistä käytettyä ydinpolttoainetta kerralla Loviisasta Olkiluotoon (Koskivirta, 2012). Maantiekuljetus on edullinen ja joustava tapa kuljettaa tyhjät kuljetussäiliöt takaisin Loviisan voimalaitokselle.

2.2.1 Tyhjien kuljetussäiliöiden takaisinkuljetus

Olkiluodon kapselointilaitokselta takaisin Loviisan ydinvoimalaitokselle palautettavat kuljetussäiliöt sisältävät radioaktiivista vettä (märkäkuljetus) tai säiliön ja kansiosan sisäpinnoilla voi olla radioaktiivisia hiukkasia (kuivakuljetus). Alustavien suunnitelmien mukaan kontaminoituneen veden ja säiliön sisäpintojen puhdistaminen tapahtuisi Loviisan ydinvoimalaitoksella erillisellä dekontaminointijärjestelmällä.

Kuljetussäiliön sisäpuolinen kontaminaatio ei aiheuta merkittävää säteilyaltistusta väestölle säiliön paksujen, säteilyä tehokkaasti vaimentavien terässeinämien ulkopuolella.

Ennen kuin palautuskuljetus lähtee Olkiluodosta, tulee kuitenkin mitata myös mahdollinen säiliön ulkopuolinen kontaminaatiotaso. Tarvittaessa kuljetussäiliö tulee puhdistaa ulkopuolisilta pinnoiltaan radioaktiivisista hiukkasista. Palautuskuljetusajoneuvossa tai saattokuljetuksena on hyvä olla säteilysuojeluhenkilö tai -henkilöstöä varmistamassa säteilyturvallisuus myös tyhjän säiliön kuljetuksen aikana.

Käytännön kuljetusjärjestelyjä, kuljetuskalustoa sekä kuljetussäiliövaihtoehtoja on laajemmin kuvattu toteutustapaselvityksessä (Koskivirta, 2012).

2.3 Kuljetuskaluston kuvaus

2.3.1 Maantiekuljetus

Loviisan laitokselta maanteitse tapahtuvissa kuljetuksissa käytetyn polttoaineen säiliö voitaisiin kuljettaa vaaka-asennossa esimerkiksi 4 m tai 4,5 m kuormankorkeudella. Erikoiskuljetukselle laissa asetettu suurin korkeus maasta mitattuna on kuitenkin 4,4 m. Tässä on otettu huomioon varmuusväli alikulkujen todellisiin korkeuksiin maasta.

Kuljetuskalusto muodostuisi vetoauton ja lavetin yhdistelmästä. Tieliikennelain säädös (1715/1992) asettaa rajoituksia akseleille kohdistuviin massoihin (akselipainot) ja kuljetusnopeuksiin. Käytetyn polttoaineen kuljetus toteutettaisiin erikoiskuljetuksena, jolloin suurin sallittu kuljetusnopeus on 60 km/h, kun neljällä renkaalla varustettuun akseliin kohdistuva massa on suurempi kuin 13 tonnia.

Kuljetussäiliö pitää kiinnittää ja lukita kuljetusalustaan. Tämä voidaan toteuttaa tarkoitusta varten suunnitellulla kuljetuskehdolla.

2.3.2 Merikuljetus

Säteilytetyn polttoaineen merikuljetukseen tarkoitetussa aluksessa tulee olla turvallisuutta varmistavia teknisiä ratkaisuja, kuten kaksoispohjarakenne uppoamisen estämiseksi mahdollisen karilleajon seurauksena. Lisäksi siinä tulee olla esimerkiksi lastitilan lämpötilan valvonta- ja hallintalaitteistot, kehittyneet viestilaitteet ym. tiettyjä turvallisuutta lisääviä ominaisuuksia.

Ruotsalainen m/s Sigyn on jo vuosia tehnyt polttoainekuljetuksia Itämerellä ja SKB:n tilaamaa m/s Sigridiä voidaan pitää turvallisuustasoltaan vielä kehittyneempänä aluksena (kuva 2). Sen suunnittelutietoina on annettu: pituus 99,5 m, leveys 18,6 m, kuollut paino 1 600 t, syväys noin 4,5 m ja matkanopeus 12 solmua. Lastauskapasiteettina kerralla 12 kuljetussäiliötä. m/s Sigrid on tarkoitus luovuttaa tilaajalle vuonna 2013.

Kuva 2. *Erityisvarusteltu m/s Sigrid polttoainekuljetuksiin soveltuen (SKB).*

2.3.3 Rautatiekuljetus

Rautateitse tapahtuva käytetyn polttoaineen kuljetus toteutetaan normaalisti erikoisvalmisteisilla vaunuyksiköillä, joihin kuljetussäiliöt voidaan kiinnittää luotettavasti pystytai vaaka-asentoon. Kuljetussäiliöiden nostoissa kuljetusajoneuvosta junavaunuihin ja toisin päin täytyy noudattaa huolellisuutta, koska raskas kuljetussäiliö pudotessaan todennäköisesti vaurioittaisi junavaunun rakenteita. Kuljetussäiliön rakenne säilyisi ehyenä, ainoastaan ulkopuolisten jäähdytysripojen vioittumista tms. pintavaurioita saattaisi tapahtua. Luvitetut kuljetussäiliöt on tyyppihyväksyttyjä ja niiden tulee mm. kestää vaurioitumatta pudotus korkeudelta 9 m kovalle alustalle.

Kuljetussäiliön sisällä polttoainenippujen sauvat ja niiden suojakuoret kuitenkin vioittuvat mahdollisesti, mikäli säiliö putoaa noston aikana. Mahdollisten sauvavaurioiden seurauksena radioaktiivisia aineita vapautuisi sauvoista säiliön sisälle kontaminoiden säiliön. Säiliön purkaminen, polttoaineen poistaminen ja säiliön puhdistaminen vaatisi erikoistoimenpiteitä kapselointilaitoksella.

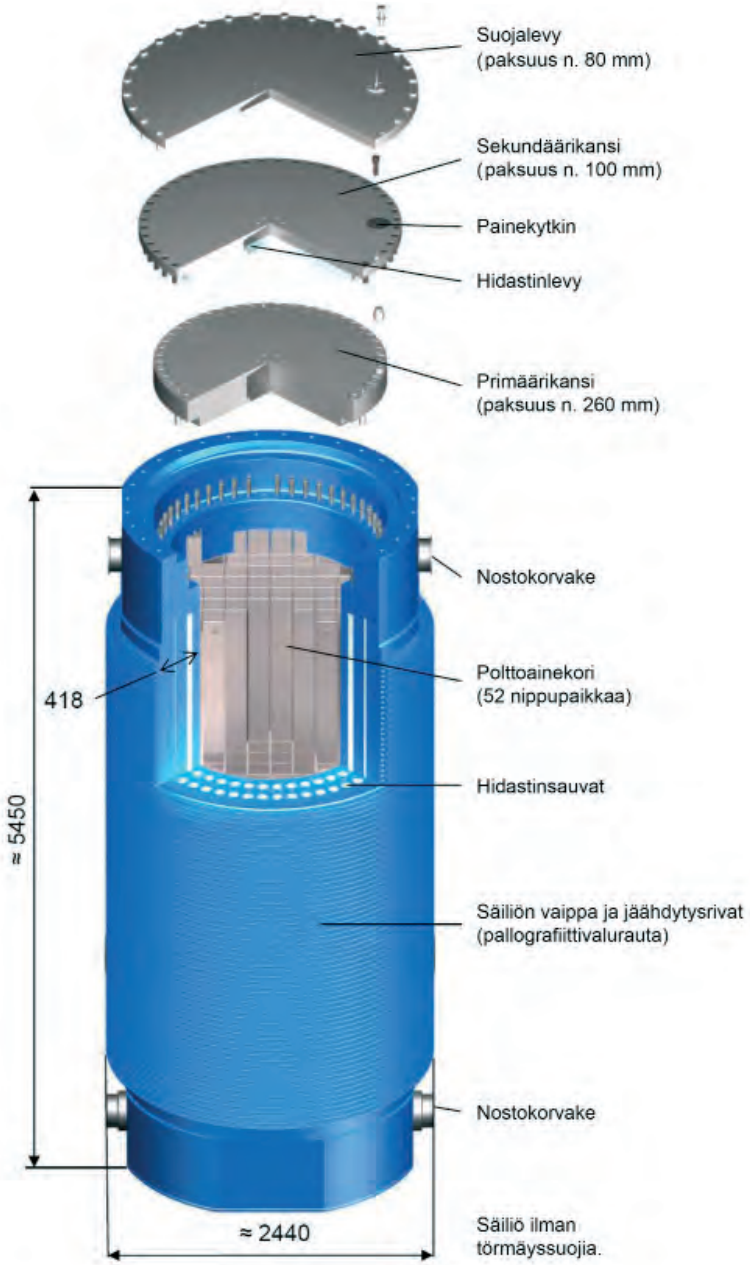
Noston epäonnistuminen aiheuttaisi joka tapauksessa viivästymistä ja ylimääräistä säteilyaltistusta nostoon osallistuvan henkilöstön jäsenille vaikkei rakennevaurioita syntyisikään.

VVER-polttoaineen kuljetuksista junalla on Suomessa kokemusta aiemmilta vuosilta. Nämä rautatiekuljetukset sujuivat hyvin.

2.4 Kuljetussäiliöt

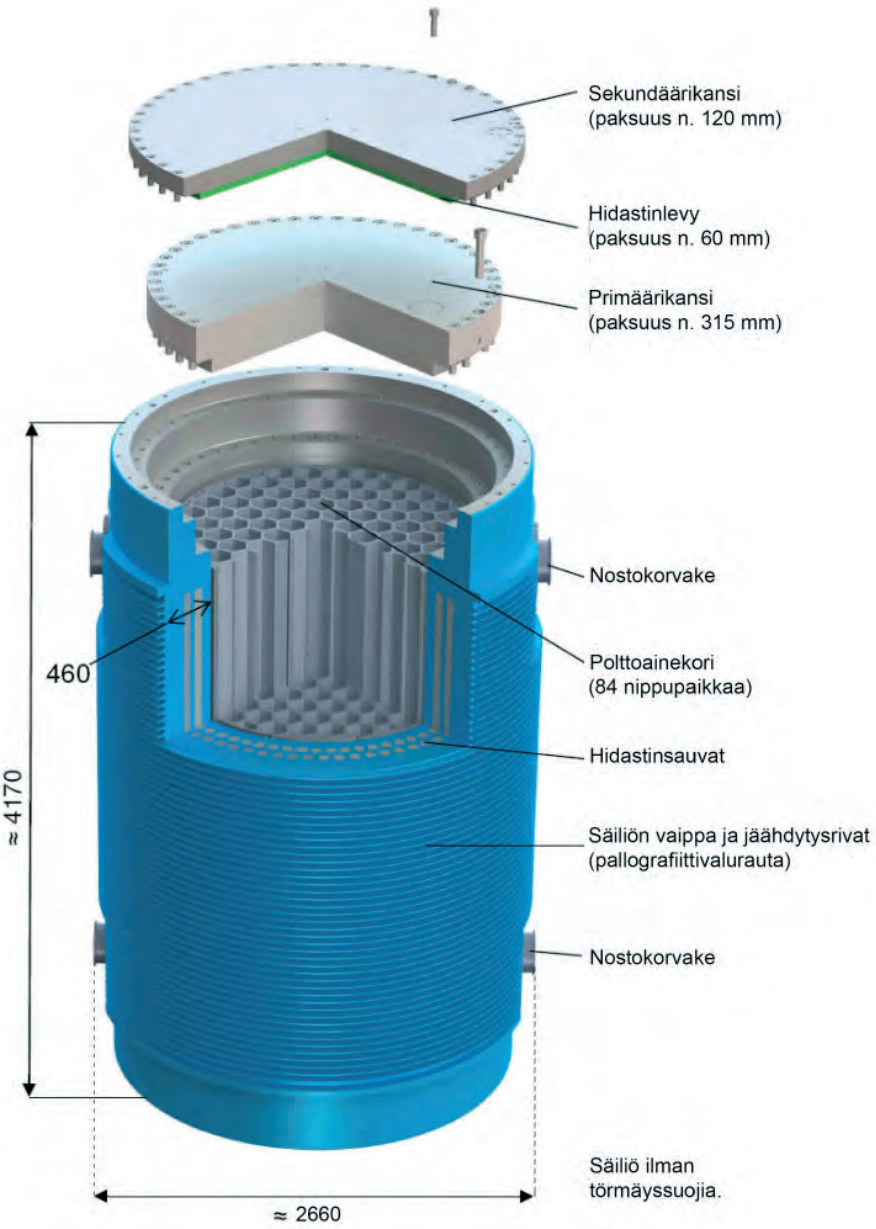
Kuljetuksissa käytettävien säiliöiden tulee täyttää IAEA:n turvallisuusvaatimukset säteilytetyn korkea-aktiivisen polttoaineen kuljettamiseksi. Säiliötyyppien osalta on monia eri mahdollisuuksia riippuen mm. siitä, toteutetaanko kuljetus kaasujäähdytteisenä vai vesijäähdytteisenä. Kaasujäähdytteisessä säiliössä voidaan täytekaasuna käyttää alipaineista heliumia.

Yleisemmin käytössä ovat CASTOR-tyyppiset kuljetussäiliöt, jotka on luvitettu käytetyn polttoaineen kuljetuksiin soveltuviksi. Suomen ydinvoimalaitoksilla tällä hetkellä käytössä oleville Olkiluodon BWR-nipuille ja Loviisan VVER-nipuille on tarjolla esimerkiksi soveltuvat CASTOR-kuljetussäiliöt (kuvat 3 ja 4 säiliöiden teknisine tietoineen). Säiliön runko on pallografiittirautaa ja säiliön vaipan sisälle on sijoitettu booripitoisia polyeteenisauvoja neutronisäteilyn vaimentamiseksi. Säiliön kansien välissä on monitoroitava tila kannen tiivistevuodon havaitsemiseksi. Välikansilevyyn on liitetty booripitoinen polyeteenilevy vaimentamaan neutronisäteilyä säiliön päädyn kautta ympäristöön.



Lastattavien BWR-nippujen määrä	52 kpl
Lämpöteho säiliön sisällä	< 40 kW
Aktiivisuussisältö	< 1730 PBq
Seinämävahvuus	0,418 m
Ontelon korkeus	4,55 m
Paino tyhjänä/täyd. polttoainelatauksella	105 t/ 124 t

Kuva 3. *CASTOR® V/52-kuljetussäiliö TVO:n BWR polttoaineelle (GNS).*



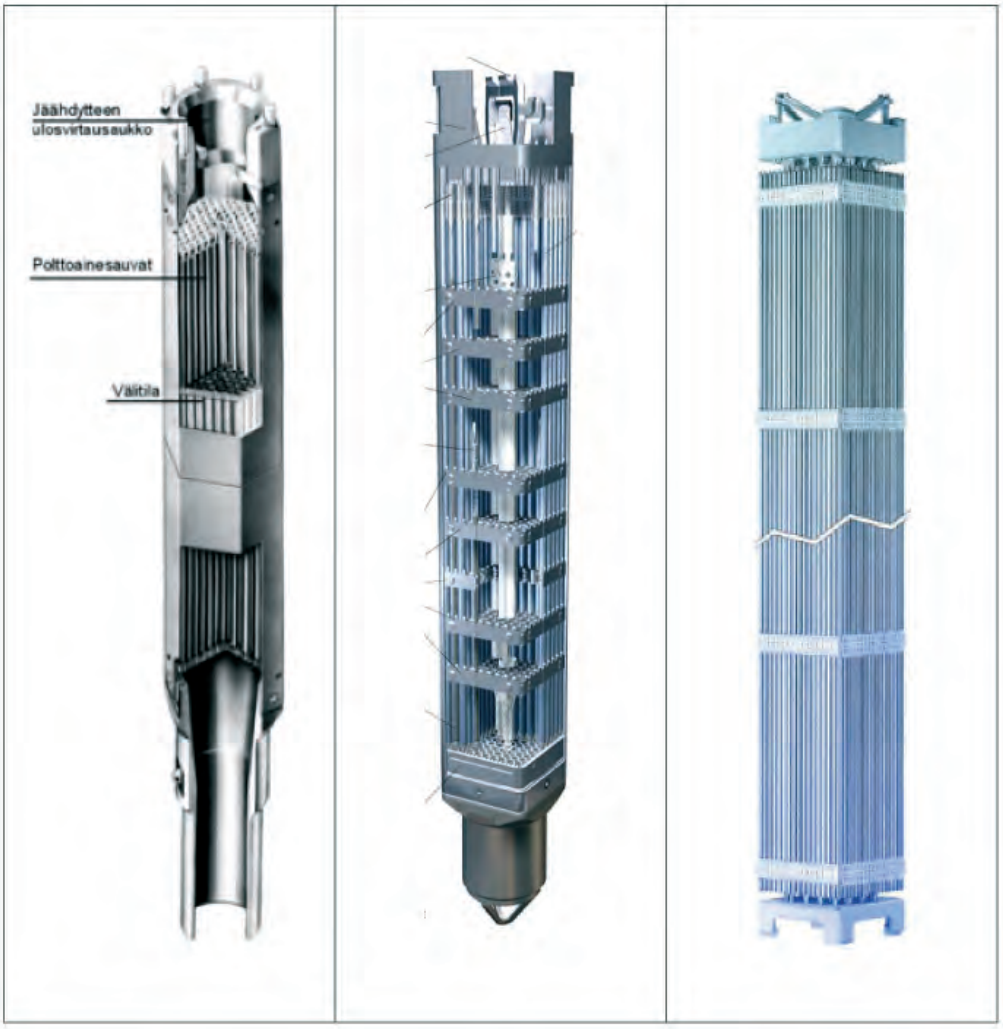
Lastattavien VVER-nippujen määrä	84 kpl
Lämpöteho säiliön sisällä	< 24,66 kW
Korkeus	4,17 m
Halkaisija	2,66 m
Seinämän vahvuus	0,46 m
Paino tyhjänä/täyd. polttoainelatauksella	106 t/ 116 t

Kuva 4. *CASTOR® 440/84M kuljetussäiliö (Koskivirta, 2012)*

2.5 Polttoainetyypit ja ominaisuudet

2.5.1 Nipputyypit

Loviisan heksagonaalisen hilan VVER polttoaine-elementti ja Olkiluodon (Olkiluoto 1 ja 2, OL1 & OL2) reaktoreissa käytettävät suorakulmaiset polttoaine-elementit ovat koteloituja, mutta Olkiluoto 3-reaktoriin tuleva PWR polttoaine on reunoilta avoin elementti (kuva 5). Erilaisen nipun geometrian takia kuljetuksessa käytettävän säiliön sisäkorin täytyy vastata kulloisenkin polttoaine-elementin muotoa ja pituutta. Polttoaine-elementtien tekniset suunnittelutiedot on esitetty taulukossa 1.



Kuva 5. *VVER, BWR ja PWR polttoaineniput.*

Taulukko 1. *Polttoaine-elementtien suunnittelutietoja.*

	VVER 440 PWR	**Asea-Atom BWR**	**EPR/PWR**
Elementin poikkileikkausgeometria	hexagonaalinen	neliöllinen	neliöllinen
Elementin pituus (mm)	3217	4127	4865*
Elementin poikkileikkausleveys (mm)	144	139	215
Polttoainesauvojen lukumäärä	126	63–96	265
Uraanimassa elementissä (kg)	120–126	172–184	530–533
Elementin kokonaismassa (kg)	210–214	292–331	785
Virtauskanavan leveys (mm)	144 (hexagon.)	139 (neliöllinen)	kanavaton
Keskimääräinen palama arvioituna kaikesta kuljetettavasta polttoaineesta (MWd/kgU)	40–41	39–40	45–46
Tyypillinen U-235 väkevöintiaste (%)	3,6–4,4	3,3–4,4	1,9–4,9

*) Polttoaine-elementin yläpäässä on lehtijouset, jotka lisäävät elementin pituutta muutaman kymmenen millimetriä. Säätösauvasarjan (24 säätösauvaa per elementti) paino on noin 55 kg.

2.5.2 Palama

Loviisasta kuljetettavan VVER-polttoaineen keskimääräisen palaman on arvioitu olevan 40,6 MWd/kgU (Raiko, 2012). Olkiluodon KPA-varastosta kapselointilaitokselle siirrettävän polttoaineen keskimääräisiksi palamiksi on arvioitu 39,5 MWd/kgU (OL1-2), 45,1 MWd/kgU (OL3-4) ja OL1-4 laitosyksiköiltä suunniteltuna käyttöaikana kaiken kaikkiaan kertyvälle käytetylle polttoaineelle palama on keskimäärin 43,0 MWd/kgU. Näissä palama-arvioissa on otettu huomioon sallittavan maksimipalaman nouseminen Loviisan laitosyksiköillä arvoon 57 MWd/kgU ja Olkiluodon laitosyksiköillä arvoon 55 MWd/kgU (Raiko, 2012).

Konservatiivisuusnäkökohtien takia ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen suunnitteluperusteeksi on kuitenkin valittu poistopalama 60 MWd/kgU ja vähintään 20 vuoden jäähtymisaika. Taulukossa 2 on esitetty palamaa 60 MWd/kgU vastaavat inventaarit Loviisan ja Olkiluodon polttoaineille jäähtymisajan jälkeen.

Taulukko 2. *Ympäristövaikutusten kannalta merkittävien nuklidien ominaisaktiivisuudet (Bq/tU) Loviisan VVER ja Olkiluodon BWR polttoaineelle. Palama 60 MWd/kgU, jäähtymisaika 20 vuotta (Anttila, 2005).*

Nuklidi	$T_{½}$ (vuosi)	VVER-440 (Bq/tU)	BWR (Bq/tU)
H-3	12,28	$1,28 \cdot 10^{13}$	$1,28 \cdot 10^{13}$
C-14	5730	$1,93 \cdot 10^{11}$	$5,21 \cdot 10^{10}$
Kr-85	10,72	$1,55 \cdot 10^{14}$	$1,53 \cdot 10^{14}$
I-129	$1,6 \cdot 10^{7}$	$1,86 \cdot 10^{9}$	$1,81 \cdot 10^{9}$
Cs-134	2,062	$1,63 \cdot 10^{13}$	$1,45 \cdot 10^{13}$
Cs-137	30,17	$4,40 \cdot 10^{15}$	$4,34 \cdot 10^{15}$
Sr-90	28,6	$2,77 \cdot 10^{15}$	$2,83 \cdot 10^{15}$
Pu-238	87,75	$2,60 \cdot 10^{14}$	$2,54 \cdot 10^{14}$
Pu-239	24131	$1,52 \cdot 10^{13}$	$1,22 \cdot 10^{13}$
Pu-241	14,4	$3,03 \cdot 10^{15}$	$2,33 \cdot 10^{15}$
Am-241	432,2	$9,00 \cdot 10^{12}$	$8,31 \cdot 10^{12}$
Cm-244	18,11	$3,21 \cdot 10^{14}$	$2,86 \cdot 10^{14}$

2.5.3 Kuljetettavat polttoainemäärät

Loviisan ydinvoimalaitoksella kertyy 50 käyttövuoden aikana noin 8 000 polttoainenippua. Enimmäispalaman nosto arvoon 57 MWd/kgU pienentää käytettyjen nippujen kertymisnopeutta ja kokonaismäärää laitoksen suunniteltuna käyttöaikana. Koska yhteen kuljetussäiliöön mahtuu 84 nippua, tarvitaan yhteensä lähes 100 kuljetussäiliöllistä, joka tekee suunnitellun 46 vuoden loppusijoitusjakson aikana keskimäärin hieman yli 2 kuljetussäiliön kuljetusta vuodessa. Yhteen 84 VVER-elementin suuruiseen kuljetussäiliöön menee 10 tU.

Olkiluodon OL1-2 laitosyksiköiltä kertyy 60 käyttövuoden aikana yhteensä noin 14 000 polttoainenippua ja OL3-4 laitosyksiköiltä samalla käyttöajalla yhteensä noin 7 600 polttoainenippua (Raiko, 2012). Enimmäispalaman nosto arvoon 55 MWd/kgU pienentää myös Olkiluodon yksiköiltä kertyvien nippujen kokonaismäärää. TVO:n BWR-polttoaineen (OL1-2) kuljetukseen soveltuvaan CASTOR-säiliöön mahtuu 52 nippua, joten OL1-2 yksiköiltä kertyvän käytetyn polttoaineen siirtämiseksi KPA-varastolta kapselointilaitokselle tarvitaan yhteensä noin 270 kuljetussäiliöllistä. Tämä vastaisi noin 54 vuoden pituista loppusijoitusjaksoa 5 kuljetussäiliön vuosivauhdilla. Yhteen 52 BWR-elementin suuruiseen kuljetussäiliöön menee noin 9 tU.

Yhteen LO1-2 tai OL1-2 laitosyksiköiden polttoaineen loppusijoituskapseliin mahtuu 12 nippua. Kapselointilaitoksen toiminnan kannalta paras vaihtoehto olisi vastaanottaa kerralla kapseliin sopivia tasamääriä esim. 48 tai 84 nippua.

2.6 Aikataululiset tekijät

Riskienhallinnan kannalta polttoainekuljetukset tulisi toteuttaa siten, että minimoidaan liikenteellisten, mahdollisten yhteiskunnallisten häiriötekijöiden ja säteilystä aiheutuvat riskit.

Käytetyn polttoaineen kuljetustarve linkittyy kuljetuksen vastaanoton eli kapseloinnin ja loppusijoituksen aikatauluun. Käytännön kuljetustarve on 1–3 kuljetuskertaa vuodessa, riippuen valittavasta kuljetusmuodosta.

Mikäli Olkiluodon ja Loviisan laitosyksiköiden polttoainetta päätetään tuoda kapselointilaitokselle vuorovuosin, OL1-2 polttoainetta siirrettäisiin noin 10 kertaa vuodessa ja LO1-2 polttoainetta tuotaisiin 1–6 kuljetuksella vuodessa (40 kapselin tarve).

Ajankohta, jolloin muu liikennevirta on alhainen, antaa tiettyjä etuja etenkin maanteitse tai rautateitse tapahtuvissa kuljetuksissa. Tällöin kuljetus voidaan toteuttaa valvotusti suunnitellulla reittinopeudella ja kuljetus toteutuu ilman ylimääräisiä viivytyksiä, kuten radioaktiivisten aineiden kuljetuksen ohjeissakin edellytetään. Merikuljetus on aikataulutuksen suhteen joustavampi kuin maakuljetus, mutta sääolosuhteiden tulee olla turvalliseen merikuljetukseen soveltuvat.

Kuljetusajankohta tulisi aina valita siten, että mahdollisissa häiriö- tai onnettomuustilanteissa pelastuspalvelun vaste on mahdollisimman nopea ja tehokas.

3 Reitteihin liittyvät tarkastelut

3.1 Reittivaihtoehdot

Käytetyn ydinpolttoaineen mahdollisia kuljetusvaihtoehtoja Loviisan ydinvoimalaitokselta Olkiluodossa sijaitsevaan kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen ovat maanteitse, rautateitse tai meritse tapahtuvat kuljetukset. Juna- ja laivakuljetuksiin liittyy kuljetusajoneuvolla suoritettavat kuljetukset tai lyhyet siirrot Loviisassa sekä Olkiluodossa.

Maanteitse tapahtuvissa kuljetuksissa kaksi merkittävintä erityyppistä reittivalintaa olisivat rannikkoalueella kulkeva reitti (kuva 6) tai sisämaan kautta kulkeva reitti. Molemmissa maantiereittivaihtoehdoissa kuljetus lähtee Loviisan laitokselta Atomitie-Saaristotietä (1583) pitkin Loviisan keskusta-aluetta kohti.

Kuva 6. *Rannikkoalueen kautta kulkeva reittivaihtoehto.*

Rannikkoreitin tapauksessa käännyttäisiin Määrlahden kaupunginosan jälkeen risteyksestä oikealle, Mannerheiminkadulle, josta liityttäisiin lyhyen ajomatkan jälkeen edelleen E18-tielle länsisuuntaan (valtatie nro 7). E18 ohittaa Loviisan sekä Porvoon kaupunkialueet ja matka jatkuisi kohti pääkaupunkiseutua aina Vantaalta lähtevälle kehätielle (III). Kehä III:sta pitkin edeten ohitetaan Vantaan, Helsingin ja Espoon tiheämmin asutut alueet ja saavutaan Helsinki-Turku-moottoritielle (E18/valtatie nro 1), johon sisältyy monia tunneliosuuksia (kuva 7), joista osa on Suomen pisimpiä tietunneleita. Paimion sekä Turun ohitustien kautta käännytään Raisiossa valtatielle nro 8, jota pitkin edeten ja reitillä olevien Masku Mynämäki Laitila taajama-alueiden kautta Rauman taajama-alueelle. Rauman jälkeen 8-tieltä käännytään vasemmalle Olkiluodontielle (2176) ja saavutaan noin kymmenen kilometrin ajomatkan jälkeen Olkiluodon kapselointilaitokselle. Reitin kokonaispituus on noin 380 km.

Sisämaan reittivaihtoehdossa lähdettäisiin Määrlahden kaupunginosan jälkeen Mannerheiminkatua länteen Loviisan keskusta-alueen läpi ja edelleen siirryttäisiin (170) Myrskylän suuntaan johtavalle tielle (167). Matkalla Olkiluotoon kuljettaisiin lisäksi Hyvinkään ja Forssan taajamien kautta (kuva 8). Tämä reitti on aiemmissa selvityksissä valittu väestöä välttävin perustein, vaikka muutamien taajamien läpi jouduttaisiin silti kulkemaan. Reitin kokonaispituus on noin 352 km. Sisämaan reitti on lyhyempi kuin rannikkoreitti, mutta rannikkoreittiä voidaan edetä suuremmalla tehollisella nopeudella ja tällä on myön-

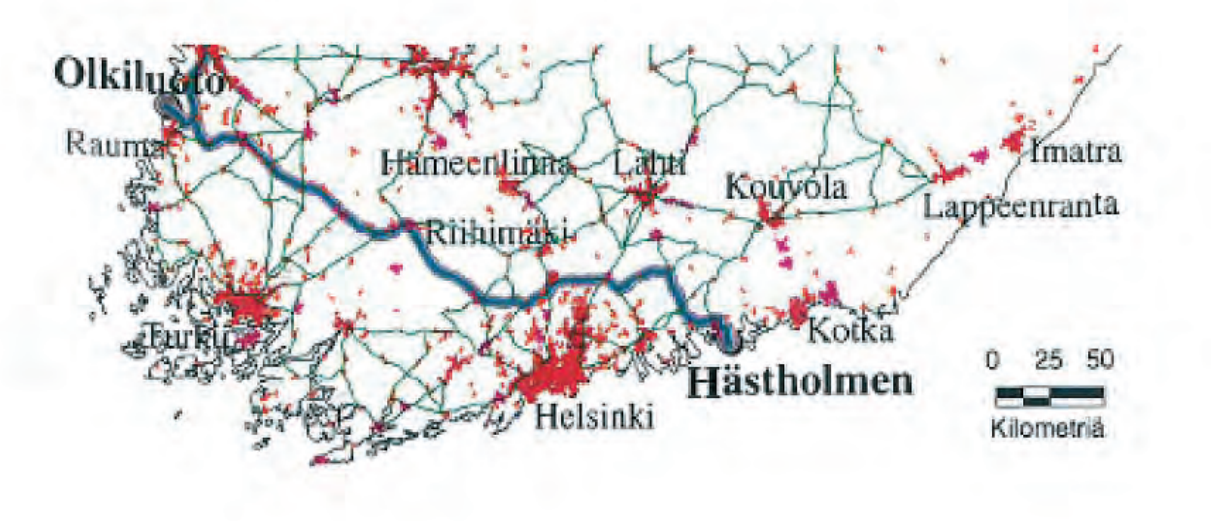
Kuva 7. *Tunneli Valtatie 1:llä (Helsinki-Turku moottoritie, E18).*

teisiä vaikutuksia kuljetushenkilöstön säteilyaltistuksen kannalta, kuten myöhemmin tuloksista nähdään.

Sekä sisämaan reitin että rannikkoreitin käytettävyyteen voidaan katsoa liittyvän hyöty- ja haittanäkökohtia. Sisämaan reitillä muun liikenteen tiheys on alhaisempi. Sisämaan reitti on valtaosaltaan kaksisuuntainen väylä, jolla olisi polttoainekuljetusta kohtaavaa liikennettä. Reitti on myös mäkisempi ja mutkittelevampi kuin rannikkoreitti. Yllättäviin häiriötilanteisiin reagoiminen ja toiminta-aika jää etenkin raskailla kuljetuksilla lyhyeksi. Kuljetuksen pysähtyessä teknisen vian tai muun syyn takia, ohitusliikenteen järjestäminen on kapealla kaksisuuntaisella väylällä hankalaa ja voi aiheuttaa vaaratilanteita.

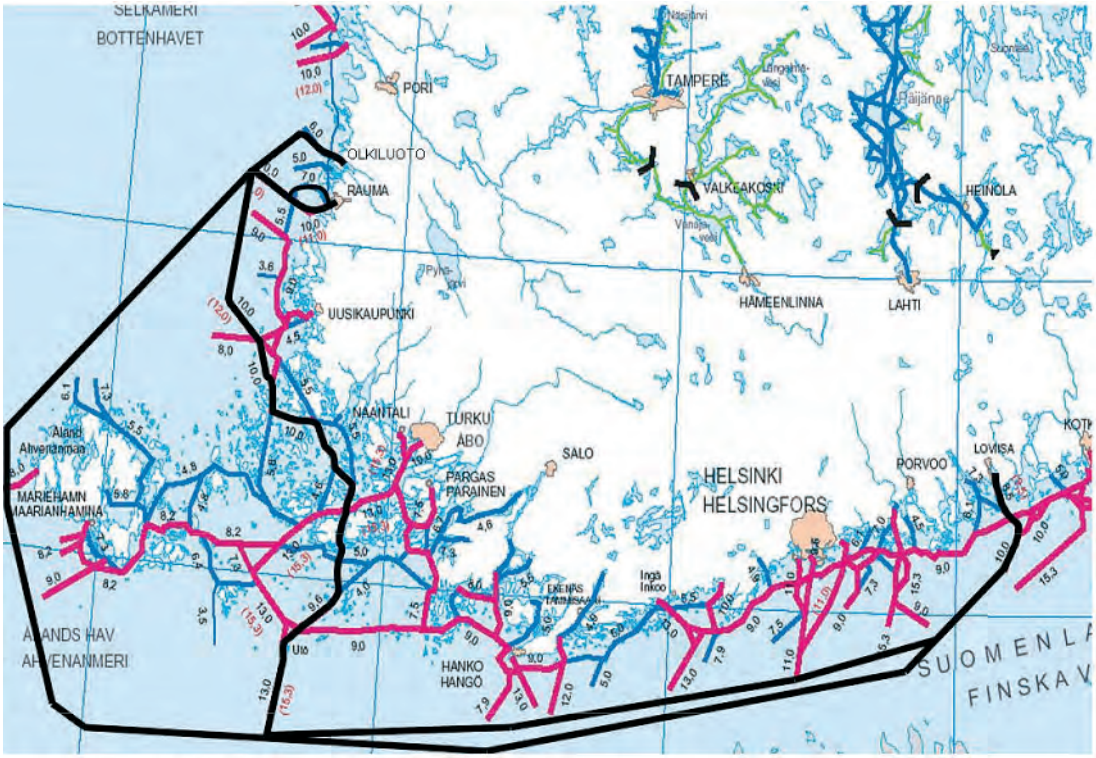
Rannikkoreitin liikennetiheys on suurempi kuin sisämaan reitillä. Kuljetusväylä on valtaosan matkaa leveää moottoritietä, kaksi kaistaa yhteen suuntaan. Reitti ei juurikaan mutkittele vaan eteneminen tapahtuisi selkeää tieprofiilia pitkin. Risteysalueet ovat enimmäkseen ramppeja, joissa isolla ajoneuvolla on helpompi kulkea kuin jyrkissä T-risteyksissä. Kuljetuksen pysähtyessä ohitusliikenne pystytään järjestämään riittävän väylälevyeyden ja yksisuuntaisen liikenteen takia.

Maantie-, rautatie- ja merireittien arviointiin liittyy liikenneturvallisuuden lisäksi myös muita tekijöitä, joita on käsitelty erikseen.



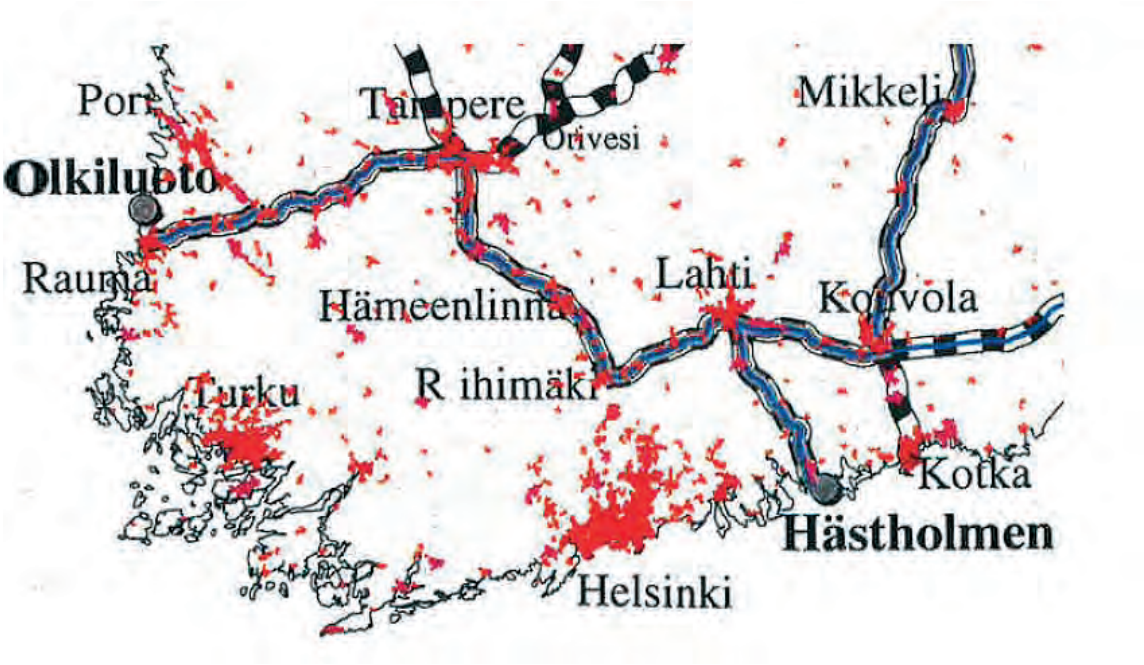
Kuva 8. *Sisämaan rettivaihtoehto.*

Merikuljetusvaihtoehdossa edettäisiin aluksi Suomenlahdella kansallisella tai kansainvälisellä merialueella (kuva 9). Loppuosa laivareitistä toteutettaisiin saaristomeren tai Ahvenanmeren kautta suoraan Olkiluodon kivisatamaan tai Rauman satamaan, josta loppumatkalle maantiekuljetus Olkiluodon kapselointilaitokselle. Nykyisessä tilanteessa polttoainesäiliöt jouduttaisiin kuljettamaan Hästholmenista ensin maanteitse Loviisan Valkon satamaan ja sieltä laivalla Olkiluotoon. Uutena vaihtoehtona on esitetty harkittavaksi laivauksen tapahtumista jo Hästholmenilla, jolloin maantiekuljetusosuutta ei tarvittaisi. Tämän vaihtoehdon toteutuminen edellyttäisi kuitenkin syväykseltään riittävän sataman ruoppaamista ja rakentamista Loviisan ydinvoimalaitoksen viereen Hästholmenille.



Kuva 9. *Laivareittivaihtoehdot mustalla, saaristomeren tai Ahvenanmeren kautta.*

Rautatiekuljetusvaihtoehdossa reitin alkuosuus Loviisan ydinvoimalaitokselta Loviisan radan läheisyydessä olevalle lastauspaikalle tapahtuisi maantiekuljetuksena. Rautatiekuljetus etenisi tämän jälkeen reittiä Loviisa – Lahti – Riihimäki – Hämeenlinna - Tampere – Vuojoki (kuva 10). Reitin loppuosuus (22 km) purkupaikalta Olkiluodon ydinvoimalaitokselle tapahtuisi maantiekuljetuksena.



Kuva 10. *Rautatiekuljetuksen reittivaihtoehto.*

3.2 Säteilyannokset

3.2.1 Normaalikuljetuksista

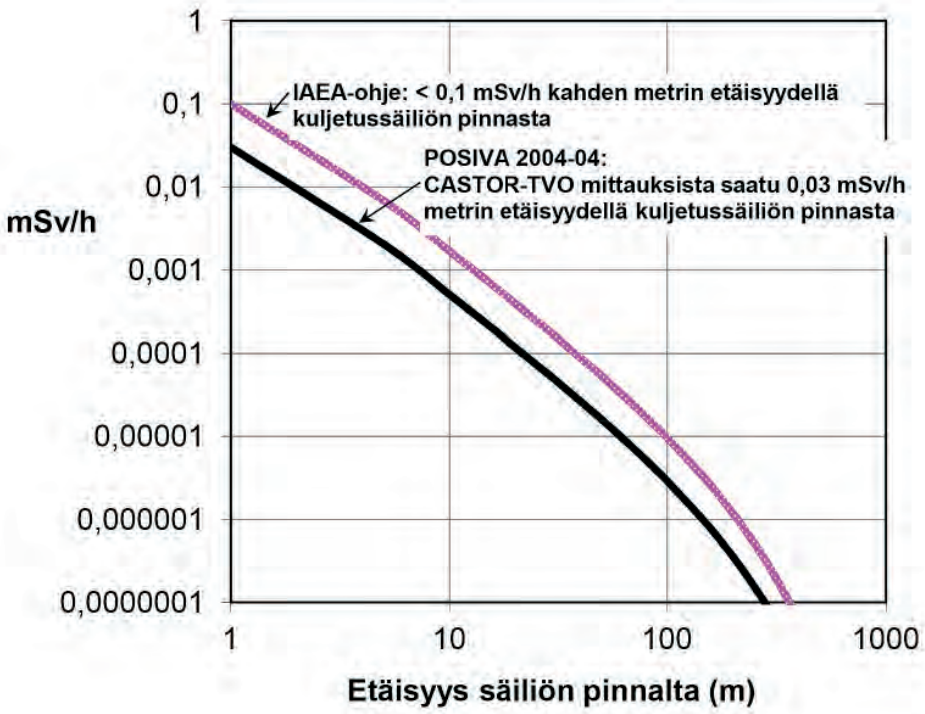
Normaalissa kuljetuksessa kuljetussäiliön oletetaan säilyvän ehyenä ja tiiviinä, jolloin ympäristölle ei aiheudu voimakkaan suoran ulkoisen säteilyn vaaraa tai radioaktiivisen päästön vaikutuksia.

Loviisan ja Olkiluodon reaktoreissa käytettävän polttoaineen palaman suunniteltu nosto kasvattaa tulevaisuudessa polttoaineen kokonaisaktiivisuutta ja säteilytasoa. Loppusijoitettavan polttoaineen vähintään 20 vuoden pituinen jäähtymisaika kuitenkin pienentää radioaktiivisen hajoamisen seurauksena polttoaineen aktiivisuussisältöä merkittävästi. Säteilytaso pienenee vastaavasti.

Välivarastoon siirtämisen jälkeen polttoaineen kokonaisaktiivisuus pienenee 20 vuoden kuluessa noin puoleen (Anttila, 2005). Tämä kompensoi palaman noston aiheuttaman aktiivisuuden ja säteilytason kasvun. Tällä perusteella tässä tutkimuksessa käytetään säteilyannoslaskelmissa kuljetussäiliön ulkopuoliselle annosnopeudelle metrin etäisyydellä säiliöstä arvoa 0,03 mSv/h, joka on riittävän konservatiivinen ja lähellä arvioitua todellista annosnopeutta kuljetuksen aikana. Valittu arvo vastaa TVO:n BWR-polttoaineen (jäähtymisaika noin 3 vuotta, nykyinen palamataso) siirroissa välivarastoon mitattua annosnopeuden arvoa säiliön ulkopuolella.

Normaalissa kuljetustilanteessa kuljetussäiliön seinämämateriaalit suojaavat ja vaimentavat korkea-aktiivisen käytetyn ydinpolttoaineen emittoiman säteilyenergian siten, että

säteilyn annosnopeus (0,03 mSv/h) on metrin etäisyydellä säiliön ulkopuolella on enää noin 300-kertainen luonnon säteilytasoon (0,1 µSv/h) verrattuna. Säteily vaimenee kuitenkin ilmassa geometriatekijästä johtuen suunnilleen etäisyyden neliöön verrannollisesti, joten noin 30 metrin etäisyydellä kuljetussäiliö ei enää merkittävästi nosta säteilytasoa ympäristössään (kuva 11). Näin ollen etäämmällä olevalle väestölle aiheutuu hyvin pieni säteilyaltistus kuljetuksen aikana eikä siitä aiheudu terveysvaikutuksia.



Kuva 11. *IAEA:n ohjeen mukainen suurin sallittu säteilyn annosnopeus sekä TVO:n CASTOR-säiliölle mitattu annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella.*

Maantiekuljetus Hästholmenilta Olkiluotoon (TR1 & TR2)
Loviisan ydinvoimalaitoksen käytetty VVER-polttoaine voitaisiin kuljettaa maanteitse Loviisan laitokselta Olkiluodossa sijaitsevalle kapselointilaitokselle.

Säteilyn annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella, väestötiheys ja liikennetiheys reitillä sekä kuljetusnopeus (altistusaika) ovat keskeiset vaikuttavat tekijät reitillä väestölle aiheutuvan säteilyannoksen kannalta. Kaikki käytetyt lähtötiedot rannikkoreitille ja sisämaan reitille on esitetty laskelmien kuljetusjaksoittain taulukoissa 3 ja 5. Väestötiheydet perustuvat Väestörekisterikeskuksen aineistoon (Suomen asukasluvut, 2012).

Sekä rannikkoalueen (TR1) että sisämaan reitti (TR2) kulkevat paljolti harvaan asutuilla alueilla siten, että reitin välittömässä läheisyydessä ei ole suuria väestömääriä. Kuitenkin molemmilla reiteillä joudutaan kulkemaan myös taajamien lävitse, jolloin paikallisesti altistuu potentiaalisesti suurempi väestömäärä kuin perinteisellä maaseutualueella.

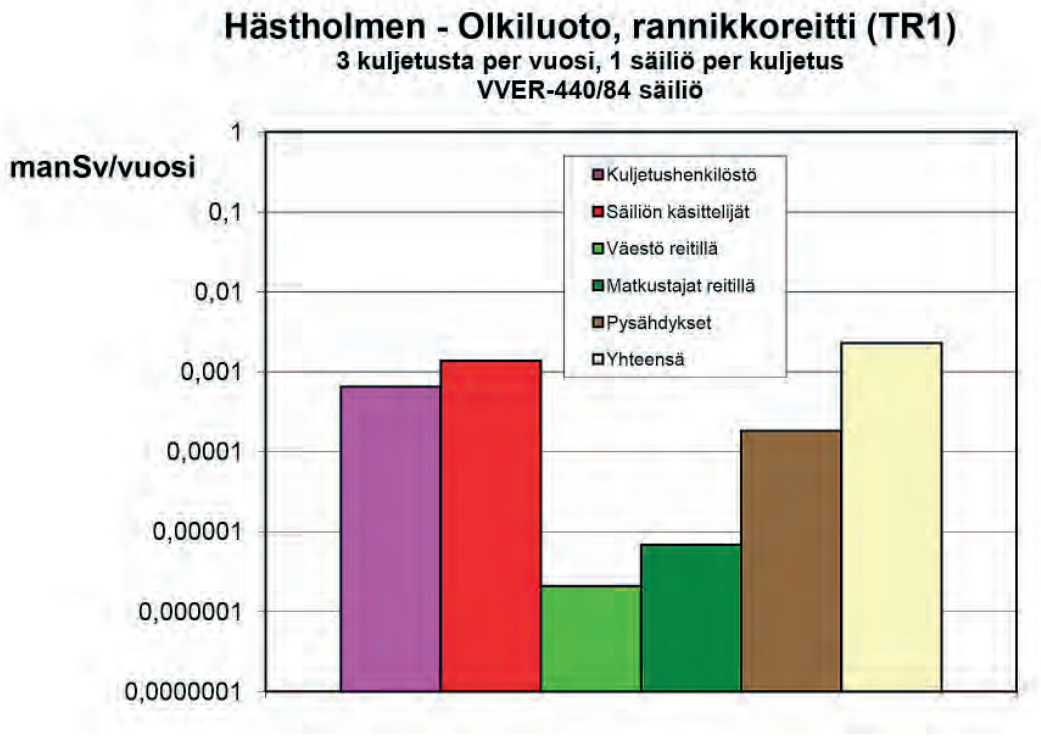
Taajama-alueillakin suurin osa väestöstä oleskelee sisällä rakennuksissa, jolloin he ovat eriasteisesti suojautuneita ulkoiselle säteilylle. Laskelmissa tämä suojautumisen aiheuttama säteilyn vaimeneminen (suojauskerroin eri rakennustyypeille) on otettu huomioon RADTRAN-mallilla (Neuhauser et al., 1992) tehdyissä laskuissa.

Liikennetiheydet perustuvat Liikenneviraston tilastoihin (Tietilasto, 2010). Keskimääräinen vuorokausiliikenne Uudenmaan alueella oli tietilaston mukaan 13 527 (valtatiet), 11 777 (kantatiet) ja 3 920 (seututiet). Varsinais-Suomen alueella vuorokausiliikenne oli 7 222 (valtatiet), 4 597 (kantatiet) ja 2 395 (seututiet).

Tarkastelluilla maantiekuljetusreiteillä liikennetiheys on välillä 100 – 60 000 ajoneuvoa/vrk - asutusalueesta, tietyypistä ja tieosuudesta riippuen voimakkaastikin. Vilkkaimmin liikennöity osuus on Kehä III E-18-tiellä, jonka pituus on kuitenkin vain noin 1/10 koko rannikkoreitin pituudesta. Erikoiskuljetuksia ei yleensä ole mielekästä tehdä ruuhka-aikaan, jonka takia tässä analyysissa on käytetty laskelmissa kuljetuksen aikana mahdollisia liikennetiheyden arvoja, jotka on valittu hieman konservatiivisesti .

On todennäköistä, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset toteutettaisiin rauhalliseen aikaan, jolloin liikennetiheys on alhainen. Tällöin polttoainekuljetuksen sivuuttavan liikenteen matkustajille aiheutuu todellisuudessa vain noin 1/10 säteilyannos verrattuna tässä raportissa esitettyihin säteilyannosten arvoihin. Kuljetushenkilöstön saamaan säteilyannokseen liikennetiheydellä ei ole suoraan vaikutusta, mikäli kuljetus etenee normaalisti.

Rannikkoreitillä voidaan ylläpitää tehollisesti suurempaa nopeutta (kuljetusaika lyhenee), minkä johdosta kuljetuksen mukana olevalle henkilöstölle aiheutuvat säteilyannokset ovat rannikkoreitillä pienemmät kuin sisämaan reitillä (kuvat 12 ja 13 sekä taulukot 4 ja 6).

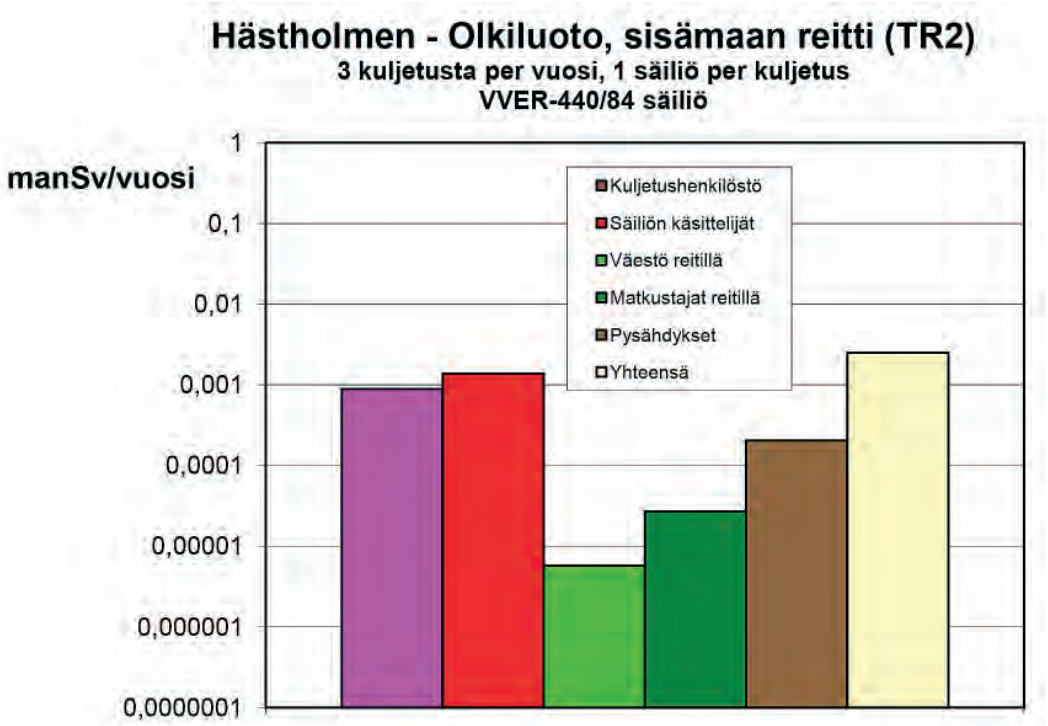


Kuva 12. *Henkilöstölle ja väestölle aiheutuvat säteilyannokset maantiekuljetuksen rannikkoreitillä.*

Laskelmien mukaan väestölle aiheutuu lähes samansuuruiset kokonaisannokset rannikkoalueen tai sisämaan reittivaihtoehdossa. Kuljetusreitti ei sinänsä vaikuta kuljetussäiliöiden käsittelijöiden toimintaan Loviisan voimalaitoksella tai Olkiluodon kapselointilaitoksella ja molemmissa reittivaihtoehdoissa säiliön käsittelijöiden annokset ovat yhtä suuret.

Sisämaan reitillä olisi mahdollisuus muutella reittiä tietyillä osuuksilla kulkemaan hieman toisin, mutta tällaisilla muutoksilla ei saavuteta merkittäviä muutoksia kokonaissäteilyannokseen ja säteilystä aiheutuvaan riskiin. Liikenteelliset ja kuljetustekniset syyt voivat kuitenkin olla reittimuutosten perusteena.

Väestön altistus muodostuu väestötiheyden, liikennetiheyden ja säteilylle suojautumisasteen yhteisvaikutuksesta. Molemmille reittivaihtoehdoille näiden tekijöiden kokonaisvaikutus aiheutuvaan säteilyannokseen näyttäisi olevan samankaltainen ja väestön annokset ovat lähes yhtä suuret rannikkoreitillä ja sisämaan reitillä.



Kuva 13. *Henkilöstölle ja väestölle aiheutuvat säteilyannokset maantiekuljetuksen sisämaan reitillä.*

***Taulukko 3**. Rannikkokuljetusreitin lähtötiedot, jaksot 1-5.*

Reitti 1 (TR1):	**Hästholmen-Määrlahti-Porvoo-Vantaa (Kehä III)-Espoo-Paimio**				
("Rannikkoreitti")	(jaksot 1-5)				
Lähtötieto	LO-Määr maantie	Määr-Por maantie	Por-Van maantie	VanEsp(TA) maantie	Esp-Pai maantie
Pituus (km) yht. 381	14	31	34	36	130
Liikennetiheys yht.s.(ajoneuvoa/h)	30	125	250	460	400
Onnettomuustiheys (1/km)	1,00E-07	1,00E-08	1,00E-08	5,00E-08	1,00E-08
Väestötiheys (henkilöä/km2)	15	7	7	45	8
Kuljetuksia per vuosi	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
Säiliöitä per kuljetus	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Annosnopeus 1m et. (mSv/h)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Kuljetusnopeus (km/h)	35	60	60	55	60
Kuljetushenkilöiden lkm (henkilöä)	2	2	2	2	2
Kuljetushenkilöiden keskim. etäisyys säiliöistä (m)	10	10	10	10	10
Säiliöiden käsittely (lkm/kuljetus)	1	0	0	0	0
Pysähdysten kesto (h/km)	0,005	0,005	0,005	0,01	0,005
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm pysähdysten aikana (henkilöä)	10	10	10	30	10
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä pysähdysten aikana (m)	10	10	10	10	10
Varastointiaika (h/kuljetus)	0	0	0	0	0
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm varastoinnin aikana (henkilöä)	0	0	0	0	0
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä varastoinnin aikana (m)	0	0	0	0	0
Saattue (henkilöä)	8	8	8	8	8
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta ruuhka-aikana (-)				0	
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta keskusta-alueella (-)				0,2	
Osuus kulj. moottoritietä (-)	0	1	1	1	1

TA=taajama-alue

Lisätietoja: CASTOR-VVER 440/84-säiliö (paino lastattuna enintään 140 t)

Suunniteltu yv käyttöikä 50 vuotta, LO1-2 kapselointiaika yht. 46 vuotta

Taulukko 3. *Rannikkokuljetusreitin lähtötiedot (jatkoa), jaksot 6-10.*

Reitti 1 (TR1):	**Paimio-Raisio-Masku-Mynämäki**				
("Rannikkoreitti")	(jaksot 6-10)				
Lähtötieto	Pai-Rai maantie	Rai-Mas maantie	Mas(TA) maantie	Mas-Myn maantie	Myn(TA) maantie
Pituus (km) yht. 381	29	8	3	11	4
Liikennetiheys yht.s.(ajoneuvoa/h)	380	350	370	300	320
Onnettomuustiheys (1/km)	1,00E-08	5,00E-07	5,00E-07	1,00E-07	5,00E-07
Väestötiheys (henkilöä/km2)	15	20	55	15	30
Kuljetuksia per vuosi	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
Säiliöitä per kuljetus	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Annosnopeus 1m et. (mSv/h)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Kuljetusnopeus (km/h)	55	40	30	40	30
Kuljetushenkilöiden lkm (henkilöä)	2	2	2	2	2
Kuljetushenkilöiden keskim. etäisyys säiliöistä (m)	10	10	10	10	10
Säiliöiden käsittely (lkm/kuljetus)	0	0	0	0	0
Pysähdysten kesto (h/km)	0,005	0,005	0,01	0,005	0,01
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm pysähdysten aikana (henkilöä)	10	10	20	10	20
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä pysähdysten aikana (m)	10	10	10	10	10
Varastointiaika (h/kuljetus)	0	0	0	0	0
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm varastoinnin aikana (henkilöä)	0	0	0	0	0
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä varastoinnin aikana (m)	0	0	0	0	0
Saattue (henkilöä)	8	8	8	8	8
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta ruuhka-aikana (-)			0		0
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta keskusta-alueella (-)			0,6		0,5
Osuus kulj. moottoritietä (-)	1	0	0,5	0	0

Lisätietoja: CASTOR-VVER 440/84-säiliö (paino lastattuna enintään 140 t)

Suunniteltu yv käyttöikä 50 vuotta, LO1-2 kapselointiaika yht. 46 vuotta

Taulukko 3. *Rannikkokuljetusreitin lähtötiedot (jatkoa), jaksot 11-15.*

Reitti 1 (TR1):	**Mynämäki-Laitila-Rauma-Olkiluoto**				
("Rannikkoreitti")	(jaksot 11-15)				
Lähtötieto	Myn-Lai maantie	Lai(TA) maantie	Lai-Rau maantie	Rau(TA) maantie	Rau-OL maantie
Pituus (km) yht. 381	25	3	28	6	19
Liikennetiheys yht.s.(ajoneuvoa/h)	300	320	300	340	160
Onnettomuustiheys (1/km)	1,00E-07	5,00E-07	1,00E-07	5,00E-07	1,00E-07
Väestötiheys (henkilöä/km2)	15	30	15	40	15
Kuljetuksia per vuosi	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
Säiliöitä per kuljetus	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Annosnopeus 1m et. (mSv/h)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Kuljetusnopeus (km/h)	40	30	40	35	35
Kuljetushenkilöiden lkm (henkilöä)	2	2	2	2	2
Kuljetushenkilöiden keskim. etäisyys säiliöistä (m)	10	10	10	10	10
Säiliöiden käsittely (lkm/kuljetus)	0	0	0	0	1
Pysähdysten kesto (h/km)	0,005	0,01	0,005	0,01	0,005
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm pysähdysten aikana (henkilöä)	10	20	10	20	10
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä pysähdysten aikana (m)	10	10	10	10	10
Varastointiaika (h/kuljetus)	0	0	0	0	0
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm varastoinnin aikana (henkilöä)	0	0	0	0	0
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä varastoinnin aikana (m)	0	0	0	0	0
Saattue (henkilöä)	8	8	8	8	8
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta ruuhka-aikana (-)		0		0	
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta keskusta-alueella (-)		0,5		0,1	
Osuus kulj. moottoritietä (-)	0	0	0	1	0

Lisätietoja: CASTOR-VVER 440/84-säiliö (paino lastattuna enintään 140 t)

Suunniteltu yv käyttöikä 50 vuotta, LO1-2 kapselointiaika yht 46 vuotta

Taulukko 4. *Säteilyannokset jaksoittain ja yhteensä rannikkoreitillä.*

KPA-kuljetusriskianalyysi 2012 Posivalle

Normaalikuljetukset

Rannikkoreitti (TR1): Hästholmen - Määrlahti - Porvoo - Vantaa(Kehä III) - Espoo - Paimio -
- Raisio - Masku - Mynämäki - Laitila - Rauma - Olkiluoto ; maantiekuljetus

CASTOR-VVER 440/84 säiliö (140 t), suunniteltu LO1-2 laitosten käyttöikä 50 v, kapseloinnin kesto 46 vuotta

3 kuljetusta per vuosi, 1 säiliö per kuljetus RADTRAN-malli

manSv/vuosi

	Kuljetus-henkilöstö	Säiliön käsittelijät	Väestö reitin varrella	Matkustajat reitillä	Pysähdykset	yhteensä
jakso 1	3,40E-05	6,89E-04	1,20E-07	7,78E-07	5,90E-06	7,30E-04
jakso 2	4,39E-05	0	6,03E-08	8,87E-07	1,31E-05	5,79E-05
jakso 3	4,82E-05	0	6,61E-08	1,95E-06	1,43E-05	6,45E-05
jakso 4	5,56E-05	0	4,65E-07	4,54E-06	3,04E-05	9,10E-05
jakso 5	1,84E-04	0	2,89E-07	1,19E-05	5,48E-05	2,51E-04
jakso 6	4,48E-05	0	1,32E-07	3,02E-06	1,22E-05	6,02E-05
jakso 7	1,70E-05	0	8,02E-08	3,95E-06	3,37E-06	2,44E-05
jakso 8	8,50E-06	0	7,41E-08	2,04E-06	2,53E-06	1,31E-05
jakso 9	2,34E-05	0	8,27E-08	4,66E-06	4,64E-06	3,28E-05
jakso 10	1,13E-05	0	5,42E-08	2,75E-06	3,37E-06	1,75E-05
jakso 11	5,31E-05	0	1,88E-07	1,06E-05	1,05E-05	7,44E-05
jakso 12	8,50E-06	0	4,07E-08	2,06E-06	2,53E-06	1,31E-05
jakso 13	5,95E-05	0	2,10E-07	1,19E-05	1,18E-05	8,34E-05
jakso 14	1,46E-05	0	6,05E-08	1,55E-06	5,06E-06	2,13E-05
jakso 15	4,62E-05	6,89E-04	1,63E-07	5,63E-06	8,01E-06	7,49E-04
yhteensä	6,53E-04	1,38E-03	2,09E-06	6,82E-05	1,83E-04	2,28E-03

Taulukko 5. *Sisämaan reitin lähtötiedot.*

Reitti 2 (TR2):	**Hästholmen-Myrskylä-Hyvinkää-Forssa-Loimaa-Olkiluoto**				
("Sisämaan reitti")					
Lähtötieto	LO-Hyv maantie	Hyv(TA) maantie	Hyv-For maantie	For(TA) maantie	For-OL maantie
Pituus (km) yht. 352	112	5	85	12	138
Liikennetiheys yht.s.(ajoneuvoa/h)	30	200	50	200	30
Onnettomuustiheys (1/km)	1,00E-08	5,00E-07	5,00E-08	5,00E-07	1,00E-08
Väestötiheys (henkilöä/km2)	15	300	20	455	20
Kuljetuksia per vuosi	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
Säiliöitä per kuljetus	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
Annosnopeus 1m et. (mSv/h)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Kuljetusnopeus (km/h)	35	20	35	20	35
Kuljetushenkilöiden lkm (henkilöä)	2	2	2	2	2
Kuljetushenkilöiden keskim. etäisyys säiliöistä (m)	10	10	10	10	10
Säiliöiden käsittely (lkm/kuljetus)	1	0	0	0	1
Pysähdysten kesto (h/km)	0,005	0,01	0,005	0,01	0,005
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm pysähdysten aikana (henkilöä)	10	30	10	50	10
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä pysähdysten aikana (m)	10	10	10	10	10
Varastointiaika (h/kuljetus)	0	0	0	0	0
Säteilylle altistuvien henkilöiden lkm varastoinnin aikana (henkilöä)	0	0	0	0	0
Altistuvien henkilöiden etäisyys säiliöistä varastoinnin aikana (m)	0	0	0	0	0
Saattue (henkilöä)	8	8	8	8	8
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta ruuhka-aikana (-)		0		0	
Osuus kaupunkialueen kuljetuksesta keskusta-alueella (-)		0,2		0,5	
Osuus kulj. moottoritietä (-)	0,2	0	0,6	0	0,15

Lisätietoja: CASTOR-VVER 440/84-säiliö (paino lastattuna enintään 140 t)

Suunniteltu yv käyttöikä 50 vuotta, LO1-2 kapselointiaika yht. 46 vuotta

Taulukko 6. *Säteilyannokset jaksoittain ja yhteensä sisämaan reitillä.*

KPA-kuljetusriskianalyysi 2012 Posivalle

Normaalikuljetukset

Sisämaan reitti (TR2): Hästholmen - Myrskylä - Hyvinkää - Forssa - Loimaa - Olkiluoto, maantiekuljetus

CASTOR-VVER 440/84 säiliö (140 t), suunniteltu LO1-2 laitosten käyttöikä 50 v, kapseloinnin kesto 46 vuotta

3 kuljetusta per vuosi, 1 säiliö per kuljetus RADTRAN-malli

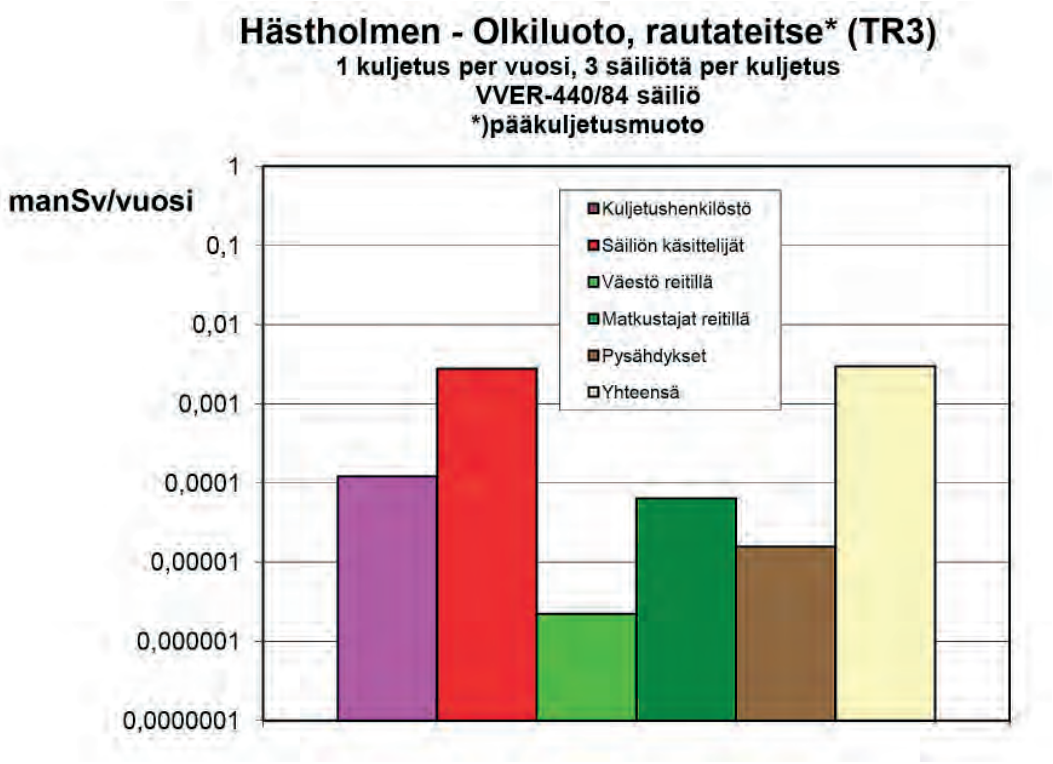
manSv/vuosi

	Kuljetus-henkilöstö	Säiliön käsittelijät	Väestö reitin varrella	Matkustajat reitillä	Pysähdykset	Varastointi	yhteensä
jakso 1	2,72E-04	6,89E-04	9,29E-07	5,45E-06	4,72E-05	0	1,01E-03
jakso 2	2,13E-05	0	2,45E-07	1,73E-06	1,27E-05	0	3,60E-05
jakso 3	2,06E-04	0	8,75E-07	4,94E-06	3,58E-05	0	2,48E-04
jakso 4	5,10E-05	0	2,15E-06	7,85E-06	5,06E-05	0	1,12E-04
jakso 5	3,35E-04	6,89E-04	1,54E-06	6,96E-06	5,82E-05	0	1,09E-03
yhteensä	8,85E-04	1,38E-03	5,74E-06	2,69E-05	2,05E-04	0	2,50E-03

Maantie-rautatie-maantiekuljetus Hästholmenilta Olkiluotoon (TR3)
Pääkuljetusmuoto tässä reittivaihtoehdossa on rautatie, mutta reitin alkuosuus Hästholmenilta Loviisan lastauspaikalle (15 km) ja reitin loppuosuus purkupaikalta Olkiluodon kapselointilaitokselle (22 km) toteutettaisiin maantiekuljetuksena. Rautatiekuljetusosuus on Loviisa-Lahti-Riihimäki-Tampere-Vuojoki (397 km).

Tämän reittivaihtoehdon lähtötiedot eivät ole säteilyannoslaskujen kannalta olennaisesti muuttuneet aiemmasta raportissa POSIVA 2004-04 esitetyssä tutkimuksesta. Kuvassa 14 on esitetty väestölle, säiliöiden käsittelijöille ja kuljetushenkilöstölle aiheutuvat vuosittaiset säteilyannokset, mikäli kerran vuodessa kuljetettaisiin 3 säiliöllistä käytettyä VVER-polttoainetta Hästholmenilta Olkiluotoon.

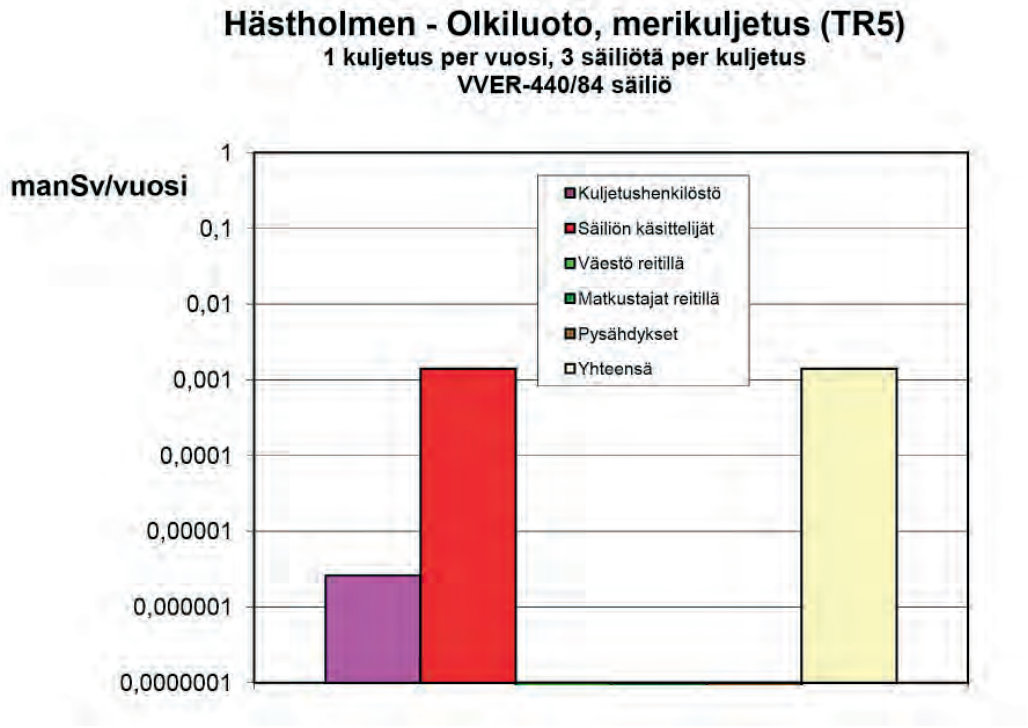
Verrattaessa maantiekuljetuksesta aiheutuviin säteilyannoksiin, voidaan havaita, että kuljetushenkilöstö altistuu rautatiekuljetuksessa vähemmän, koska henkilöstö on kauempana säteilylähteestä eli kuljetussäiliöstä. Toisaalta sivuuttavan liikenteen matkustajamäärä on rautatiekuljetuksessa suurempi, jolloin matkustajat altistuvat enemmän kuin maatiekuljetuksessa.



Kuva 14. *Henkilöstölle ja väestölle aiheutuvat säteilyannokset rautatiekuljetusvaihtoehdosta. Pääkuljetusmuoto on rautatie, mutta reitin alkuosuus Hästholmenilta Loviisan lastauspaikalle (15 km) ja loppuosuus purkupaikalta Olkiluotoon (22 km) toteutettaisiin maantiekuljetuksena.*

Merikuljetus Olkiluotoon (TR4 & TR5)
Meritse toteutettava kuljetus Loviisan käytetylle VVER-polttoaineelle voisi lähteä Loviisan Valkon satamasta (TR4) tai mahdollisesti suoraan Hästholmenin saarelta (TR5), jossa ydinvoimalaitos sijaitsee. Suomenlahden, Ahvenanmeren ja saaristomeren väylävalintoja ja niihin liittyviä yksityiskohtaisia lähtötietoja on käsitelty aiemmassa POSIVA 2004-04 raportissa.

Kuljetusmuotoja verrattaessa laivakuljetus näyttäisi johtavan selvästi pienimpiin säteilyannoksiin väestölle. Mikäli kuljetuksen lähtösatamana toimisi Hästholmen, pienenisivät säteilyannokset edelleen suhteellisesti merkittävästi, koska maantiekuljetusosuus Loviisan laitokselta Valkon satamaan jäisi pois. Kuvassa 15 on esitetty säteilyannokset tilanteessa, jossa Hästholmen olisi lähtösatamana. Taulukossa 7 on verrattu aiheutuvia säteilyannoksia Valkon ja Hästholmenin lähtösatamien tapauksissa varioimalla kerralla kuljetettavien säiliöiden lukumäärää.



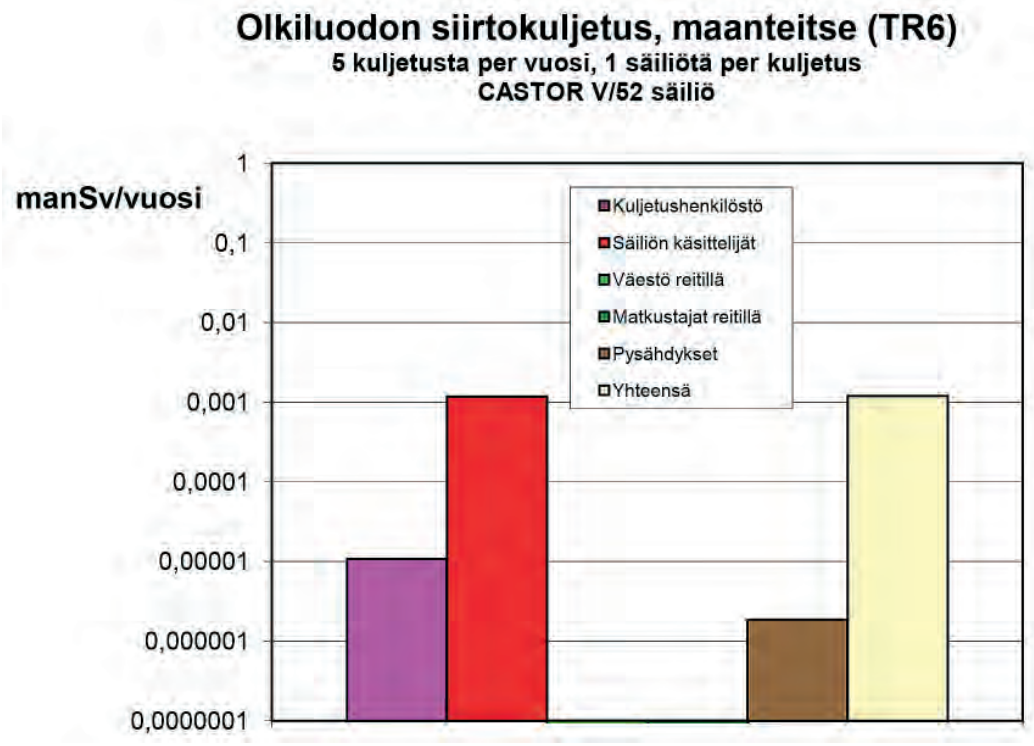
Kuva 15. *Hästholmenin satamasta lähtevän käytetyn polttoaineen kuljetuksen aiheuttamat säteilyannokset. Väestölle sekä muille reitin matkustajille aiheutuvat annokset ovat niin vähäiset etteivät näy kuvassa.*

Taulukko 7. *Lähtösataman ja kerralla kuljetettavan polttoainemäärän vaikutus väestölle ja henkilöstölle aiheutuviin säteilyannoksiin.*

kuljetus/ vuosi (kpl)		väestö yhteensä	kuljetus-henkilöstö	säiliön käsittelijät	yhteensä
2	Valko	$6{,}8\cdot10^{-6}$	$3{,}8\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	Hästholmen	$5{,}5\cdot10^{-8}$	$1{,}7\cdot10^{-6}$	$9{,}2\cdot10^{-4}$	$9{,}2\cdot10^{-4}$
3	Valko	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$	$2{,}2\cdot10^{-3}$
	Hästholmen	$8{,}3\cdot10^{-8}$	$2{,}6\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
4	Valko	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$7{,}1\cdot10^{-5}$	$2{,}8\cdot10^{-3}$	$2{,}9\cdot10^{-3}$
	Hästholmen	$1{,}1\cdot10^{-7}$	$3{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$	$1{,}8\cdot10^{-3}$

Siirtokuljetus Olkiluodon KPA-varastolta kapselointilaitokselle (TR6)

TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiltä kertyvä käytetty polttoaine voidaan kuljettaa lyhyenä siirtokuljetuksena KPA-varastolta lähistöllä sijaitsevalle kapselointilaitokselle (TR6). Reitin pituus on vain noin 2,5 km. BWR-polttoaineen (OL1-2) kertymäarvion mukaan esimerkiksi 54 vuoden pituinen loppusijoitusjakso edellyttäisi noin 5 kpl CASTOR V/52-kuljetusta vuodessa. Koska siirtokuljetus on lyhyt ja se voidaan tehdä laitosalueen tiestöä käyttäen, kuljetuksissa altistuu käytännössä vain säiliöiden käsittelijät lastaus- ja purkuvaiheissa sekä kuljetusta suorittava ja valvova henkilöstö (kuva 16). Yhden säiliön kuljetuksesta aiheutuva kokonaisannos on laskelmien mukaan $2{,}4\cdot10^{-4}$ manSv/vuosi.



Kuva 16. *TVO:n BWR-polttoaineen siirtokuljetuksista aiheutuvat säteilyannokset. Väestön ja muiden reitillä matkustavien altistusta ei käytännössä tapahdu laitosalueen siirtokuljetuksissa. Konservatiivisesti oletettujen pysähdysten yhteydessä voi altistua siirtoreitin varrella säteilykentän vaikutusalueella oleskelevia muita laitoksen henkilöstöön kuuluvia. Käytännössä siirtoreitti KPA-varastolta kapselointilaitokselle kuitenkin linjataan siten, että muiden laitosalueella oleskelevien altistus jää vähäiseksi.*

3.2.2 Liikenteellisistä onnettomuuksista

Vakavimmissa liikenteellisissä onnettomuustilanteissa kuljetusajoneuvo voisi suistua tieltä tai kuljetussäiliö voisi iskeytyä esimerkiksi teräsbetoniseen sillan tukirakenteeseen. Tällöin kansiosaston tiivistys saattaisi heikentyä ja jalokaasua (krypton (Kr-85)) sekä muita kaasumaisia ja helposti vapautuvia aineita (tritium (H-3), jodi (I-129)) voisi vapautua vaurioituneen kohdan kautta ympäristöön.

Päästön aiheuttamat säteilyannokset ympäristössä jäisivät kuitenkin vähäisiksi ja yksilön saama sisäinen ja ulkoinen säteilyannos kuukauden kuluessa olisi realistisessa päästöskenaariossa (taulukko 8) vain noin $7 \cdot 10^{-10}$ Sv, kun 3/1000 säiliön sauvoista oletetaan vaurioituvan törmäyksessä ja päästön aikana vallitsee neutraali säätilanne (Suolanen et al., 2004). Mikäli tilanteeseen liittyisi samanaikainen tulipalo, aiheuttaisi päästöpilven suurempi lämpösisältö päästöpilven nousemisen ja suurin paikallinen säteilyannos havaittaisiin kauempana noin kilometrin etäisyydellä, mutta aiheutuvat säteilyannokset olisivat vielä pienempiä kuin edellä mainittu arvo.

Mikäli kaikki polttoainesauvat vaurioituisivat törmäyksessä, yksilölle aiheutuva kokonaisannos kuukaudessa olisi noin $3 \cdot 10^{-7}$ Sv, mikä on noin 4/1000 luonnon taustasäteilyn aiheuttamasta annoksesta samana ajanjaksona.

Taulukko 8. *Päästöarviot tilanteessa, jossa kuljetussäiliön kansiosan oletetaan vuotavan liikenneonnettomuuden seurauksena.*

Nuklidi	Aktiivisuuspäästöt ympäristöön (Bq)	
	Realistinen skenaario: 0,3 % sauvoista vaurioitunut	Pahin skenaario: 100 % sauvoista vaurioitunut
H-3 Kr-85 I-129	$9{,}7 \cdot 10^{10}$ $1{,}9 \cdot 10^{11}$ $1{,}4 \cdot 10^{6}$	$3{,}2 \cdot 10^{13}$ $6{,}2 \cdot 10^{13}$ $4{,}8 \cdot 10^{8}$

Liikenneonnettomuustilanteen tai kuljetuskalustoon kohdistuneen teknisen vian takia kuljetussäiliötä ei voida aina heti siirtää, jolloin paikallaan olevan kuljetussäiliön ympärillä vallitseva säteilykenttä altistaa ulkoisesti henkilöstöä ja väestöä pidempään. Taulukossa 9 on esitetty arviot ulkoisen säteilyaltistuksen määrästä kahdella altistusajalla.

Taulukko 9. *Kuljetussäiliöstä yksilölle ja väestöryhmälle aiheutuva ulkoinen säteilyannos.*

Altistusaika	1 henkilö etäisyydellä 1 m säiliöstä (Sv)	50 henkilöä etäisyydellä 30 m säiliöstä (manSv)
1 tunti 1 vuorokausi	$3{,}0 \cdot 10^{-5}$ $7{,}2 \cdot 10^{-4}$	$2{,}5 \cdot 10^{-6}$ $6{,}0 \cdot 10^{-5}$

Merikuljetuksessa laivan karilleajo ei todennäköisesti aiheuttaisi vakavaa vaaratilannetta, koska käytettävässä erikoisvalmisteisessa laivassa on kaksoispohja, joka estäisi vakavan vuodon ja laivan uppoamisen.

Laivakuljetuksissa hankalamman tilanteen saattaisi aiheuttaa vakava tulipalotilanne. Tulipalo saattaa olla pitkäkestoinen. Vakavan radioaktiivisen päästön todennäköisyys on kuitenkin pieni säiliöiden hyvän lämpötilankeston ja laivan erilaisten valvonta ja pelastusjärjestelmien takia.

Liikenneonnettomuustilanteita eri kuljetusmuodoissa, törmäyskulmien vaikutuksia kuljetussäiliöön ja polttoainesauvoihin sekä eri aineiden vapautumiseen vaikuttavia fysikaalis-kemiallisia tekijöitä törmäyksissä ja erilaisissa termisissä olosuhteissa on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu POSIVA 2004-04 raportissa.

3.3 Tuloskooste ja päätelmät

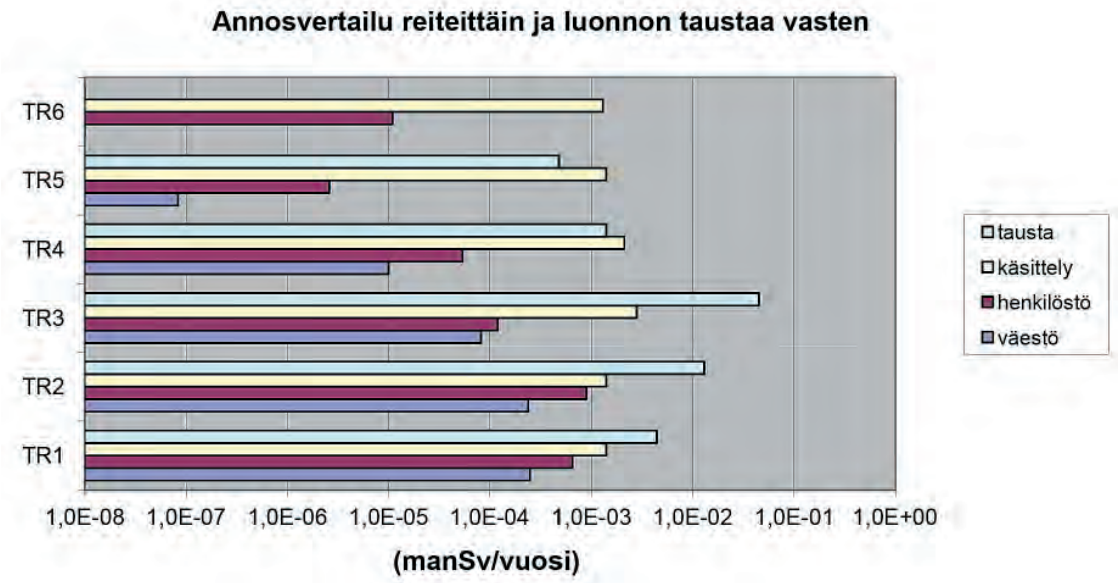
Taulukossa 10 on vertailtu säteilyannostuloksia reiteittäin ja kuljetusmuodoittain. Kokonaisannos määräytyy säiliöiden käsittelijöiden sekä kuljetuksen mukana olevan kuljetushenkilöstön saamista säteilyannoksista. Väestöannoksessa pienimmät annokset saadaan laivakuljetuksessa, koska altistuva väestö sijaitsee hyvin etäällä reitistä ja sen määrä on vähäinen. Mikäli laivakuljetus lähtisi suoraan Hästholmenilta, jää maantieosuus Loviisan ydinvoimalaitokselta Valkoon pois ja tämä pienentää merkittävästi väestön ja kuljetushenkilöstön annosta verrattuna Valkon sataman kautta toteutettuun laivakuljetukseen. Laivakuljetuksiin, kuten myös maanteitse tai junalla tapahtuviin kuljetuksiin liittyvät säteilystä aiheutuvat terveysriskit ovat kuitenkin vähäiset eivätkä säteilyannosten erot reiteittäin muodostune sinänsä määrääviksi tekijöiksi reittivalintaa tehtäessä.

Taulukko 10. *Säteilyannokset reiteittäin ja kuljetusmuodottain. Laskelmissa on oletettu Hästholmen-Olkiluoto reiteillä (TR1-5) kuljetettavan kuljetusmuodoittain yhteensä 3 säiliötä vuodessa (maanteitse 3 x 1 säiliö, laiva- ja junakuljetuksissa kerralla 3 säiliötä). Olkiluodon siirtokuljetuksissa KPA-varastolta kapselointilaitokselle (TR6) on oletettu 5x1 säiliötä per vuosi.*

	(manSv/vuosi)			
	väestö-annos yhteensä	kuljetus-henki-löstön annos	käsitteli-jöiden annos	yhteensä
Rannikkoreitti maanteitse (TR1)	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$6{,}5\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$2{,}3\cdot10^{-3}$
Sisämaan reitti maanteitse (TR2)	$2{,}4\cdot10^{-4}$	$8{,}9\cdot10^{-4}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$
Junareitti (TR3)	$8{,}2\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-4}$	$2{,}8\cdot10^{-3}$	$3{,}0\cdot10^{-3}$
Laivalla Valkosta (TR4)	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-5}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$	$2{,}2\cdot10^{-3}$
Laivalla Hästholmenilta (TR5)	$8{,}3\cdot10^{-8}$	$2{,}6\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
Olkiluodon siirrot maanteitse (TR6)	-	$1{,}1\cdot10^{-5}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$

Tuloskooste ja annosvertailu on nähtävissä myös kuvasta 17. Annoksia on kuvassa verrattu reiteittäin, ryhmittäin sekä siihen luonnon ulkoiseen tausta-annokseen, joka kertyisi ko. reitillä altistuvalle väestömäärälle saman ajan kuluessa kuin mitä kuljetuskin ajallisesti kestää. Normaali tausta-annosnopeus Suomessa on noin 0,1 µSv/h. Kuvasta voidaan havaita, että väestölle kuljetuksista aiheutuva säteilyannos on noin 1/10 – 1/1000 luonnon normaalista taustasäteilyn aiheuttamasta annoksesta. Suhteellisesti pienin säteilyrasitus väestölle aiheutuu laiva- ja junakuljetuksista. Kuljetussäiliön käsittely aiheuttaa kuitenkin yksittäisille henkilöille luonnon taustaa suuremman ammatillisen säteilyaltistuksen. Reittien pituudet ja kuljetusajat on koottu taulukkoon 11.

Olettamalla, että säteilyn annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella olisi IAEA:n ohjeen mukainen suurin sallittava annosnopeus 0,1 mSv/h, aiheutuisi kuljetuksista väestölle suurimman väestöannoksen reitillä (TR1) taustan säteilyannokseen verrattuna viidenneksen (20 %) suuruinen säteilyannos.



Kuva 17. *Tuloskooste ja annosvertailu. Olkiluodon KPA-siirrot (TR6) tapahtuvat pääosin laitosalueella, jonka takia väestö- ja tausta-annosta ei näy kuvassa.*
TR1=rannikkoreiti maanteitse (VVER-polttoaine)
TR2=sisämaan reitti maanteitse (VVER)
TR3=junareitti (VVER)
TR4=laivalla Valkosta (VVER)
TR5=laivalla Hästholmenilta (VVER)
TR6=Olkiluodon siirtokuljetukset (TVO:n BWR-polttoaine).

Mahdollisen liikenteellisen onnettomuuden seurauksena kuljetussäiliöstä vapautuvan päästön aiheuttama säteilyannos ympäristössä jäisi laskelmien mukaan vähäiseksi. Realistisesta päästöstä yksilölle aiheutuva säteilyannos kuukaudessa olisi vain noin sadastuhannesosa siitä annoksesta, joka samana aikana saataisiin luonnon taustasäteilystä.

Taulukko 11. *Reittien pituudet ja kuljetusajat.*

Reitti	Pituus (km)	Kuljetusaika (h)
TR1, rannikkoreitti maanteitse (VVER-polttoaine)	381	7,7
TR2, sisämaan reitti maanteitse (VVER)	352	10,4
TR3, junareitti (VVER)	434	8,9
TR4, laivalla Valkosta (VVER)	597	26,8
TR5, laivalla Hästholmenilta (VVER)	580	26,4
TR6, Olkiluodon siirtokuljetus (TVO:n BWR-polttoaine)	2,5	0,07

4 Yhteenveto

Tutkimuksessa on tarkasteltu käytetyn ydinpolttoaineen normaaleja kuljetustilanteita Loviisan ydinvoimalaitokselta Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevalle loppusijoituslaitokselle sekä siirtokuljetuksia Olkiluodossa. Tarkastelu on käsittänyt eri reittivaihtoehtoihin ja kuljetusmuotoihin liittyvien säteilyvaikutusten ja riskien vertailua sekä niiden hallinnan perusteita.

Kuljetusten tulee täyttää kansainvälisten alan järjestöjen (IAEA, IMO) sekä kansallisen Säteilyturvakeskuksen (STUK) säännökset ja ohjeet, joihin on tutkimuksessa luotu katsaus. Luvanhakijan on toimitettava Säteilyturvakeskukselle hyväksyttäväksi kuljetussuunnitelma, kuljetuksen turvasuunnitelma sekä myös valmiussuunnitelma, koska säteilytettyä polttoainetta sisältävän kuljetussäiliön aktiivisuussisältö on suurempi kuin 1000 TBq. Käytännön toteutusvaihtoehdoista eri kuljetusmuodoilla on kerrottu myös lyhyesti.

Laskelmien mukaan enimmäiskokonaisannokset (manSv/vuosi) Loviisasta Olkiluotoon tapahtuvissa kuljetuksissa (3 säiliötä vuodessa) olisivat reiteittäin ja kuljetusmuodoittain: $2{,}3 \cdot 10^{-3}$ (rannikkoreitti maanteitse), $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ (sisämaan reitti maanteitse), $3{,}0 \cdot 10^{-3}$ (junareitti), $2{,}2 \cdot 10^{-3}$ (laivalla Valkosta) ja $1{,}4 \cdot 10^{-3}$ (laivalla Hästholmenilta). Rannikkoreitillä kuljetushenkilöstö altistuu suuremman tehollisen kuljetusnopeuden ja siten pienemmän altistusajan takia vähemmän kuin sisämaan reitillä. Mikäli laivakuljetus toteutettaisiin suoraan Hästholmenilta, jäisi maantieosuuden aiheuttama altistus ydinvoimalaitokselta Valkon satamaan pois.

Olkiluodon BWR-polttoaineen siirroista KPA-varastolta kapselointilaitokselle aiheutuu vuosittain yhteensä noin $1{,}2 \cdot 10^{-3}$ manSv ammatillinen säteilyannos kuljetussäiliöiden käsittelijöille ja kuljetushenkilöstölle.

Väestön kuljetuksista saama säteilyannos oli kaikilla tarkastelluilla reiteillä selvästi pienempi kuin mitä samana ajanjaksona aiheutuu normaalista luonnon taustasäteilystä. Tarkastelluilla reiteillä kuljetusten aiheuttaman väestöannoksen suhde tausta-annokseen oli välillä 0,02% … 6%. Suurin väestöannos kuljetuksista oli $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ manSv/vuosi ja suurin tausta-annos $4{,}5 \cdot 10^{-2}$ manSv/vuosi (ks. kuva 17). Väestölle kuljetuksista aiheutuva lisäannos on siis pieni. Kuljetussäiliöiden käsittelijöiden ja kuljetushenkilöstön altistuminen säteilylle kuljetuksissa voi kuitenkin olla tausta-altistusta suurempi.

Tämänhetkisen toteutustapasuunnitelman mukaan meritse olisi taloudellisesti edullista kuljettaa kerralla 4 käytetyn ydinpolttoaineen säiliöllistä, ja maanteitse tapahtuvissa kuljetuksissa keskimäärin noin 2 kuljetussäiliöllistä vuodessa.

Liikenteellisten onnettomuustilanteiden seurauksena ympäristössä aiheutuvat säteilyannokset olisivat vähäiset. Vakavimmissa liikenteellisissä onnettomuuksissa seurauksena voisi olla jalokaasun ja muiden haihtuvien aineiden muodostama radioaktiivinen päästö, josta aiheutuisi yksilölle luonnon taustasäteilyyn verrattuna vain noin sadastuhannesosan suuruinen annoskertymä.

Riskienhallinnan näkökulmasta tarkastellen, maantie- ja junareitteihin näyttäisi liittyvän suurempi häiriötilanteiden todennäköisyys kuin laivareittiin. Laivareitillä saavutettaisiin alhaisimmat säteilyannokset sekä kuljetuksien helpompi valvottavuus. Luonnollisesti laivakuljetuksiinkin liittyy esimerkiksi vakavien tulipalotilanteiden ja niiden seurausvaikutusten mahdollisuus.

LÄHDEVIITTEET

Anttila, M. 2005, Radioactive Characteristics of the Spent Fuel of the Finnish Nuclear Power Plants. Posiva Oy, Working Report 2005-71. 310 p.

GNS, Gesellshaft für Nuklear-Service mbH.

International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code: 2010 Edition, International Maritime Organization (IMO).

Koskivirta O., Käytetyn polttoaineen kuljettaminen Loviisan voimalaitokselta Eurajoen Olkiluotoon kapselointia ja loppusijoittamista varten; toteutustapaselvitys, Fortum, 2012.

Neuhauser K. S. & Kanipe F. L., RADTRAN 4, User Guide. Albuquerque, SAND89-2370, 1992.

IAEA 2009. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2009 Edition. Safety Requirements No. TS-R-1. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Vienna.

Raiko H., Canister Design 2012. Report POSIVA 2012-13, Posiva Oy.

SKB, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Stahmer U., Transport of used nuclear fuel – A summary of Canadian and international experience, Nuclear waste management organization, NWMO TR-2009-14, 2009.

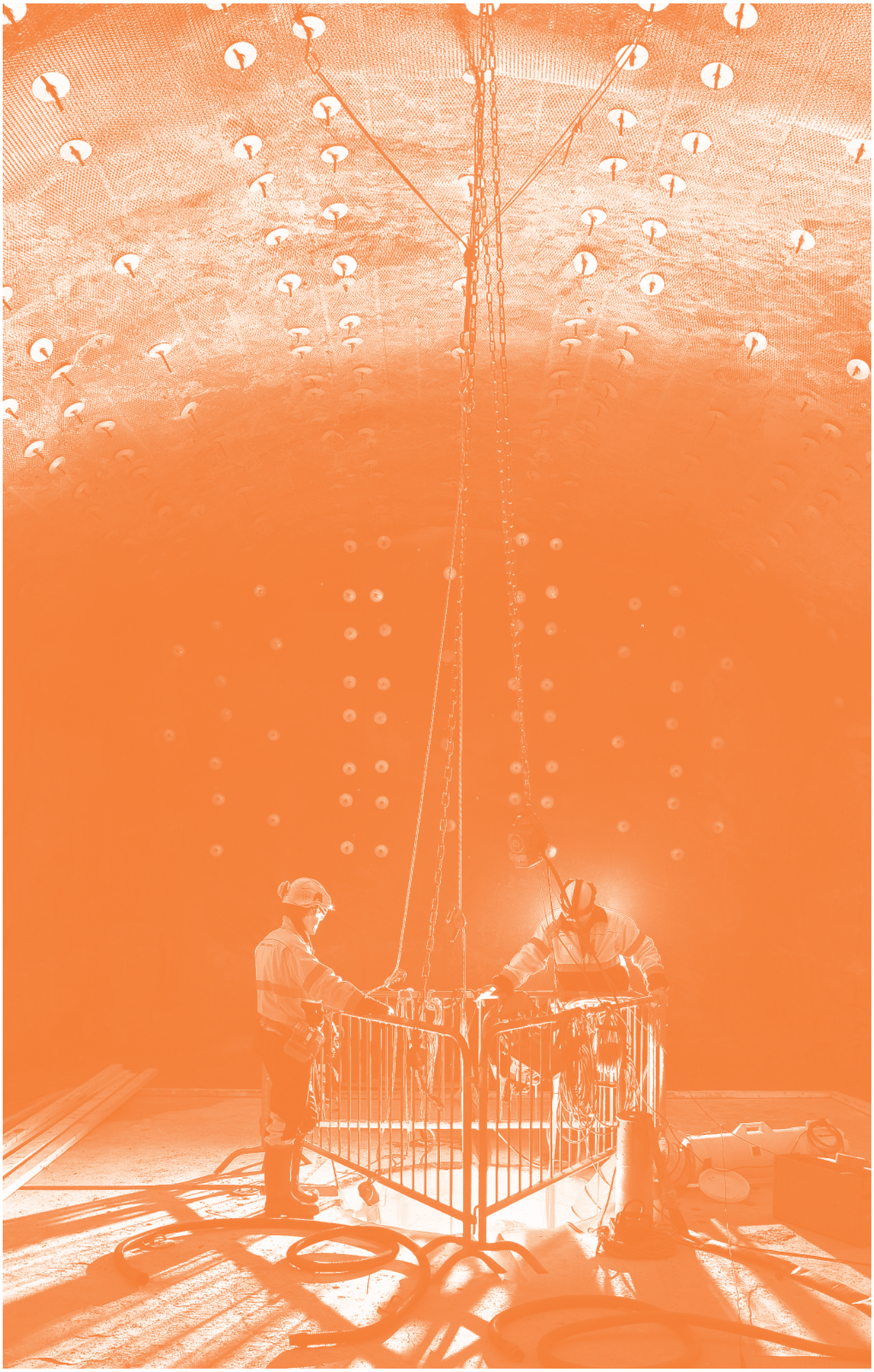
Suolanen V., Lautkaski R., Rossi J., Nyman T., Rosqvist T. & Sonninen S., Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys, POSIVA 2004-04, ISBN 951-652-130-4, Olkiluoto, 2004.

Suomen asukasluvut kunnittain, Väestörekisterikeskus 2012.

Tietilastoja 2010, Liikenneviraston tilastoja 6/2011.

Vaarallisten aineiden kuljetus rautateillä (370/2011), laki 719/1994 muutoksineen.

Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä (369/2011), laki 719/1994 muutoksineen.

YVL C.5 Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt.

YVL D.2 Ydinaineiden ja jätteiden kuljetus.