

**YVA 08**

Ympäristövaikutusten  
Arviointimenettely 2008



**Käytetyn ydinpolttoaineen  
loppusijoituslaitoksen  
laajentaminen**

**Ympäristövaikutusten  
arviointiselostus**



**POSIVA**



# Esipuhe

Posiva Oy on käynnistänyt käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (YVA-laki) mukaisesti.

Suunnitelma hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnista ja tiedottamisen järjestämisestä eli YVA-ohjelma valmistui toukokuussa 2008. YVA-ohjelma oli yleisön nähtävillä 27.5.–25.7.2008. YVA-menettelyssä YVA-lain tarkoitamana yhteysviranomaisena toimiva työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) antoi lausuntonsa ohjelmasta 22.8.2008.

Hankkeen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu laajalti. Painopiste on asetettu merkittäviksi arvioituihin ja koetuihin vaikutuksiin. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista on saatu tietoa muun muassa tiedottamisen, vuorovaikutuksen ja kansainvälisen kuulemisen yhteydessä.

Ympäristövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu muun muassa tarkastelualueella olevan asutuksen ja luonnon ympäristön perusteella sekä vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen.

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on koottu tähän ympäristövaikutusten arviointiselostukseen eli YVA-selostukseen. YVA-selostuksessa on esitetty kaikki oleellinen olemassa oleva ympäristötieto ja tulokset laadituista ympäristövaikutusselvityksistä. YVA-selostuksessa on esi-

tetty myös suunnitelmat haitallisten ympäristövaikutusten lieventämiseksi.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointi on ollut haasteellista, sillä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamisen ympäristövaikutukset alkavat pääosin toteutua vasta vuosikymmenien kuluttua, aikaisintaan 2070-luvulla.

YVA-menettelystä on vastannut Posivassa YVA-projektiryhmä. Projektipäällikkönä on toiminut turvallisuuspäällikkö Markku Friberg.

YVA-ohjelman ja YVA-selostuksen laadinnasta on vastannut Posivan toimeksiannosta Pöyry Energy Oy. Konsultin projektipäällikköinä ovat toimineet FM Päivi Koski (YVA-ohjelmavaihe) ja DI Pirkko Seitsalo (YVA-selostusvaihe). YVA-selostuksen laatimiseen ovat osallistuneet lisäksi ins. Tiina Kähö (projektipäällikön varahenkilö), TkL Jaakko Savolahti (ympäristövaikutusten arviointi), FM Mirja Kosonen (sosiaalisten vaikutusten ja terveysvaikutusten arviointi) ja DI Janna Riikonen (teemahaastatteluiden toteutus, sosiaalisten vaikutusten arviointi). Arvioinnissa on lisäksi käytetty apuna Pöyryn geotieteellisen konsultoinnin asiantuntijoita.

Eurajoki 7.10.2008

Posiva Oy

# Yhteystiedot

**Hankkeesta vastaava:** Posiva Oy  
**Postiosoite:** Olkiluoto, 27160 Eurajoki  
**Puhelin:** (02) 8372 31  
**Yhteyshenkilö:** Markku Friberg  
**Sähköposti:** markku.friberg@posiva.fi

**Yhteysviranomainen:** Työ- ja elinkeinoministeriö  
**Postiosoite:** PL 32, 00023 Valtioneuvosto  
**Puhelin:** 010 606 000  
**Yhteyshenkilö:** Jaana Avolahti  
**Sähköposti:** jaana.avolahti@tem.fi

**Kansainvälinen kuuleminen:** Ympäristöministeriö  
**Postiosoite:** PL 35, 00023 Valtioneuvosto  
**Puhelin:** 020 490 100  
**Yhteyshenkilö:** Nunu Pesu  
**Sähköposti:** nunu.pesu@ymparisto.fi

**Hankkeesta antaa lisätietoja myös:**  
**YVA-konsultti:** Pöyry Energy Oy  
**Postiosoite:** PL 93, 02151 Espoo  
**Puhelin:** 010 3311  
**Yhteyshenkilöt:** Tiina Kähö ja Jaakko Savolahti  
**Sähköposti:** tiina.kaho@poyry.com; jaakko.savolahti@poyry.com

# Tiivistelmä

Posiva Oy (jäljempänä Posiva) käynnisti loppusijoituslaitoksensa laajentamista koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) keväällä 2008. Posiva varautuu näin ottamaan huomioon omistajiensa Teollisuuden Voima Oyj:n (jäljempänä TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (jäljempänä Fortum) mahdollisten uusien ydinvoimalaitoshankkeiden käytetyn polttoaineen loppusijoitustarpeen Eurajoen Olkiluodossa.

YVA-ohjelma luovutettiin yhteysviranomaiselle toukuussa 2008 ja se oli yleisön nähtävillä 27.5.–25.7.2008. Yhteysviranomainen antoi lausuntonsa ohjelmasta Posivalle 22.8.2008.

Ympäristövaikutuksia selvittäessä hankkeen vaikutuksia on tarkasteltu laajalti. Painopiste on asetettu merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista on saatu tietoa muun muassa tiedottamisen, vuorovaikutuksen, teemahaastattelujen ja kansainvälisen kuulemisen yhteydessä.

Hankkeesta vastaava on Posiva, joka on TVO:n ja Fortumin omistama yhtiö. Posiva huolehtii omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimuksista, loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä sekä laitoksen sulkemisesta käytön jälkeen. Lisäksi Posiva tarjoaa ydinjätehuollon asiantuntijapalveluja omistajilleen ja muille asiakkailleen.

Yhteysviranomaisena tässä YVA-menettelyssä toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). YVA-selostuksen laadinnasta on vastannut Pöyry Energy Oy.

## Vuorovaikutus

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn liittyvissä tiedotus- ja keskustelutilaisuuksissa osallistujilla on ollut mahdollisuus esittää mielipiteitään ja saada tietoa hankkeesta ja sen ympäristövaikutuksista.

YVA-menettelyn yhteydessä tehtiin teemahaastatteluja, joiden avulla saatiin tietoa asianomaisten suhtautumisesta ja luottamuksesta hankkeeseen ja Posivaan. Lisäksi YVA-menettelystä on tiedotettu lehdistötiedottein, Posivan internetsivuilla, esitteissä ja erilaisissa tilaisuuksissa.

## Hankkeen tarkoitus, sijainti ja aikataulu

Suomessa TVO:n ja Fortumin käytetty ydinpolttoaine on suunniteltu loppusijoitettavan Olkiluodon kallioperään louhittaviin loppusijoitustiloihin 400–700 metrin syvyyteen. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen on tarkoitus alkaa vuonna 2020.

Posiva selvittää Olkiluotoon sijoittuvan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen kapasiteetin laajentamista siten, että loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa 12 000 uraanitonnia käytettyä polttoainetta aiemmin suunnitellun 9 000 uraanitonnin sijasta.

Hankkeen YVA-menettely on tarkoitus saada päätökseen vuoden 2009 alkupuolella. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen edellyttää valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan hyväksymää periaatepäätöstä sekä useiden lakien mukaisia lupapäätöksiä. Jos hanke etenee vaiheeseen, jossa periaatepäätöstä ja tarvittavia lupia päätetään hakea, hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostus liitetään periaatepäätöshakemukseen ja tarvittaessa lupahakemuksiin.

Loppusijoituslaitoksen rakentamisvalmiuteen tähtäävää tutkimus- ja suunnitteluvaihetta jatketaan vuoteen 2012 saakka. Vuosien 2013–2020 aikana tehdään loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutus suunnitelmat ja rakennetaan laitos. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on tarkoitus alkaa vuonna 2020. Nyt YVA-menettelyssä olevan laajennusta edellyttävän seitsemän laitoksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus alkaisi 2070-luvulla ja päättyisi noin vuonna 2120.

## Hankkeen vaihtoehdot ja rajaukset

Ympäristövaikutusten arvioinnissa päävaihtoehtona tarkastellaan loppusijoituslaitoksen laajentamista siten, että loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrä on yhteensä 12 000 uraanitonnia aiemmin suunnitellun 9 000 uraanitonnin sijasta. Laajennus kohdistuu pääosin maanalaisiin loppusijoitustiloihin.

YVA-selostuksessa on myös esitetty kuvaus tiloista, joihin sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia ja tiloista, joihin sijoitettaisiin 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Ympäristövaikutukset on arvioitu loppusijoituslai-

toksen koko laajuudelta ottaen huomioon tilojen laajenus. Tämä tarkoittaa, että YVA-selostuksessa on esitetty loppusijoitustilan ympäristövaikutukset tilanteessa, jossa laitokseen sijoitettaisiin 12 000 uraanitonnin käytettyä ydinpolttoainetta. Vaihtoehtojen vertailemiseksi ympäristövaikutukset on myös esitetty tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnin tai 9 000 uraanitonnin käytettyä ydinpolttoainetta.

Ympäristövaikutusten arviointi koskee ainoastaan Olkiluodon loppusijoituspaikkaa. Olkiluoto valittiin sijoituspaikaksi useiden paikkavaihtoehtojen joukosta laajan ja monivaiheisen tutkimustyön perusteella vuonna 1999. Valtioneuvosto teki vuonna 2000 periaatepäätöksen, jonka mukaan loppusijoituslaitoksen rakentaminen Eurajoen Olkiluotoon on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa Posivan loppusijoituslaitosta ei laajenneta ja loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa enimmillään 9 000 uraanitonnin käytettyä polttoainetta. Nollavaihtoehdon mukaisessa tilanteessa Olkiluodon loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta. Tässä tapauksessa seitsemännen ydinvoimalaitosyksikön käytettyä polttoainetta varastoitaisiin vesialtaissa käytetyn polttoaineen välivarastossa, kunnes päätetään polttoaineen käsittelystä tai sijoittamisesta pysyvällä tavalla.

## Liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin

TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1 ja OL2 sijaitsevat Olkiluodon länsiosassa Eurajoella. Molempien laitosyksiköiden nimellissähköteho on 860 MW (netto). Lisäksi on rakenteilla kolmas laitosyksikkö OL3, jonka nimellissähköteho tulee olemaan noin 1 600 MW (netto). Laitosyksikön kaupallisen toiminnan on määrä alkaa vuonna 2011.

Loviisan nykyiset ydinvoimalaitosyksiköt LO1 ja LO2 sijaitsevat Hästholmenin saarella Loviisassa, noin 80 kilometriä Helsingistä itään. Loviisan molempien laitosyksiköiden nimellissähköteho on 488 MW (netto).

Molemmat Posivan omistajat, TVO ja Fortum, toteuttivat vuosina 2007–2008 ympäristövaikutusten arviointimenettelyt koskien uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamista. TVO selvitti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen

laajentamista neljännellä laitosyksiköllä ja Fortum Loviisan ydinvoimalaitoksen laajentamista kolmannella laitosyksiköllä. Nämä ydinvoimalaitosyksiköt olisivat molemmat sähkötehoaan 1 000–1 800 MW (netto). TVO jätti 25.4.2008 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen neljännen ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseksi Olkiluotoon. Myös Fortum valmistelee asiakirjoja, jotka mahdollistavat periaatepäätöksen hakemisen LO3-laitosyksikölle. Tarve uuteen YVA-menettelyyn johtuu LO3-laitosyksiköstä. Loppusijoituslaitoksen laajennusta voidaan tarvittaessa käyttää myös Posivan omistajien muiden laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen.

## Loppusijoitusratkaisun kuvaus

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen on tarkoitus sijoittaa TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksilla kertynyt käytetty ydinpolttoaine pysyväksi tarkoitetulla tavalla. Loppusijoitustilat louhitaan Olkiluodon peruskallioon 400–700 metrin syvyyteen. Sijoittamalla käytetty ydinpolttoaine tiiviisiin metallisäiliöihin kapseloituna syvälle kallioon ydinjäte eristetään elollisesta luonnosta. Satojen metrien syvyys takaa myös riittävän eristyksen tulevien jääkausien aiheuttamilta vaikutuksilta.

Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuskonsepti perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan toisiaan varmistavaan vapautumisesteeseen siten, että yhden vapautumisesteen toimintakyvyn vajavaisuus ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta. Vapautumisesteitä ovat kuparivalurautakapseli, bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelin täyteaine ja ehyt kallio loppusijoitustilojen ympärillä.

## Varmentava tutkimusvaihe

Tutkimusvaihetta, jonka päätavoitteena on hankkia kallioperästä tiedot loppusijoituspaikan ominaisuuksista loppusijoituslaitoksen yksityiskohtaista suunnittelua varten, kutsutaan varmentavien tutkimusten vaiheeksi. Tätä varten Olkiluotoon on rakenteilla loppusijoitussyvyydelle ulottuva tutkimustila ONKALO.

ONKALO käsittää spiraalinmuotoisen ajotunnelin, henkilö- ja ilmanvaihtokuilut, tutkimus-, testaus- ja demonstraatiotilat sekä teknisiä tiloja. Tutkimukset loppusijoitus-

syvyydellä on tarkoitus aloittaa vuonna 2010. Louhinnan rinnalla tehdään kallioperätutkimuksia ajotunnelista käsin. Tulokset hyödynnetään välittömästi louhinta- ja rakennustöissä.

### Rakentamisvaihe

Loppusijoitustilat ja ONKALO on suunnittelu siten, että ONKALO voi toimia osana loppusijoitustiloja, kun ydinjätekapselien loppusijoitus aloitetaan vuonna 2020. Osa loppusijoitustilojen rakennusteknisistä töistä tehdään jo ONKALON rakennusvaiheessa. ONKALON rakentamisessa käytettävät työmenetelmät ja materiaalit on valittu niin, että ne ovat hyväksyttäviä myös loppusijoitustilojen kanalta. Tiloja laajennetaan loppusijoituksen käyttövaiheessa louhimalla lisää sijoitus- ja keskustunneleita.

Loppusijoituslaitoskokonaisuus muodostuu maanpäällisestä ja maanalaisesta laitososasta. Maanalainen laitososa koostuu syvälle kalliioon 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 kapselien siirtoa varten.

### Käyttövaihe

Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen ja TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen välivarastoissa vähintään 40 vuoden ajan ennen loppusijoitusta. Välivarastoista käytetty polttoaine kuljetetaan Olkiluodossa sijaitsevaan Posivan loppusijoituslaitokseen erikoissäiliöissä erikoiskuljetuksina. Kuljetus Loviisasta Olkiluotoon voi tapahtua joko maanteitse, rautateitse tai meriteitse. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksille on Suomessa haettava Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupa. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön rakenteen, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä järjestelyt onnettomuuksiin ja vahingontekoihin varautumiseksi.

Maanpäällisen laitososan tärkein rakennus on kapselointilaitos. Kapselointilaitos suunnitellaan siten, että siellä pystytään käsittelemään omistajien nykyisten sekä rakenteilla ja suunnitteilla olevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetty polttoaine. Ydinvoimalaitosten välivarastoista loppusijoituslaitokselle tuotu käytetty polttoaine pakataan kuparikapselisiin kapselointilaitoksessa ja siirretään sen jälkeen hissillä tai vaihtoehtoisesti ajotunnelia pitkin loppusijoitustilaan. Nykyisten suunnitelmien mukaan loppusijoitustila sijoittuu yhteen kerrokseen noin 420 metrin syvyyteen maanpinnasta.

Loppusijoitustilojen suunnitelmat perustuvat kapselien pystysijoitusratkaisuun (KBS-3V). Sen ohella kyseen voi tulla vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H), jossa kapselit asennetaan vaakatasoon porattuihin tunneleihin.

Pystysijoitusratkaisussa loppusijoitustunneleiden lattiaan porataan pystysuorat loppusijoitusreiät, joihin tiiviit ja korroosiota kestävät kapselit sijoitetaan. Kapselin ja kalliion väliin jäävä tila täytetään molemmissa ratkaisuvaihtoehtoisissa bentoniittilohkoilla. Kapselien ympäröivät näin ollen kauttaaltaan bentoniittilohkot, jotka paisuvat voimakkaasti vettymisen seurauksena ja tiivistävät loppusijoitusreiät.

### Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun polttoaineen palautettavuus

Loppusijoitusosastoja suljetaan loppusijoitustoiminnan aikana sitä mukaa kun kapselien loppusijoitetaan. Kun kaikki käytetty polttoaine on loppusijoitettu, kapselointilaitos puretaan, tunnelit täytetään täyteaineella ja maanpinnalle johtavat yhteydet suljetaan. Kun ydinjätehuoltovelvollinen on hyväksytysti sulkenut loppusijoitustilat ja suorittanut valtiolle maksun ydinjätteiden tulevasta tarkailusta ja valvonnasta, siirtyy jätteiden omistusoikeus ja vastuu jätteistä valtiolle. Loppusijoitus on ydinenergialain mukaan kokonaisuudessaan toteutettava siten, ettei jälki- ja valvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

Kalliion 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. Pa-

lauttamisessa käytetään samoja tavanomaisia työtekniikoita ja menetelmiä kuin loppusijoitustiloja louhittaessa ja rakennettaessa. Kapselien palauttaminen loppusijoitustiloista 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.

### Rakentamisen ja käyttötoiminnan ympäristövaikutukset

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu sekä odotettavissa olevia vaikutuksia että mahdollisten ympäristöonnettomuuksien aiheuttamia vaikutuksia.

### Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset

Posivan loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne muodostaa pienen osan Olkiluodon saaren liikenteestä (noin 5 % kokonaisliikennemäärästä), joten sillä ei ole suurta vaikutusta liikennemääriin eikä liikenteestä aiheutuviin vaikutuksiin. Loppusijoituslaitoksen laajennus ei vaikuta liikennemääriin vuorokausitasolla.

Loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä ydinpoltoainetta Olkiluodon ydinvoimalan lisäksi myös Loviisan ydinvoimalaitokselta. Loviisan polttoaineiden kuljetus Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan maantiekuljetuksena, mutta vaihtoehtoisina kuljetustapoina on tarkasteltu myös rautatie- ja merikuljetusta sekä näiden yhdistelmiä. Polttoainekuljetusten määrä riippuu polttoaineen määrästä, polttoainetyypistä, palamasta, jäähtymisajasta ja kuljetussäiliön koosta. Enimmillään vuodessa on kymmenen kuljetusta. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen tarkoittaa kuljetusten kannalta sitä, että toiminta jatkuu vastaavana kuin aiemminkin, mutta kuljetukset jatkuvat aiempaa pidemmän ajan. Kaikissa eri kuljetustapavaihtoehtoisissa pakokaasupäästöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat kuljetusten pienestä määrästä johtuen merkityksettömät.

Normaalikuljetusten säteilyn aiheuttama vakavien syöpätapausten riski on tarkastelluilla reiteillä pienempi kuin 0,00007 tapausta/vuosi ja onnettomuuksien osalta riski

on tätäkin alhaisempi. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kuljetuksista ole odotettavissa yhtään syöpäkuolemaa. Käytetyn polttoaineen kuljetuksiin liittyvä säteilystä aiheutuva terveysriski on pienempi kuin tavanomaisista liikenneonnettomuuksista aiheutuva riski.

### Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin

Loppusijoituslaitoksen normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt tai onnettomuudet eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle maanpäällisen laitosalueen ulkopuolella.

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

Loppusijoituslaitoksen maisemavaikutukset jäävät vähäisiksi. Loppusijoitusalueella ei ole valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia tai muita kohteita. Olkiluodon alueelta ei ole löydetty muinaismuistikohteita.

### Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Maanalaisen laitoksen tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9000 uraanitonnia, on noin 190 hehtaaria. Loppusijoitustilojen laajentaminen 9000 uraanitonniasta 12000 uraanitonniin kasvattaa loppusijoituksen tarvitsemaa maanalaista pinta-alaa noin 50 hehtaarilla. Maanalaisten loppusijoitustilojen laajennus voi näkyä maanpäällä uusina, pinta-alaltaan noin 20 m<sup>2</sup> kokoisina kuilurakennuksina. Muut maanpäälliset rakennukset on rakennettu jo ennen laajennusvaiheen loppusijoituksen aloittamista.

Loppusijoitettavan polttoainemäärän lisääntyminen 9000 uraanitonniasta 12000 uraanitonniin kasvattaa syntyvän louheen määrää noin 410000 m<sup>3</sup>:llä kasvattuen louheen kokonaistuoton noin 1670000 m<sup>3</sup>:stä noin 2080000 m<sup>3</sup>:iin. Louhetta syntyy vuosittain keskimäärin noin 20000 m<sup>3</sup>. Osa louheesta käytetään loppusijoitustilojen täyteaineena ja ylijäävä osa voidaan käyttää muihin tarkoituksiin, esimerkiksi myydä joko sellaisenaan tai murskattuna täyttö- tai rakennusmateriaaliksi.



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

Avoimiin tunnelitiloihin vuotaa pohjavettä, joka pumputaan 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 tunnelin ympärillä.

Loppusijoitusalueen laajennusosaan virtaavan pohjaveden määrää ja laajennusosan vaikutusta pohjaveden pinnankorkeuteen on arvioitu numeerisen virtausmallin avulla. Virtausmalli on päivitetty vastaamaan vuoden 2007 loppuun asti kerättyä havaintoaineistoa.

Numeerisen mallin mukaan laajennusosan rakentaminen lisää koko tunnelistoon virtaavan veden määrää noin 20 %, kun sekä ONKALO että koko loppusijoitustila on oletettu yhtä aikaa avoimeksi. Todellisuudessa tunnelisto rakennetaan vaiheittain ja vain osa tunnelistosta on kerralla avoimena, mikä pienentää todellisia vaikutuksia verrattuna ennustettuihin vaikutuksiin.

Vuotoveden lisääntyminen aiheuttaa tarkastelualueella keskimäärin 2–4 metrin aleneman pohjaveden pinnankorkeuteen tiivistämisen onnistumisesta riippuen. Paikallisesti alenema muodostuu suuremmaksi kohdissa, joissa keskimääräistä paremmin vettä johtavia kalliotilavuuksia sijoittuu pinnan läheisyyteen.

Syvien pohjavesien kemiallinen koostumus ja kaasukoostumus vastaavat edelleen läheisesti Olkiluodon saarella ennen ONKALON rakentamisen aloitusta vallinnutta niin sanottua perustilaa, eikä suuria muutoksia ole tapahtunut. Hydrogeokemiallinen monitorointijakso on kuitenkin ajallisesti vielä lyhyt ja ONKALON rakentamisesta johtuvat hydrogeokemialliset muutokset voivat tulla näkyviin vasta useiden vuosien kuluttua. Loppusijoitustilan laajentamisen hydrogeokemiallisia vaikutuksia ei vielä voida luotettavasti arvioida, mutta niiden ei arvioida oleellisesti poikkeavan laajentamista edeltävän toiminnan vaikutuksista.

### Vaikutukset ilmanlaatuun

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

### Melu- ja värinävaikutukset

Maarakennustöistä, räjäytyksistä ja louheen käsittelystä ja murskauksesta sekä ajoneuvojen ja työkonoiden käytöstä aiheutuu melua ja värinää. Värinää ja melua aiheuttavat toiminnot toteutetaan siten, ettei niistä aiheudu merkittäviä vaikutuksia ympäristöön.

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

Loppusijoitettavan polttoaineen määrä ei käytännössä vaikuta meluvyöhykkeisiin. Loppusijoitettavan polttoaineen määrän kasvaessa toiminta vain jatkuu pidempään. Mahdollisesti tarvittavien uusien kuilujen louhinnasta voi aiheutua melua. Vaikutukset jäävät kuitenkin vähäisiksi nousuporaustekniikan ja toiminnan lyhyen keston ansiosta.

### Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin sekä suojeleukohteisiin

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 kalliopinna yläpuolisesta maavedestä. Tällöin maanalaisten tilojen aiheuttama kalliopohjaveden alenema ei vaikuta kasveihin. Mer-

kittävää 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. loppusijoituslaitos) eivät merkittäväällä 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 polttoaineen kapseloinnissa loppusijoituslaitokselta normaalitilanteessa tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömiä. Kapselointilaitoksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin määriin.

Normaaleista yhden vuoden päästöistä 50 vuoden kuluessa aiheutuva annos väestöön kuuluvalla henkilölle on alle 0,01 mSv laitosalueen välittömässä läheisyydessä. Annos on vähintään kertaluokkaa pienempi viiden kilometrin päässä kuin laitoksen välittömässä läheisyydessä. Kauempana annos on tätäkin pienempi. Normaaleista päästöistä aiheutuvat annokset ovat siten merkityksettömän pieniä esimerkiksi luonnonsäteilyyn (n. 3 mSv/vuosi) verrattuna.

Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvaessa loppusijoituslaitoksen käyttövaihe pitenee. Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvulla tai pidemmällä käyttöajalla ei ole oleellista vaikutusta säteilyannoksiin, joita väestöön kuuluva henkilö saa laitoksen normaalikäytön seurauksena. Sen sijaan väestön loppusijoituslaitoksen käytöstä saama kokonaisannos kasvaa suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun. Suurempi polttoainemäärä ei siis lisää normaalikäytöstä aiheutuvia yksilötason terveysriskejä. Kun tarkastellaan terveysriskejä koko

väestön osalta, ne kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.

Suomalaisten suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu osana vuosittain tehtävää ”Suomalaisten energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Ydinjätteisiin on aiemmissa tutkimuksissa todettu kohdistuvan selviä epäluuloja. Vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa kolmannes vastaajista (32 %) piti ydinjätteiden loppusijoittamista kallioperään Suomessa turvallisena. Epäileviä oli enemmän, lähes puolet (46 %) väestöstä. Varauksellisuutta selittää muun muassa kahden kolmasosan (68 %) näkemys, jonka mukaan ydinjätteet muodostavat jatkuvan uhan tulevien sukupolvien elämälle. Eri mieltä oli vain noin joka seitsemäs (15 %). Koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys ei ole 25 tutkimusvuoden aikana muuttunut neutraalimpaan suuntaan.

Tutkimuksen mukaan ydinvoimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtauduttiin aiempaan tapaan positiivisemmin kuin maassa keskimäärin. Luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen oli näissä kunnissa laajempaa. Voimalaitoskuntien ero koko maan keskiarvoon nähden on viime vuosina kuitenkin pienentynyt.

Tämän YVA-hankkeen aikana talvella 2007–2008 suoritettussa tutkimuksessa tarkasteltiin Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen. Kyselytutkimus postitettiin satunnaisotksella valituille 400 Eurajoen kuntalaiselle. Lisäksi haastattelututkimuksessa selvitettiin 18 eurajokelaisen näkemyksiä teemahaastatteluiden avulla.

Lomakekyselyn tulosten perusteella noin 40 % kyselyyn vastanneista Eurajoen kuntalaisista suhtautui käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen myönteisesti ja 12 % neutraalisti. 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.

Haastattelut 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. Yhteensä haastateltiin henkilökohtaisesti 21 henkilöä, jotka jaettiin kahteen ryhmään: Olkiluodossa ja sen välittömässä lähiympäristössä asuviin sekä Eurajoen nuorta polvea edustavaan ryhmään, josta puolet oli 18–19-vuotiaita lukiolaisia ja puolet alle 30-vuotiaita pienten lasten vanhempia.

Haastatellut eivät pitäneet loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksia olennaisina verrattuna siihen, että loppusijoituslaitos kuitenkin rakennetaan kuntaan. Kokonaiskuvaksi muodostui, että suurin osa haastatelluista suhtautui 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 kuljetuksen riskit. Kunnan kannalta positiivisena asiana nähtiin 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.

Loppusijoituslaitoksen laajentaminen verrattuna siihen, että hieman pienempi laitos rakennettaisiin joka tapauksessa, oli lähes kaikkien haastateltujen mielestä turvallisuuden kannalta joko neutraali tai positiivinen seikka. Laajentaminen herätti huolta lähinnä siinä mielessä, että useat arvioivat sen liittyvän suunnitelmiin tuoda ydinjätteitä ulkomailta.

### Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon

Vuonna 2007 laaditun selvityksen ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset” mukaan loppusijoituslaitoksen sijoittumispäätöksellä, Posivan siirtymisellä

Eurajoelle, Vuojoen kartanon peruskorjauksella ja toiminnan uudistamisella sekä 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 loppusijoituslaitoksen työllistävä vaikutus on merkittävä, enimmillään noin 220 henkilötyövuotta vuodessa. Eurajoen kuntaan ja seudulle kohdentuvat työllisyysvaikutukset vaikuttavat merkittäväällä tavalla positiivisesti kunnan ja seudun työllisyyteen.

Loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta vaikuttavat Eurajoen kunnallistalouteen. Laitoksen maksama 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 kohdullisen hyvin ennakoitavissa ja jakautuvat pitkälle ajalle. Loppusijoituslaitokseen ennakoon liitetyt potentiaaliset negatiiviset ulkoisvaikutukset eivät ole toteutuneet. Käytettävissä olevan tiedon perusteella laitoshanke ei ole häiritellyt asukkaita eikä yrityksiä, ja Eurajoen kunnan tunnetuus sekä imago ovat vahvistuneet.

### Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

Häiriötilanteet eroavat onnettomuustilanteista siten, että häiriötilanteiden seuraukset ovat onnettomuustilanteita lievemmiä, mutta niitä voi tapahtua useammin. Radioaktiiviset aineet vapautuvat häiriötilanteissa kapselointilaitoksen tiloihin tai siellä sijaitseviin laitteisiin. Loppusijoitustiloissa sellaiset häiriöt ja onnettomuudet, joissa

vapautuu radioaktiivisia aineita, ovat erittäin epätodennäköisiä.

Yksittäisen häiriötilanteen aiheuttama annos väestöön kuuluvalla henkilölle 50 vuoden kuluessa on suurella todennäköisyydellä alle 0,001 mSv. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten alle sadasosaan vaatimusten mukaisesta raja-arvosta 0,1 mSv vuodessa.

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

Suurella todennäköisyydellä oletetun onnettomuustilanteen, jolla tarkoitetaan turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteina käytettäviä tilanteita, aiheuttama ensimmäisen vuoden kuluessa kertyvä annos väestöön kuuluvalla henkilölle on alle 0,5 mSv ja 50 vuoden kuluessa kertyvä annos alle 0,8 mSv. Oletetuista onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo 1 mSv vuodessa. 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. Viiden kilometrin päässä laitoksesta annos on ainakin kertaluokkaa pienempi.

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. Oletetun onnettomuuden vaikutusalue ulottuisi leviämissuunnassa korkeintaan noin viiden kilometrin päähän, kun rajana pidetään vuosiansiosta 0,1 mSv (luonnonsäteilystä keskimäärin noin 3 mSv/vuosi).

Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvaessa loppusijoituslaitoksen käyttövaihe pitenee. Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvulla tai pidemmällä käyttöajalla ei ole oleellista vaikutusta säteilyannoksiin, joita väestöön

kuuluva henkilö saa odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien seurauksena. Sen sijaan todennäköisyys, että koko käyttövaiheen aikana tapahtuu käyttöhäiriö tai onnettomuus, kasvaa suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun. Suurempi polttoainemäärä ei siis lisää käyttöhäiriöistä ja onnettomuuksista aiheutuvia yksilötason terveysriskejä. Kun tarkastellaan terveysriskejä koko väestön osalta, ne kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.

Maanpinnalla sijaitseva kapselointilaitos on rakenteellisesti mitoitettu myös oletettuja ulkoisia tapahtumia vastaan. Tällaisia ovat esimerkiksi pienlentokoneen törmäys rakennukseen, maanjäristys ja tulviminen.

## Pitkäaikaisturvallisuus

Vakaaseen peruskallioon sijoitetut, bentoniittisavella ympäröidyt, mekaanisesti vahvat ja korroosiota kestävätkä 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.

Kapselirikkoja odotetaan kuitenkin tapahtuvan huoimmassakin 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. Turvallisuuteen vaikuttavien seikkojen selvittäminen jatkuu epävarmuuksien pienentämiseksi. Teknisten ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja riittävä laatu tullaan osoittamaan kokeellisesti. Näihin kokeisiin tulee perustumaan vuoden 2012 lopulla jätettä-

vä, loppusijoitustilojen rakentamislupahakemusta tukeva täysimittainen turvallisuusperustelu.

## Ympäristövaikutusten seuranta

ONKALON rakentamisen aiheuttamia mahdollisia pitkäaikaisia muutoksia ympäröivässä kalliassa ja pohjaveden virtaussysteemissä seurataan tätä varten tehdyn ohjelman mukaisesti. Ohjelman piiriin kuuluu kalliomekaani- nen, hydrologinen, hydrogeokemiallinen sekä ympäristön ja vieraiden aineiden monitorointi. ONKALON rakentamisen aikainen ympäristövaikutusten seuranta auttaa ennakoidaan loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja laajentamisen aikaisia ympäristövaikutuksia.

Loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana suoritetaan kuormitus- ja vaikutustarkkailua. 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 seuranta 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.

Loppusijoitusvaiheessa valvotaan radioaktiivisten aineiden pääsyä ympäristöön. Tyypillisiä mittauspaiikkoja ovat

ilmastointi-ilman ja jätevesien poistoreitit. Jo aloitettuja pitoisuuksien ja annosnopeuden mittauksia jatketaan.

Ympäristövaikutusten seuraamiseksi laaditaan ohjelma, johon alustavasti on ajateltu sisältyvän seuraavat kohteet:

- säteilyvaikutukset ympäristössä
- luonnon radonkaasun pitoisuus kalliotiloissa
- pohjaveden pinnankorkeus kalliotilojen ympäristössä
- kasvillisuusjakauma pohjavesivaikutteisilla alueilla
- pintalouhintojen tärinätasot lähiympäristön rakennuksissa
- Eurajoen kunnan imago
- säteilypelkojen esiintyminen
- sosioekonomiset vaikutukset.

Muita seurantavelvoitteita saatetaan määrätä myöhempien lupäksittelyjen yhteydessä esimerkiksi melulle ja pölylle.

Posivan seurantamittaukset lopetetaan, kun laitos on suljettu STUK:n 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 ilman jälkiseurantaakin.

Sulkemisen jälkeisessä seurannassa on keskeistä selvittää, miten kallioperän ominaisuudet palautuvat rakentamista edeltäneeseen tilaan. Kallioperän olosuhteiden seuranta on selvitetty useissa kansainvälisissä hankkeissa.

Sulkemisen jälkeinen seuranta voi sisältää muun muassa radioaktiivisuuden mittausta maanpinnalta ja syvistä kairareijistä. Rei'istä voidaan myös seurata pohjaveden pinnankorkeuksia, virtauksia, kemiaa, lämpötilaa ja niin edelleen. Maanpinnalta voidaan geofysikaalisilla mittauksilla seurata mikromaanjärjestyksien esiintymistä. Ydinmateriaalin koskemattomuuden vaarantaminen lainvastaisella toiminnalla vaatisi maanpinnalla näkyviä toimia. Toimet voitaisiin havaita ja niitä voitaisiin valvoa kansainvälisesti esimerkiksi satelliiteista.

# Sisältö

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>Yhteystiedot</b> .....	<b>4</b>
<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>5</b>
Vuorovaikutus.....	5
Hankkeen tarkoitus, sijainti ja aikataulu .....	5
Hankkeen vaihtoehdot ja rajaukset .....	5
Liittyminen muihin hankkeisiin ja suunnitelmiin.....	6
Loppusijoitusratkaisun kuvaus .....	6
Varmentava tutkimusvaihe .....	6
Rakentamisvaihe .....	7
Käyttövaihe .....	7
Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun polttoaineen palautettavuus .....	7
Rakentamisen ja käyttötoiminnan ympäristövaikutukset.....	8
Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset .....	8
Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin .....	8
Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin.....	8
Vaikutukset ilmanlaatuun .....	9
Melu- ja värinävaikutukset.....	9
Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin sekä suojelukohteisiin .....	9
Vaikutukset ihmisiin ja suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen .....	10
Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon.....	11
Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset .....	11
Pitkäaikaisturvallisuus.....	12
Ympäristövaikutusten seuranta .....	13
<b>Sisältö</b> .....	<b>14</b>
<b>Sanasto</b> .....	<b>20</b>
<b>1 Hanke</b> .....	<b>25</b>
1.1 Hankkeen kuvaus .....	25
1.2 Hankkeesta vastaava.....	25
1.3 Hankkeen tarkoitus ja perustelut .....	25
1.4 Hankkeen taustat .....	26
1.5 Hankkeen sijainti ja maankäyttötarve .....	27
1.6 Hankkeen aikataulu.....	28
1.7 Liittyminen muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin .....	28
1.8 Toteutusvaihtoehto .....	29
1.9 Nollavaihtoehto.....	29
1.10 Nykytila.....	29

1.11	Ympäristövaikutusten arvioinnin rajausta	29
1.12	Tarkastelusta pois jätetyt vaihtoehdot	29
1.12.1	Jälleenkäsittely	30
1.12.2	Erotus- ja transmutaatiotekniikka	31
1.12.3	Jälleenkäsittelyjätteen tilavuus	32
1.12.4	Korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen geologinen loppusijoitus	32
1.12.5	Kustannusvertailu	33
<b>2</b>	<b>YVA-menettely, tiedottaminen ja osallistuminen</b>	<b>35</b>
2.1	YVA-menettelyn tarve ja tavoitteet	35
2.2	YVA-menettelyn päävaiheet	35
2.3	Tiedottaminen ja osallistuminen	35
2.3.1	Seurantaryhmätyöskentely	35
2.3.2	Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet	37
2.3.3	Teemahaastattelut	39
2.3.4	Muu viestintä ja vuorovaikutus	39
2.4	YVA-ohjelman nähtävilläolo	39
2.5	Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta ja sen huomioonottaminen	39
2.6	YVA-ohjelmasta saadut lausunnot ja mielipiteet ja niiden vaikuttavuus YVA-menettelyssä	42
2.7	Kansainvälinen kuuleminen	43
2.8	YVA-selostuksen nähtävilläolo	43
2.9	YVA-menettelyn päättyminen	43
2.10	Suunnittelun ja YVA-menettelyn vuorovaikutus	43
<b>3</b>	<b>Loppusijoituslaitoksen kuvaus</b>	<b>47</b>
3.1	Loppusijoituslaitoksen yleiskuvaus	47
3.2	Suunnittelutilanne	48
3.3	Loppusijoituksen suunnitteluperiaatteet	48
3.4	Tutkimustoiminta ja laaditut selvitykset	49
3.5	Käytetyn polttoaineen kertymä	50
3.6	Loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaus	50
3.6.1	Varmentava tutkimusvaihe	50
3.6.2	Rakentamisvaihe	51
3.6.3	Käytetyn polttoaineen kuljetukset ja siirrot	52
3.6.4	Käyttövaihe	54
3.6.5	Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun polttoaineen palautettavuus	55
<b>4</b>	<b>Ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva lainsäädäntö ja ohjeet</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat, ilmoitukset ja päätökset</b>	<b>61</b>
5.1	Kaavoitus	61
5.2	Ympäristövaikutusten arviointi ja kansainvälinen kuuleminen	61
5.3	Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat	61
5.3.1	Periaatepäätös	61
5.3.2	Rakentamislupa	62
5.3.3	Käyttölupa	62
5.4	Euratomin perustamissopimuksen mukaiset ilmoitukset	63
5.5	Muut luvat	63
<b>6</b>	<b>Hankkeen suhde ympäristönsuojelua koskeviin säädöksiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin</b>	<b>65</b>
6.1	Hankkeen suhde voimassa oleviin ympäristönsuojelusäädöksiin	65
6.2	Hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin	65

6.3	Hankkeen suhde suojeleohjelmiin .....	65
<b>7</b>	<b>Ympäristövaikutusten arviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....</b>	<b>69</b>
7.1	Yleistä .....	69
7.2	Rakentamisen ja käytön aikaisten vaikutusten arviointi .....	69
7.2.1	Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ja muun liikenteen ympäristövaikutusten arviointi .....	69
7.2.2	Maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi .....	69
7.2.3	Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointi .....	70
7.2.4	Ilmaan ja ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten arviointi .....	70
7.2.5	Vesistövaikutusten arviointi .....	70
7.2.6	Jätteiden ja sivutuotteiden sekä niiden käsittelyn vaikutusten arviointi .....	70
7.2.7	Melun ja värinän vaikutusten arviointi .....	70
7.2.8	Kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi .....	71
7.2.9	Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen .....	71
7.2.10	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi .....	71
7.2.11	Yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon kohdistuvat vaikutukset .....	72
7.3	Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi .....	73
7.4	Pitkäaikaisturvallisuuden arviointi .....	73
7.5	Hankkeen toteuttamatta jättämisestä aiheutuvien vaikutusten arviointi .....	73
7.6	Vaihtoehtojen vertailu .....	73
<b>8</b>	<b>Ympäristön kuvaus .....</b>	<b>75</b>
8.1	Maankäyttö ja rakennettu ympäristö .....	75
8.1.1	Olkiluodon ympäristössä sijaitsevat toiminnot ja maanomistus .....	75
8.1.2	Kaavoitus .....	77
8.2	Maisema ja kulttuuriympäristö .....	80
8.3	Ilmasto ja ilmanlaatu .....	81
8.4	Vesistön kuvaus .....	81
8.5	Geologia ja seismologia .....	81
8.5.1	Maa- ja kallioperä .....	81
8.5.2	Seismologia .....	84
8.5.3	Pohjavesi .....	85
8.6	Kasvillisuus ja eläimistö .....	85
8.7	Suojelukohteet .....	87
8.8	Ihmiset ja yhteisöt Olkiluodon ympäristössä .....	89
8.9	Liikenne .....	89
8.10	Melu .....	91
<b>9</b>	<b>Rakentamisen ja käyttötoiminnan ympäristövaikutukset .....</b>	<b>93</b>
9.1	Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset .....	93
9.1.1	Liikennemäärät .....	93
9.1.2	Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutukset ja kuljetuksiin liittyvät riskit .....	94
9.2	Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin .....	95
9.3	Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin .....	97
9.3.1	Maanpäälliset rakenteet .....	97
9.3.2	Maanalaisen loppusijoituslaitoksen vaikutus kallioperään .....	97
9.3.3	Syntyvän louheen ja muun kivaineksen määrä .....	98
9.3.4	Vaikutukset pohjavesiin .....	98
9.4	Vaikutukset ilmaan ja ilmanlaatuun .....	101
9.4.1	Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutus ilmanlaatuun .....	101



9.4.2	Ajoneuvoista aiheutuvat päästöt.....	101
9.5	Vaikutukset vesiin.....	101
9.5.1	Vedenhankinta .....	101
9.5.2	Talousjätevedet .....	101
9.5.3	Kapselointilaitoksen jätevedet.....	101
9.5.4	Maarakennustöiden vaikutukset vesiin.....	101
9.5.5	Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutukset vesiin.....	102
9.5.6	Loppusijoituslaitoksen vaikutukset talousveteen ja porakaivoihin.....	102
9.5.7	Loppusijoituslaitoksen vaikutus yleisiin uimarantoihin .....	102
9.6	Jätteiden ja sivutuotteiden vaikutukset .....	102
9.6.1	Rakennusjäte ja muu jätehuolto.....	102
9.6.2	Kapselointilaitoksen ydinjätehuolto .....	102
9.7	Melu- ja värinävaikutukset.....	103
9.8	Vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin sekä suojelukohteisiin.....	106
9.9	Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen .....	106
9.10	Vaikutukset ihmisten terveyteen .....	107
9.10.1	Epäpuhtauksista, melusta ja värinästä aiheutuvat terveysvaikutukset.....	107
9.10.2	Säteilystä johtuvat terveysvaikutukset .....	107
9.11	Suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen.....	109
9.11.1	Suomalaisten suhtautuminen ydinjätteiden loppusijoitukseen .....	109
9.11.2	Eurajoen kuntalaisten luottamus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen .....	110
9.11.3	Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työntekijäkysely .....	111
9.11.4	Teemahaastatteluiden tulokset .....	113
9.12	Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon.....	115
9.12.1	Työllisyysvaikutukset.....	115
9.12.2	Väestövaikutukset.....	116
9.12.3	Vaikutukset kunnallistalouteen .....	116
9.12.4	Posivan rooli Eurajoella ja lähiseudulla.....	117
9.12.5	Loppusijoituslaitoksen vaikutus Eurajoen kunnan imagoon .....	117
<b>10</b>	<b>Turvallisuus ja häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset .....</b>	<b>119</b>
10.1	Turvallisuusperiaatteet.....	119
10.2	Säteilyturvallisuus .....	119
10.3	Käyttöhäiriöt.....	120
10.4	Häiriötilanteiden vaikutukset.....	121
10.4.1	Häiriötilanteiden päästöt.....	121
10.4.2	Säteilyannokset ja vaikutusalueet häiriötilanteissa .....	121
10.5	Onnettomuustilanteet .....	121
10.6	Onnettomuustilanteiden vaikutukset.....	122
10.6.1	Onnettomuustilanteiden päästöt.....	122
10.6.2	Säteilyannokset ja vaikutusalueet onnettomuustilanteissa .....	123
<b>11</b>	<b>Pitkäaikaisturvallisuus.....</b>	<b>125</b>
11.1	Pitkäaikaisturvallisuusperusteet .....	125
11.2	Turvallisuusvaatimukset .....	125
11.3	Turvallisuusperustelu.....	126
11.4	Todisteet, että kapselit pidättävät radionuklideja vähintään miljoona vuotta.....	127
11.5	Mahdollisista kapselin valmistusvioista aiheutuvat seuraukset.....	129
11.6	Loppusijoitustilaa vaurioittavan suuren maanjäristyksen mahdollisuus ja seuraukset.....	130
11.7	Loppusijoitustiloihin tunkeutuminen ja sen seuraukset .....	132
11.8	Epävarmuudet loppusijoitettavan polttoaineen määrässä ja tyypissä .....	133
11.9	Muut epävarmuudet .....	135

11.10	Loppusijoitustilojen kehitys yli miljoonan vuoden päästä .....	137
<b>12</b>	<b>Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutukset .....</b>	<b>141</b>
12.1	Käytetyn polttoaineen välivarastointi .....	141
12.1.1	Välivarastoinnin vaikutukset.....	142
<b>13</b>	<b>Tiedot mahdollisesti Suomen valtion rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista.....</b>	<b>145</b>
<b>14</b>	<b>Vaihtoehtojen vertailu ja ympäristövaikutusten merkittävyys .....</b>	<b>147</b>
14.1	Yleistä .....	147
14.2	Vaihtoehtojen vertailu .....	147
14.2.1	Suuremman polttoainemäärän loppusijoittamisen vaikutukset .....	147
14.2.2	Pysty- ja vaakasijoitusvaihtoehtojen vertailu .....	147
14.2.3	Toteutus- ja nollavaihtoehdon vertailu .....	147
14.3	Vaikutusten merkittävyys.....	147
14.4	Ympäristövaikutusten arvioinnin epävarmuudet.....	149
14.5	Hankkeen ympäristöllinen toteutettavuus.....	149
<b>15</b>	<b>Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen .....</b>	<b>153</b>
15.1	Säteilysuojelliset suunnitteluperusteet .....	153
15.2	Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta .....	154
15.3	Ulkoisten tapahtumien huomioonottaminen suunnittelussa .....	155
15.4	Pitkäaikaisturvallisuus.....	155
15.5	Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallinta.....	155
15.6	Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien vaikutusten hallinta .....	157
15.7	Maanpintayhteyksien rakentaminen .....	157
15.8	Kapselointilaitoksen vaikutusten hallinta.....	157
15.9	Maanalaiset loppusijoitustilat ja loppusijoitustunneleiden suojaetäisyydet .....	157
15.10	Sijoituspaikan soveltuvuuden arviointiperusteet.....	157
15.11	Loppusijoitustunnelien sulkeminen .....	158
15.12	Vaikutukset pohjavesiin .....	158
15.13	Laitoksen valvonta .....	158
15.14	Sosiaaliset vaikutukset.....	159
<b>16</b>	<b>Hankkeen ympäristövaikutusten seuranta .....</b>	<b>161</b>
16.1	Kuormitus- ja vaikutustarkkailu loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana .....	161
16.1.1	Säteilyvaikutusten seuranta.....	161
16.1.2	Muiden vaikutusten seuranta.....	162
16.2	Sulkemisenjälkeinen seuranta .....	162
<b>17</b>	<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>165</b>
	<b>LIITE 1 Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta .....</b>	<b>172</b>



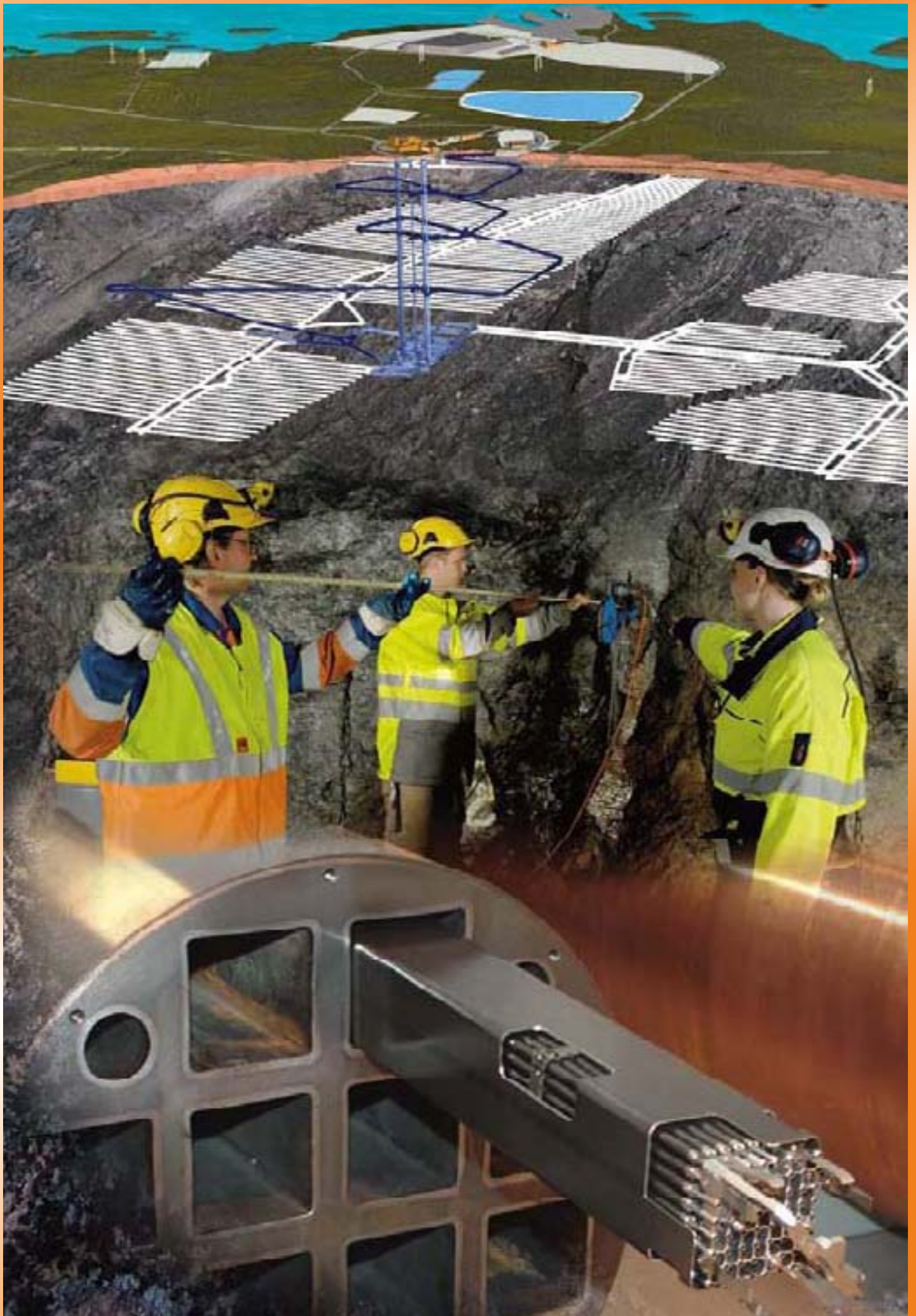
# Sanasto

<b>Ajotunneli</b>	Kallioperässä maanpinnalta loppusijoitustasolle kaltevuudella 1:10 kulkeva vinoajotie (ramppi). Maanalaisen tutkimustilan, ONKALOn, pääkulkuyhteys.
<b>Aktiivisuus</b>	Aktiivisuus ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tietyssä ajassa tapahtuvien ydinhajoamisten lukumäärän. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq), joka tarkoittaa yhtä hajoamista sekunnissa.
<b>Annosnopeus</b>	Annosnopeus ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tietyssä ajassa.
<b>Asemakaava</b>	Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa asemakaavassa annetaan yksityiskohtaiset määräykset alueen käytön järjestämisestä.
<b>Bentoniitti</b>	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.
<b>Becquerel (Bq)</b>	Aktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä radioaktiivista hajoamista sekunnissa. Elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ilmaistaan becquereleina massa- tai tilavuusyksikköä kohti (Bq/kg tai Bq/l).
<b>BWR</b>	Kiehutusvesireaktori (Boiling Water Reactor). Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n reaktorityyppi.
<b>Desibeli (dB)</b>	Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Ympäristömelumittauksissa käytetään tyyppillisesti A-painotusta dB(A), minkä avulla painotetaan sellaisia äänen taajuuksia, jotka ihmisen korva aistii herkimmin.
<b>Diffuusio</b>	Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan ta-soittaen mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan.
<b>Ekvivalenttiannos</b>	Ekvivalenttiannos on absorboituneen annoksen ja säteilyn laatulajin tulo, jonka yksikkö on Sievert (Sv). Ekvivalenttiannosten avulla voidaan verrata eri ionisoivien säteilylajien aiheuttamia säteilyannoksia.
<b>EPR</b>	EPR (European Pressurized Water Reactor) on kehittynyt versio kolmannen sukupolven painevesireaktorista, jossa varsinkin turvallisuuskysymyksiin on kiinnitetty erityisesti huomiota. Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön reaktorityyppi.
<b>EURATOM</b>	Euroopan unionin (EU) Euroopan atomienergiayhteisö (European Atomic Energy Community), jonka jäsen Suomi on.

<b>Gray (Gy)</b>	Absorboituneen annoksen mittayksikkö, jolla ilmaistaan, paljonko energiaa ionisoiva säteily luovuttaa kohdeaineeseen. $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule/kg}$ . Kerrannaisyksiköt $\text{mGy} = 1/1000 \text{ grayta}$ ja $\mu\text{Gy} = 1/1000000 \text{ grayta}$ .
<b>Hydrogeokemiallinen malli</b>	Pohjaveden kemiallisten ominaisuuksien ja niihin vaikuttavien prosessien mallinnettu kuvaus.
<b>Hydrologinen malli</b>	Pohjaveden fysikaalisten ominaisuuksien ja olosuhteiden sekä virtauksen mallinnettu kuvaus.
<b>IAEA</b>	Kansainvälinen atomienergiäjärjestö (International Atomic Energy Agency).
<b>ICRP</b>	Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta (International Commission on Radiological Protection).
<b>Ionisaatio</b>	Atomin elektronirakenteen muutokset, jotka voivat aiheuttaa muutoksia molekyyliissä, esimerkiksi DNA:ssa.
<b>Ionisoiva säteily</b>	Sähkömagneettinen säteily ja hiukkassäteily, jotka aiheuttavat ionisaatiota suoraan tai välillisesti.
<b>Jälleenkäsittely</b>	Hyödyllisten nuklidien erottaminen käytetystä ydinpolttoaineesta. Jäljelle jäävät fissiotuotteet ja osa transuraaneista.
<b>Kapseli</b>	Kuparikuoresta, pohjasta ja kansista sekä valurautaisesta sisäosasta muodostuva käytettyjen polttoainepölyjen loppusijoitukseen tarkoitettu tekninen vapautumiseste.
<b>Kapselointilaitos</b>	Laitos, jossa käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan loppusijoituskapseliin ja kapseli suljetaan.
<b>KBS-3</b>	Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n kehittämä loppusijoituksen periaateratkaisu. KBS on lyhenne sanasta KärnbränsleSäkerhet (ydinpolttoaineen turvallisuus).
<b>KBS-3H</b>	Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään vaakasenttiin (H=horizontal eli vaaka).
<b>KBS-3V</b>	Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään pystyasenttiin (V=vertical eli pysty).
<b>KPA-varasto</b>	Käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto.
<b>KTM</b>	Kauppa- ja teollisuusministeriö, jonka tehtävät siirtyivät 1.1.2008 toimintansa aloittaneelle työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM).
<b>Kuljetussäiliö</b>	Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin ja lyhytaikaiseen säilytykseen tarkoitettu säteilysuojattu erikoisvalmisteinen säiliö. Säteilysuojan lisäksi säiliö on mekaaninen ja lämpötekniinen suoja käytetyn polttoaineen kuljetuksen, käsittelyn ja varastoinnin aikana. Voidaan käyttää myös termiä siirtosäiliö.
<b>Käytetty polttoaine</b>	Ydinpolttoainetta sanotaan käytetyksi, kun se on poistettu reaktorista. Käytetty polttoaine on voimakkaasti säteilevää.

<b>Luonnon taustasäteily</b>	Luonnon radioaktiivisista aineista ja avaruudesta peräisin oleva säteily.
<b>Mansievert (manSv)</b>	Kollektiivisen annoksen yksikkö. Jos esimerkiksi 1 000 hengen suuruisessa väestöryhmässä jokainen saa keskimäärin 20 millisievertin säteilyannoksen, kollektiivinen annos on $1\,000 \times 0,02 \text{ Sv} = 20 \text{ manSv}$ .
<b>Moniesteperiaate</b>	Loppusijoittamisen toteuttaminen siten, että radionuklidien on läpäistävä useita peräkkäisiä toisistaan riippumattomia esteitä ennen kuin ne voivat päästä elollisen luonnon piiriin.
<b>Megawatti (MW)</b>	Tehoyksikkö (1 MW = 1 000 kW).
<b>Natura 2000</b>	EU:n luontodirektiivin mukainen luonnonsuojelukohteiden verkosto, jonka tavoitteena on suojella erityisesti Euroopan luonnon uhanalaisia, harvinaisia tai luonteenomaisia luonnonympäristöjä sekä eläimiä ja kasveja.
<b>NT</b>	Silmälläpidettävä (uhanalaisuusluokka).
<b>Nuklidi</b>	Nuklidi on atomin ydin, jolla on määrätty protoniluku (Z) ja määrätty neutroniluku (N).
<b>ONKALO</b>	Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila.
<b>Palama</b>	Palama on suure, joka kertoo, kuinka paljon lämpöenergiaa polttoaine on tuottanut yhtä uraanitonnia kohti. Palaman yksikkö on MWd/tU (megawattipäivää uraanitonnia kohti).
<b>Polttoainenippu</b>	Polttoainenippu koostuu polttoainesauvoista, joihin ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettu. Polttoainesauvat on koottu yhteen välitukien ja päätykappaleiden avulla. Eräissä polttoainetyypeissä nippua ympäröi metallinen kotelo, jota kutsutaan virtauskanavaksi.
<b>PWR</b>	Painevesireaktori (Pressurized Water Reactor).
<b>Radioaktiivinen</b>	Radioaktiivinen aine sisältää atomiytimiä, jotka voivat muuttua tai hajota itsestään toiseksi ytimiksi. Hajoamisen yhteydessä syntyy tavallisesti ionisoivaa säteilyä (esim. alfa-, beeta- ja gammasäteilyä). Ks. radioaktiivisuus.
<b>Radioaktiivisuus</b>	Atomiytimen (nuklidin) ominaisuus muuttua itsestään toiseksi ytimeksi (nuklidiksi). Radioaktiivinen ydin voi lähettää alfa- tai beetahiukkasen muuttuen toiseksi ytimeksi, joka puolestaan voi lähettää sähkömagneettista säteilyä. Muuttumista kutsutaan radioaktiiviseksi hajoamiseksi. Kullakin atomiytimellä (nuklidilla) on sille ominainen hajoamisvakio (puoliintumisaika).
<b>Radionuklidi</b>	Radioaktiivinen nuklidi. Ks. nuklidi.
<b>Radon</b>	Rn-222. Radioaktiivinen kaasu, jolla ei ole yhtään pysyvää isotooppia. Kallioperässä olevan uraanin hajoamistuotteena syntyvä Rn-222 aiheuttaa suurimman osan luonnonsäteilyaltistuksesta Suomessa.
<b>Richterin asteikko</b>	Matemaattinen logaritminen asteikko, jolla mitataan maanjäristysten voimakkuutta.

<b>Sievert (Sv)</b>	Ekvivalenttiannoksen 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.
<b>SR-Can</b>	Ruotsalaisen SKB:n vuonna 2006 julkaisema turvallisuusarvio, joka keskittyy KBS-3V -loppusijoitusratkaisuun ja kahteen eri sijoituspaikkavaihtoehtoon. Suurin osa turvallisuusarviosta soveltuu pitkälti myös Olkiluodon loppusijoitustiloihin, koska tekninen ratkaisu ja loppusijoituspaikan pääpiirteet ovat samanlaiset.
<b>STUK</b>	Säteilyturvakeskus.
<b>Säteilyannos</b>	Säteilyannos on suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv). Säteilyannosta kutsutaan usein lyhyesti annokseksi.
<b>TEM</b>	Työ- ja elinkeinoministeriö, jolle kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) tehtävät siirtyivät 1.1.2008.
<b>tU</b>	Tonnia uraania tai uraanitonni. Tarkoittaa tuoreen polttoaineen uranimäärää. Käytetyssä polttoaineessa tästä uraanista on jäljellä 95–96 prosenttia. Loppuosa on muuttunut fissiotuotteiksi, plutoniumiksi ja muiksi transuraaneiksi.
<b>Uraani</b>	Alkuaine, jonka kemiallinen merkki on U. Uraania on maan kuorella 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 luonnonuraanista 0,72 %. Sen puoliintumisaika on 700 miljoonaa vuotta.
<b>Vapautumiseste</b>	Vapautumisesteen tarkoituksena on estää radionuklidien kulkeutumista loppusijoitusjärjestelmässä. Vapautumisesteitä ovat esimerkiksi kapseli, bentoniittipuskuri ja kallioperä. Vapautumisesteestä käytetään myös nimitystä päästöeste.
<b>VLJ-luola</b>	Matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila.
<b>VU</b>	Vaarantunut (uhanalaisuusluokka).
<b>VVER-440</b>	Loviisa-1:n ja Loviisa-2:n reaktortyyppi (painevesireaktori).
<b>Väkevöintiaste</b>	Uraani-isotoopin U-235 suhde uraanin kokonaismäärään. Luonnonuraanissa isotooppia U-235 on 0,72 %. Kevytvesireaktoreiden polttoaineen väkevöintiaste on 3–4 %.
<b>YVA</b>	Ympäristövaikutusten arviointi. Lain mukainen menettely eli YVA-menettely.
<b>YVL-ohje</b>	Säteilyturvakeskuksen julkaisema viranomaisohje, jossa kuvataan säteily- ja ydinturvallisuusvalvonnan vaatimustasoa. Ydinenergian käyttöä koskevat turvallisuusvaatimukset kuvataan YVL-ohjeissa.





# 1 Hanke

## 1.1 Hankkeen kuvaus

Posiva Oy, jäljempänä Posiva, selvittää Olkiluotoon rakennettavan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamista siten, että loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa käytettyä polttoainetta kaiken kaikkiaan 12 000 uraanitonnia aiemmin suunnitellun 9 000 uraanitonnin enimmäismäärän asemesta.

Posiva käynnisti loppusijoituslaitoksensa laajentamista koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) toukokuussa 2008 ja varautuu täten ottamaan huomioon omistajiensa Teollisuuden Voima Oyj:n, jäljempänä TVO, ja Fortum Power and Heat Oy:n, jäljempänä Fortum, mahdollisten uusien ydinvoimalaitoshankkeiden käytetyn polttoaineen loppusijoituksen. Huomiomalla TVO:n ja Fortumin käytössä ja rakenteilla olevien ydinvoimalaitosyksiköiden lisäksi yhtiöiden uusien ydinvoimalaitosyksiköiden rakentamista koskevat suunnitelmat (Olkiluoto 4 ja Loviisa 3) käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärän arvioidaan nousevan noin 12 000 uraanitonniin. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen edellyttää YVA-menettelyä.

YVA-lain (468/1994) 4 §:n mukaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä arvioitavista hankkeista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella. YVA-asetuksen (713/2006) 2 luvun 6 §:n hankeluettelon 7 d) -kohdan mukaan ydinpolttoaineen loppusijoitukseen tarkoitettuihin laitoksiin sovelletaan arviointimenettelyä.

Hankkeeseen sovelletaan valtioiden välistä arviointimenettelyä, jossa varataan niin sanotun Espoon sopimuksen (67/1997) piiriin kuuluville maille mahdollisuus osallistua ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Sopimuksen osapuolilla on oikeus osallistua Suomessa tehtävään ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli hankkeella on todennäköisesti valtioiden rajat ylittäviä merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Vastaavasti Suomella on oikeus osallistua toisen valtion alueella sijaitsevan hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli hankkeen vaikutukset todennäköisesti kohdistuvat Suomeen.

Rakentamista koskevia päätöksiä ei ole tehty eikä laajentamishankkeen varsinaista suunnittelua ole käynnistetty. Loppusijoitustilojen laajentaminen tulee ajankoh-

taiseksi aikaisintaan vuonna 2070. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen edellyttää valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan voimaan jättämää periaatepäätöstä. YVA-selostuksen on oltava valmis ennen kuin mahdollinen periaatepäätöshakemus loppusijoituslaitoksen laajentamisesta voidaan jättää.

Posivan loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutukset arvioitiin kokonaisvaltaisesti loppusijoituslaitoksen YVA-menettelyn yhteydessä vuonna 1999. Tällöin toteutettu YVA-menettely kattaa loppusijoituksen 9 000 uraanitonin osalta. Posiva on laatinut keväällä 2008 ajantasaisen selvityksen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista, jossa painopiste on Posivan omistajien kuudennen ydinvoimalaitosyksikön (FIN6) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutuksissa. Kyseinen selvitys toimii tämän YVA-selostuksen yhtenä lähtökohtana.

## 1.2 Hankkeesta vastaava

Posiva on vuonna 1995 perustettu ydinjätehuollon asiantuntijaorganisaatio. Posivan tehtävänä on määrittellä, suunnitella ja johtaa tarvittava tutkimus-, kehitys-, suunnittelu- ja rakentamistyö sekä loppusijoituksen toteutus. Posivan omistavat TVO (omistusosuus 60 %) ja Fortum (omistusosuus 40 %).

Posiva huolehtii omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimuksista, loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä sekä laitoksen sulkemisesta käytön jälkeen. Posivan henkilöstömäärä vuonna 2007 oli noin 70. Yhtiön liikevaihto vuonna 2007 oli 47 miljoonaa euroa. Yhtiö toimii Eurajoen Olkiluodossa.

## 1.3 Hankkeen tarkoitus ja perustelut

Ydinenergialaissa (990/1987) säädetään, että ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Lain mukaan luvanhaltijoiden on huolehdittava tuottamiensa jätteiden huoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisesta sekä vastattava niiden kustannuksista.

Molemmat Posivan omistajat, TVO ja Fortum, ovat toteuttaneet vuosina 2007–2008 ympäristövaikutusten arviointimenettelyt koskien uusien ydinvoimalaitosyksiköiden rakentamista laitosalueilleen. TVO jätti 25.4.2008 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen neljännen ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseksi Olkiluotoon. Myös Fortum valmistelee asiakirjoja, jotka mahdollistavat periaatepäätöksen hakemisen Loviisa 3 -laitosyksikölle (LO3). Toteutuessaan nämä olisivat Posivan omistajien kuudes ja seitsemäs laitosyksikkö Suomessa.

Posivan vuosina 1998–1999 toteuttama YVA-menettely kattoi kuuden laitosyksikön käytetyn polttoaineen loppusijoituksen. Tarve uuteen YVA-menettelyyn johtuu LO3-laitosyksiköstä. Loppusijoituslaitoksen laajennusta voidaan tarvittaessa käyttää myös Posivan omistajien muiden laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen. Toteuttamalla YVA-menettely, jossa otetaan huomioon mahdollinen seitsemäs ydinvoimalaitosyksikkö, Posiva varautuu siihen, että Fortum saattaa jättää periaatepäätöshakemuksen laitosyksiköstä LO3. Seitsemänneistä voimalaitosyksiköstä arvioidaan syntyvän käytettyä ydinpolttoainetta noin 3000 uraanitonnia. Posiva päätti käynnistää vuoden 2008 alussa ympäristövaikutusten arviointimenettelyn loppusijoituslaitoksen laajentamisesta, minkä jälkeen loppusijoituslaitokseen tulisi käytettyä polttoainetta 12000 uraanitonnia aiemman 9000 uraanitonnin asemesta.

#### 1.4 Hankkeen taustat

Posiva on suorittanut loppusijoituslaitokselle YVA-menettelyn vuosina 1998–1999. Arviointiselostuksesta antamassaan lausunnossa (1/815/98, 5.11.1999) kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) totesi, että Posiva on tarkastellut hanketta ja sen vaihtoehtoja ministeriön YVA-ohjelmasta antaman lausunnon mukaisesti. Loppusijoitettavan ydinpolttoaineen kertymän mahdollinen muuttuminen otettiin arvioinnissa huomioon siten, että sen enimmäismäärä vastasi 9000 uraanitonnia (tU).

Perusratkaisuna arvioinnissa oli laitosyksiköiden Olkiluoto 1 (OL1) ja 2 (OL2) sekä Loviisa 1 (LO1) ja 2 (LO2) neljänkymmenen käyttövuoden aikana tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen, mikä tarkoitti määrältään noin 2600 tU. Arvioinnin kohteena oli lisäksi tilanne, jossa edellä mainittujen yksiköiden käyttöikä olisi 60 vuotta. Käytetyn polttoaineen kokonaiskertymä olisi tässä tapauksessa noin 4000 tU. Edelleen arvioinnissa oli otettu huomioon tilanne, jossa loppusijoituslaitokseen sijoitettaisiin edellä mainittujen neljän laitosyksikön tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen lisäksi kahden uuden Suomeen rakennettavan laitosyksikön (FIN5 ja FIN6) tuottama käytetty ydinpolttoaine, jolloin ympäristövaiku-

tusten arvioinnissa tarkasteltu määrä oli edellä mainittu enimmäismäärä 9000 tU.

Posiva jätti toukokuussa 1999 periaatepäätöshakemuksen valtioneuvostolle loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Eurajoen Olkiluotoon. Hakemuksessa mainittu loppusijoitettavan polttoaineen enimmäismäärä oli 9000 tU. Joulukuussa 2000 valtioneuvosto teki Posivan hakemuksen pohjalta periaatepäätöksen, jonka mukaan loppusijoituslaitoksen rakentaminen Eurajoen Olkiluotoon on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Valtioneuvosto totesi periaatepäätöksen edellytysten täyttyneen, koska Eurajoen kunta oli antanut tammikuussa 2000 luvan loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Olkiluotoon. Myös Säteilyturvakeskus (STUK) puolsi hanketta alustavassa turvallisuusarviossaan. Tämän periaatepäätöksen mukaan laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne voidaan loppusijoittaa enintään noin 4000 uraanitonnia vastaava määrä käytettyä ydinpolttoainetta. Valtioneuvoston tekemän ja eduskunnan toukokuussa 2001 voimaan jättämän periaatepäätöksen myötä Posiva on keskittänyt tutkimukset Olkiluotoon.

Suomeen rakennettavasta viidennestä ydinvoimalaitosyksiköstä, Olkiluoto 3:sta (OL3), tehtiin periaatepäätös vuonna 2002. Samassa yhteydessä tehtiin Posivan aiemman hakemukseen perustuen periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna siten, että myös OL3:n käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne. Tämän periaatepäätöksen nojalla voidaan rakentaa loppusijoitustiloja enintään 2500 tU:n määrälle käytettyä ydinpolttoainetta. Näin ollen yhdessä valtioneuvoston joulukuun 2000 periaatepäätöksen kanssa käytettyä ydinpolttoainetta voidaan käsitellä ja loppusijoittaa kyseisessä laitoksessa yhteensä enintään noin 6500 tU.

Laajennetussa periaatepäätöksessä todetaan, että loppusijoituslaitokselle vuosina 1998–1999 toteutettu YVA-menettely kattaa hankkeen sellaisessa laajuudessa, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne voidaan sijoittaa neljän laitosyksikön sekä mahdollisen kahden uuden laitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine.

Posiva pyysi 29.5.2007 kirjeellään KTM:ltä lausuntoa siitä, onko Posivan suoritettava käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevalle hankkeelleen omistajiensa mahdollisen kuudennen ydinvoimalaitosyksikön johdosta uusi YVA-menettely YVA-lain nojalla. KTM antoi lausuntonsa YVA-menettelyn tarpeellisuudesta 25.10.2007. KTM totesi lausunnossaan, että Posivan vuosina 1998–1999 toteutettu YVA-menettely kattaa kuudennen ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutusten arvioinnin. Edellytyksenä kuitenkin on, että loppusijoitettavan polttoaineen kokonaismäärä jää alle 9000 tU.



Kuva 1-1 Eurajoen ja Olkiluodon sijainti. Eurajoki sijaitsee valtatie 8:n varrella.



Kuva 1-2 Olkiluodon sijainti Suomessa.

YVA-menettelyssä vuosina 1998–1999 arvioidun kuudennen laitossyksikön käytetty ydinpolttoaine ei kuulu jo tehtyjen periaatepäätösten mahdollistamaan loppusijoituslaajuuteen, vaan sen loppusijoittamisesta tulee tehdä erillinen periaatepäätös ydinenergialain mukaisesti. Periaatepäätösharkintaa varten KTM edellytti, että mahdolliseen periaatepäätöshakemukseen liitetään ajantasainen selvitys loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista. Posiva jätti 25.4.2008 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen Olkiluoto 4:n (FIN6) käytetyn polttoaineen loppusijoittamisesta Eurajoen Olkiluotoon. Hakemukseen liitettiin ajantasainen selvitys loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista.

Periaatepäätös ei ole ainoa päätös laitoksen rakentamisesta, vaan sitä varten tarvitaan vielä valtioneuvoston myöntämä rakentamislupa. KTM:n vuonna 2003 tekemän päätöksen (9/815/2003) mukaan käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa on edettävä siten, että rakentamislupahakemuksen edellyttämä aineisto on valmiina vuoden 2012 loppuun mennessä. Samassa päätöksessä KTM asetti uuden välitavoitteen vuoteen 2009, jolloin on esitettävä tilannekatsaus rakentamislupahakemusaineistosta. Rakentamislupahakemukseen on liitettävä ajantasainen selvitys laitoksen ympäristövaikutuksista.

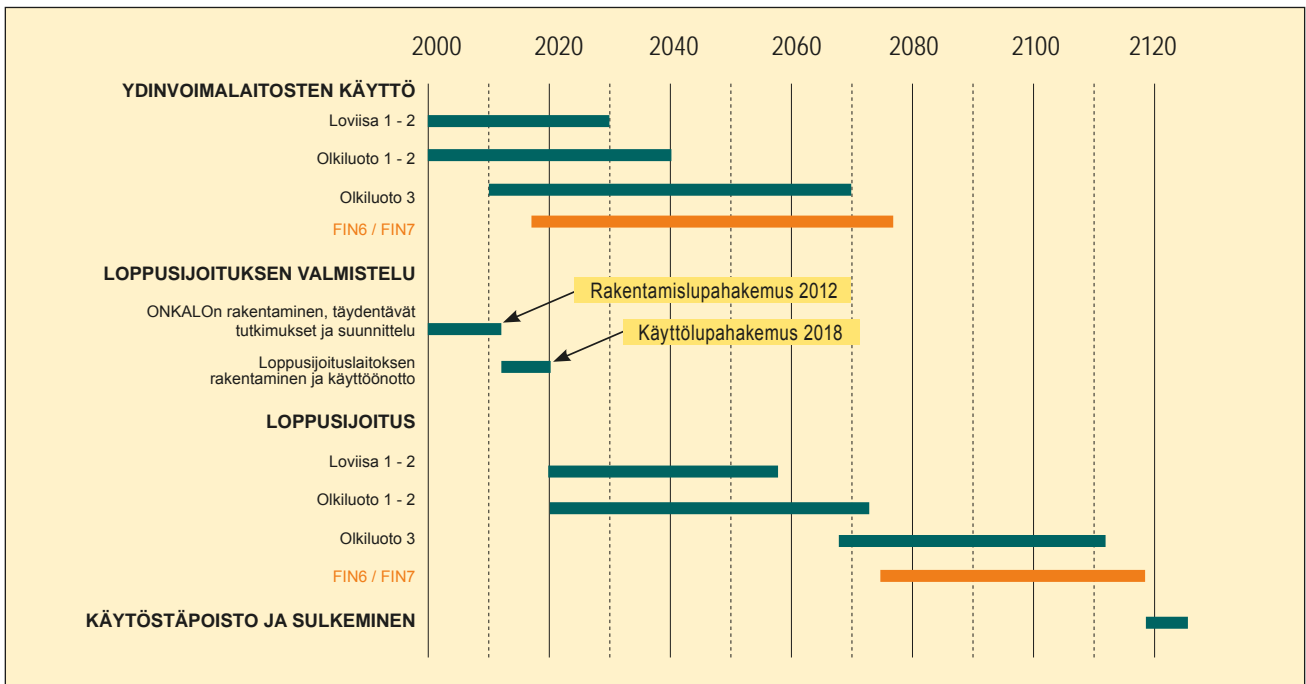
Posiva toteuttaa YVA-menettelyn loppusijoituslaitoksen laajennukselle, joka käsittää 3 000 tU käytettyä ydinpolttoainetta. Kyseisen polttoainemäärän arvioidaan

syntyvän FIN7-yksiköstä sen elinkaaren aikana. Uuden ydinvoimalaitossyksikön käytetyn polttoaineen loppusijoittaminen alkaisi aikaisintaan 2070-luvulla.

## 1.5 Hankkeen sijainti ja maankäyttötarve

Posivan loppusijoituslaitosalue sijaitsee Olkiluodon saarella, Eurajoen kunnassa, Suomen länsirannikolla (kuva 1-1). 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 on loppusijoituslaitokselle matkaa noin 14 kilometriä. Suomen naapurivaltioista loppusijoituslaitosta lähin on Ruotsi, jonka lähimmät manneralueet sijaitsevat noin 200 kilometriä länteen Posivan loppusijoituslaitoksesta (kuva 1-2).

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosalue sijaitsee Olkiluodon saaren keskiosassa (kuva 8-1). Loppusijoituslaitosalueen maanpäällinen rakennusala, eli rakennusten, teiden, varastojen ja kenttien pohja-ala, on yhteensä noin 20 hehtaaria. Maanalaisen laitoksen tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 uraanitonniä, on noin 190 hehtaaria. Loppusijoituslaitosten laajentaminen 9 000 uraanitonniästä 12 000 uraanitonniin kasvattaa loppusijoituksen tarvitsemaa pinta-alaa noin 50 hehtaarella.



Kuva 1-3 TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat sekä niistä tulevan käytetyn polttoaineen loppusijoitustoiminnan aikataulu.

### 1.6 Hankkeen aikataulu

Päätöstä loppusijoituslaitoksen laajentamisesta tai periaatepäätöshakemuksen jättämisestä valtioneuvostolle ei ole tehty.

Loppusijoituslaitoksen rakentamisvalmiuteen tähtäävää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta, TKS-työtä, jatketaan vuoteen 2012 saakka. Vuosien 2013–2020 aikana tehdään loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat ja rakennetaan laitos. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on tarkoitus alkaa vuonna 2020.

Kuvassa 1-3 on laskelmien perusteella määritelty loppusijoitusaikataulu, joka sisältää käytössä olevien laitosyksiköiden ja rakenteilla olevan OL3-yksikön vaikutuksen. Lisäksi kuvassa on esitetty arvio suunniteltujen uusien laitosyksiköiden vaikutuksesta loppusijoitusaikatauluun. Uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen kapaselointi ja loppusijoitus alkaisi aikaisintaan 2070-luvulla.

### 1.7 Liittyminen muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin

#### TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitos

TVO:lla on Eurajoen Olkiluodossa kaksi kiehuvesireaktoria, joiden kummankin nimellisteho on 860 MWe (netto). OL1 kytkettiin valtakunnan verkkoon ensimmäisen kerran syyskuussa 1978 ja OL2 helmikuussa 1980. Lisäksi on rakenteilla kolmas laitosyksikkö OL3, painevesireaktori, jonka nimellissähköteho on noin 1600 MW (netto). Sen

on määrä aloittaa kaupallinen toiminta vuonna 2011. Vuoden 2007 lopussa käytettyä polttoainetta oli Olkiluodon voimalaitoksella varastoituna yhteensä 6750 nippua, mikä vastaa noin 1144 uraanitonnia. Kuvassa 1-3 on esitetty Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat.

#### Fortumin Loviisan ydinvoimalaitos

Fortumin Loviisan ydinvoimalaitosyksiköt LO1 ja LO2 sijaitsevat Hästholmenin saarella Loviisassa, noin 80 kilometriä Helsingistä itään. Loviisan voimalaitoksella on kaksi painevesireaktoria, kumpikin nimellissähkötehoaan 488 MW (netto). LO1:n kaupallinen käyttö alkoi toukokuussa 1977 ja LO2:n tammikuussa 1981. Vuoden 2007 lopussa Loviisan voimalaitoksella oli varastoituna yhteensä 3565 käytettyä polttoainennippua, mikä vastaa noin 428 uraanitonnia. Kuvassa 1-3 on esitetty Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden suunnitellut käyttöajat.

#### TVO:n ja Fortumin YVA-menettelyt

Molemmat Posivan omistajat, TVO ja Fortum, toteuttivat vuosina 2007–2008 ympäristövaikutusten arviointimenettelyn koskien uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamista. TVO selvitti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamista neljännellä laitosyksiköllä ja Fortum Loviisan ydinvoimalaitoksen laajentamista kolmannella laitosyksiköllä. Nämä ydinvoimalaitosyksiköt olisivat molemmat sähkötehoaan 1000–1800 MW (netto).

TVO jätti 25.4.2008 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen neljännen ydinvoimalaitosyksikön rakenta-

miseksi Olkiluotoon. Myös Fortum valmistelee asiakirjoja, jotka mahdollistavat periaatepäätöksen hakemisen LO<sub>3</sub>-laitosyksikölle.

## 1.8 Toteutusvaihtoehto

Ympäristövaikutusten arvioinnissa päävaihtoehtona tarkastellaan loppusijoituslaitoksen laajentamista siten, että loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrä on yhteensä 12 000 uraanitonnia aiemman 9 000 uraanitonniin asemesta. Laajennus kohdistuu pääasiassa tarpeeseen lisätä maanalaisten loppusijoitustilojen laajuutta.

## 1.9 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa Posivan loppusijoituslaitosta ei laajenneta ja loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa enimmillään 9 000 uraanitonnia käytettyä polttoainetta.

Nollavaihtoehdon mukaisessa tilanteessa Olkiluodon loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine. Tässä tapauksessa seitsemännen ydinvoimalaitosyksikön käytettyä polttoainetta varastoitaisiin vesialtaissa käytetyn polttoaineen välivarastossa, kunnes päätetään polttoaineen käsittelystä tai sijoittamisesta pysyvällä tavalla.

Kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on arvioitu päättyvän noin vuonna 2120, minkä jälkeen loppusijoitustila suljetaan.

## 1.10 Nykytila

Posivan aiempi YVA-selostus vuodelta 1999, ympäristön nykytilakuvaus sekä arviot vertailukohtana olevan 9 000 uraanitonniin käytetyn polttoainemäärän loppusijoituksesta aiheutuvista ympäristövaikutuksista muodostavat lähtökohdan toteutusvaihtoehdon tarkastelulle. Posivan nykyinen ja suunniteltu toiminta kuvataan viime vuosien tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutietojen sekä huhtikuussa 2008 ajan tasalle saatetun ja Posivan periaatepäätöshakemukseen liitetyn ympäristövaikutusselvityksen perusteella. Ympäristön nykytila ja siihen arvioidut muutokset kuvataan käytettävissä olevan ympäristön tilaa kuvaavan aineiston perusteella.

## 1.11 Ympäristövaikutusten arvioinnin rajaus

Ympäristövaikutukset on arvioitu loppusijoituslaitoksen koko laajuudelta ottaen huomioon tilojen laajennus. Tämä tarkoittaa, että YVA-selostuksessa on esitetty loppusijoitustilan ympäristövaikutukset tilanteessa, jossa laitokseen sijoitettaisiin 12 000 uraanitonnia käytettyä ydinpoltto-

ainetta. Vaihtoehtojen vertailemiseksi ympäristövaikutukset on esitetty tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia tai 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.

Loppusijoitustoiminnan on tarkoitus alkaa vuoden 2020 aikana ja päättyä noin vuonna 2120, jolloin loppusijoituslaitokseen on sijoitettu 12 000 uraanitonnia käytettyä polttoainetta. Loppusijoituslaitoksen laajennusosaan loppusijoitettavan uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen kapselointi ja loppusijoitus alkaisi aikaisintaan 2070-luvulla. 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 (noin miljoonan vuoden päähän) asti.

YVA-menettelyssä on arvioitu pääasiassa laitostontilla tapahtuvien toimintojen ja käytetyn polttoaineen kuljetusten ympäristövaikutuksia. Alueen ulkopuolelle ulottuvaa toimintaa, käytetyn polttoaineen kuljetusten lisäksi, on esimerkiksi laitoksen maanalaisen osan laajentamisen ja laajennusosan käytön aikainen liikenne. Myös näiden toimintojen vaikutuksia on tarkasteltu tarvittavassa laajuudessa.

Olkiluodon nykyisten ja alueelle suunniteltujen toimintojen yhteisvaikutuksia on tarkasteltu osana ympäristövaikutusten arviointia. YVA-menettelyn yhteydessä on arvioitu lisäksi, aiheutuuko hankkeesta vaikutuksia Suomen aluerajojen ulkopuolelle.

Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyyppille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta. Vaikutusalueella taas tarkoitetaan aluetta, jolla selvityksen tuloksena ympäristövaikutuksen arvioidaan ilmenevän.

## 1.12 Tarkastelusta pois jätetyt vaihtoehdot

Käytetyn polttoaineen käsittelyssä on kaksi pääasiallista vaihtoehtoa: polttoainetta säilytetään, kunnes se joko loppusijoitetaan tai kuljetetaan jälleenkäsitteltäväksi. Jälleenkäsittelyssä erotetaan uraani ja plutonium polttoaineesta.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen on tarkoitus sijoittaa TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksilla kertynyt käytetty ydinpolttoaine pysyväksi tarkoitettulla tavalla. Jälleenkäsittelyvaihtoehdot on rajattu tämän YVA-menettelyn ulkopuolelle. Jälleenkäsittelyn eri muodot ovat tutkimuksen kohteena, mutta ne eivät ole tällä hetkellä realistisia vaihtoehtoja suomalaisessa ydinjätehuollossa. Luvuissa 1.12.1 ja 1.12.2 on esitetty



katsaus jälleenkäsittely- ja nukliditransmutaatiotekniikoiden tämänhetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuudennäkymistä. Luvussa 1.12.3 on arvioitu jälleenkäsittelyjätteen tilavuutta ja luvussa 1.12.4 on tarkasteltu korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen geologista loppusijoitusta. Suoran loppusijoituksen ja kehittyneiden ydinpolttoainekiertojen kustannuksia vertaillaan luvussa 1.12.5.

### 1.12.1 Jälleenkäsittely

Useat merkittävät tai nousevat ydinenergiavaltiot, kuten Intia, Englanti, Japani, Kiina, Ranska, Saksa ja Neuvostoliitto/Venäjä, jatkoivat jälleenkäsittelytekniikan tutkimus- ja kehitystyötä, vaikka jälleenkäsittelypalvelujen kysyntä vähenikin nopeasti 1980-luvun alussa. Ne alkoivat rakentaa myös teollisen mittakaavan laitoksia, mutta osasta hankkeista luovuttiin ennen niiden valmistumista. Ranskan ja Englannin kaupallisiksi tarkoitetut laitokset valmistuivat kuitenkin 1990-luvulla. Englannin Sellafieldissä sijaitsevan THORP-laitoksen käyttöä ovat vaikeuttaneet monet tekniset ongelmat. Ranskalaisen Areva-yhtiön omistama La Haguen jälleenkäsittelylaitos sitä vastoin näyttää toimivan luotettavasti. Siellä myös prosessin tuottaman ydinjätteen määrää ja päästöjä ympäristöön on kyetty pienentämään merkittävästi. La Haguen laitoksen teknisiin ratkaisuihin perustuva yksikkö on koekäyttövaiheessa Japanissa. Kansainvälisen atomienergiajärjestön keräämien tietojen mukaan noin 90 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta oli jälleenkäsittely vuoden 2003 loppuun mennessä (IAEA 2005a).

Jälleenkäsittelyvaihtoehdon suurin ongelma on edelleenkin korkeat kustannukset. Useimmat Ranskan ja Eng-

lannin kaupallisten käsittelylaitosten ulkomaisista asiakkaista ovat päättäneet, etteivät ne jatka sopimuksiaan, kun aikanaan tehdyt sitoumukset päättyivät. Useissa maissa on päädytty varastoimaan käytetty ydinpolttoaine niin pitkäksi aikaa, että ydinenergia-alan tulevaisuus selkiytyy. Tähän vaikuttanee olennaisimmin niin kutsuttujen neljännen sukupolven reaktoreiden kehittämismahdollisuudet.

Jälleenkäsittelystä tuskin tulee kilpailukykyistä vaihtoehtoa, mikäli ydinenergian rauhanomainen käyttö rajoittuu termisiin reaktoreihin, joita nykyisin toimivat ydinreaktorit pääosin ovat. Niissä jälleenkäsittelyn tuottama hyöty on varsin rajoitettu. Uraanivarojen käyttöä voidaan siten tehostaa korkeintaan 20–25 % (Hanson 2007). Saatava hyöty jakautuu puoliksi erotetun plutoniumin ja uraanin kesken. Plutoniumia ei reaktorifysikaalisista syistä kannata kierrättää termisissä reaktoreissa kuin kerran ja erotetun uraanin uudelleenkäyttö edellyttää taas sen väkevöintiä. Jälleenkäsittelyn kilpailukyky määräytyy kuitenkin sekä vaihtoehtojen kustannuksista että uraanin hinnasta, joka moninkertaistui 2000-luvun alussa.

Ydinenergian rauhanomainen hyväksikäyttö on saanut lisää kannatusta 2000-luvun alussa, kun on ryhdytty etsimään keinoja rajoittaa kasvihuonekaasupäästöjä. Mikäli useat valtiot päättävät rakentaa nopeasti lisää ydinreaktoreita, uraanin saatavuus voi tulla ongelmaksi. Sen hinta voi silloin nousta sellaiselle tasolle, että jälleenkäsittely voi tulla kannattavaksi vaihtoehdoksi jopa tilanteessa, jossa termiset reaktorit tuottavat suurimman osan ydinenergiasta. Ehtona on kuitenkin pitkäaikainen sitoutuminen ydinvoiman hyväksikäyttöön, mikä edellyttää vähittäistä siirtymistä nopeisiin reaktoreihin, jotka kykenevät hyödyntämään tehokkaasti ainakin kaiken uraanin ja plutoni-

umin. Se on peruslähtökohtana niin sanotuissa neljännen sukupolven reaktorien kansallisissa ja kansainvälisissä tutkimus- ja kehitysohjelmissa (*GIF 2002*). Nopeiden reaktorien kaupallinen käyttöönotto alkanee kuitenkin vasta tämän vuosisadan puolivälin jälkeen.

Kysymys jälleenkäsittelyvaihtoehdon tarpeellisuudesta ja erityisesti sen taloudellisuudesta on edelleen ratkaisematta. Yhdysvalloissa on tehty tällä vuosikymmenellä kaksi selvitystä, joissa on päädytty täysin vastakkaisiin tuloksiin (*Bunn ym. 2003, BCG 2006, Hanson 2007*). Jälleenkäsittelyprosessin ja erotetusta materiaalista tehtävän polttoaineen valmistustekniikan yksinkertaistaminen ja tehostaminen on joka tapauksessa välttämätöntä.

Jälleenkäsittelyn taloudellinen kilpailukyky vaatii tulevaisuudessakin suuria yksiköitä. Pienen maan ei kannata rakentaa omia käsittelylaitoksia. Sen sijaan pitää varautua korkea-aktiivisen ydinjätteen geologiseen loppusijoitukseen.

Suomessa käytettyä polttoainetta ei jälleenkäsitellä, eikä Suomessa ole käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitosta. Ydinenergialain mukaan Suomessa tuotettu käytetty ydinpolttoaine on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Jälleenkäsittely ei ole nykyisin sellaisella teknistaloudellisella tasolla, että se voisi olla realistinen ydinjätehuollon vaihtoehto. Laitoksen laajennus toteutetaan kuitenkin vasta pitkän ajan kuluttua ja on mahdollista, että jälleenkäsittely silloin olisi taloudellisesti ja teknisesti varteenotettava vaihtoehto, mikäli ydinenergian käyttö laajenee.

Kaikissa tulevaisuudenkin jälleenkäsittelyvaihtoehdoissa tulee syntymään loppusijoitettavaa ydinjätettä. Nykyisen kaltaisella jälleenkäsittelytekniikalla syntyvä korkea-aktiivinen jäte tulisi lämmöntuottonsa takia todennäköisesti vaatimaan jokseenkin yhtä paljon kallioitiloja kuin jälleenkäsittelymätön käytetty polttoaine. Muiden jätteiden määriä ja niiden vaatimia loppusijoitustarpeita on vaikea enustaa yksityiskohtaisesti.

### 1.12.2 Erotus- ja transmutaatiotekniikka

Jälleenkäsittelyprosessia on mahdollista kehittää siten, että uraanin ja plutoniumin lisäksi käytetystä ydinpolttoaineesta erotetaan muita alkuaineita tai alkuaineryhmiä. Tavoitteena voi olla esimerkiksi niin sanottujen sivuaktinidien (neptunium, amerikiium ja curium) saaminen omiksi, mahdollisimman puhtaiksi tuotevirroiksi. Lisäksi fissiotuotteet on ehkä hyödyllistä jakaa ryhmiin. Esimerkiksi cesium ja strontium vastaavat huomattavasta osasta käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuotosta sataan vuoteen saakka. Tällaista kehittyntä jälleenkäsittelymenettelyä kutsutaan erotustekniikaksi (*partitioning*).

Ydinreaktorin tehontuotto perustuu fissioon, jossa raskas ydin hajoaa kahdeksi keskiraskaaksi ytimeksi. Lisäksi polttoaineen koostumus muuttuu muiden neutronireaktioiden seurauksena. Tällaista prosessia kutsutaan nukliditransmutaatioksi.

Erotus- ja transmutaatiotekniikan avulla voidaan teoriassa helpostikin muuttaa käytetyn ydinpolttoaineen ominaisuuksia tavalla, joka vähentää ydinjätehuoltoon liittyviä ongelmia. Transmutaatioreaktiot voidaan toteuttaa niin, että pitkäikäiset radioaktiiviset nuklidit muuttuvat lyhytikäisiksi tai jopa stabiileiksi. Osalle erotusprosessin tuotevirroista voidaan lisäksi kehittää oma loppusijoitusratkaisunsa, joka on yksinkertaisempi ja halvempi kuin perusratkaisu. Kehittyneen erotustekniikan avulla on myös mahdollista vähentää ympäristöpäästöjä tehostamalla helposti haihtuvien ja kaasumaisten alkuaineiden keräystä. Korkea-aktiivisen ydinjätteen kiinteytysmatriisin pitkäaikaiskestävyyttä voidaan parantaa poistamalla jätteestä hankalat alkuaineet.

Erotus- ja transmutaatiotekniikan teknistä toteutavuutta arvioitiin perusteellisesti ensimmäisen kerran 1970-luvun lopulla. Loppupäätelmä oli silloin kielteinen (*IAEA 1982*). Japani aloitti kuitenkin vuonna 1988 uudestaan erotus- ja transmutaatiotekniikan mahdollisuuksien selvittämisen ja Ranska seurasi esimerkkiä 1990-luvun alussa. Alan tutkimus laajeni nopeasti, kun useat maat ja kansainväliset yhteisöt käynnistivät omia ohjelmiaan.

Erotustekniikassa keskityttiin yhtäältä vakiintuneen niin sanotun hydrometallurgisen jälleenkäsittelymenettelyn (*PUREX*) kehittämiseen ja toisaalta niin sanottujen pyrokemiallisten (sähkökemiallisten) prosessien tutkimiseen. Transmutaatiotekniikassa oli myös kaksi perusvaihtoehtoa: tavanomainen nopea reaktori ja niin sanottu kiihdytinavusteinen alikriittinen nopea reaktori (*Accelerator-driven System, ADS*). Jälkimmäisessä vaihtoehdossa neutronivuo pidetään halutulla tasolla ohjaamalla hiukaskiihdyttimellä tuotettuja energettisiä protoneja reaktorisydämessä olevaan kohtioon (*NEA 2002*).

Erotus- ja transmutaatiotutkimuksen uusin vaihe on tuottanut merkittäviä tuloksia, mutta useimmiten tulokset ovat laskennallisia tai saatu laboratorio-olosuhteissa. Niin on tilanne varsinkin polttoainevaihtoehtojen, mutta myös erotustekniikoiden osalta. Uusien ratkaisujen kokeellinen testaaminen vie vielä aikaa. Se tulee tapahtumaan lähinnä osana neljännen sukupolven reaktorien tutkimus- ja kehitysohjelmaa (*Pradel 2006, Minato ym. 2006*). Tavoitteena on, että uudet reaktorit olisivat tehokkaita aktinidien kierrätys- ja transmutaatiolaitoksia. Jos nopeiden reaktorien demonstraatiolaitoksia otetaan käyttöön jo vuosina 2020–2025, kuten Japani, Ranska ja Yhdysvallat nyt suunnittelevat, niissä käytetään kuitenkin aluksi uraani- ja plu-

toniumpolttoainetta, joka on erotettu ja jota tullaan käsittelemään nykyisen kaltaisilla jälleenkäsittelylaitoksilla.

Tavanomaisen jälleenkäsittelyn tavoin tehokkainkaan erotus- ja transmutaatiotekniikka ei poista korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen tarvetta. Se voi helpottaa loppusijoitukselle asetettavia teknisiä vaatimuksia ja pienentää loppusijoitustilan tarvetta (NEA 2006), mutta osa pitkäikäisistä radionuklideista tulee kuitenkin vaatimaan geologista loppusijoitusta.

### 1.12.3 Jälleenkäsittelyjätteen tilavuus

Tavanomainen jälleenkäsittelylaitos tuottaa kolmenlaista ydinjätettä. Varsinainen korkea-aktiivinen ydinjäte koostuu fissiotuotteista, niin sanotuista sivuaktinideista (nep-tunium, amerikium ja curium) ja pienistä määristä erottumatta jäänyttä uraania ja plutoniumia. Se kiinteytetään La Hagen jälleenkäsittelylaitoksella boorisilikaattilasiin sekoitettuna vakiokokoiisiin (halkaisija 43 cm, korkeus 134 cm, tehollinen tilavuus noin 0,18 m<sup>3</sup>) astioihin. Korkea-aktiivista jätettä syntyy nykyisin 0,13 m<sup>3</sup> polttoaineen alkuperäistä uraanitonnia kohti. Samanlaisiin astioihin sijoitetaan myös suojuaket ja muut rakennemateriaalit. La Haguessa tämän jätteen tilavuus on saatu pienennettyä 0,18 m<sup>3</sup>:iin uraanitonnia kohti. Lisäksi laitoksen käytöstä kertyy noin 1,3 m<sup>3</sup> lyhytikäistä matala- ja keskiaktiivista ydinjätettä uraanitonnia kohti (Hanson 2007).

Posivan nykyisten suunnitelmien mukaan käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan kapseleihin, joiden tilavuus vaihtelee välillä 3–4,5 m<sup>3</sup>. Kapseleissa on joko 4 tai 12 polttoainepussia, joiden alkuperäinen uranimassa on välillä 1,4–2,2 tonnia (Raiko 2005). Luvuista on laskettavissa, että loppusijoitettavan korkea-aktiivisen ydinjätteen määrä on välillä 1,9–2,1 m<sup>3</sup>/tU. Jälleenkäsittely tuottaa geologista loppusijoitusta edellyttävää korkea-aktiivista jätettä parhaimmillaan vain viidesosan suoraan loppusijoitukseen verrattuna.

Jälleenkäsittelystä kertyy erotettua uraania ja plutoniumia, joka nykyisellään suurelta osin varastoidaan. Erotettua uraania (RepU) voidaan käsitellä kuten luonnonuraania, vaikka sen aktiivisuus onkin suurempi kuin luonnonuraanin. Sitä säilytetään yleensä oksidimuodos-

sa (UO<sub>3</sub> tai U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) 150–200 litran tynnyreissä (IAEA 2007). Erotetun plutoniumin varastointi edellyttää erityistoimia sekä ydinasevarustelun uhan torjumiseksi että kriittisyys-turvallisuuden takaamiseksi. Myös säteilysuojeluun on kiinnitettävä huomiota. Plutoniumin varastointi tapahtuu muutaman kilon erissä.

### 1.12.4 Korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen geologinen loppusijoitus

Geologisen loppusijoitustilan tarve määräytyy yleensä lämpöteknisten analyysien perusteella. Alle sadan vuoden jäähtymisajoilla fissiotuotteet (lähinnä Sr-90 ja Cs-137) tuottavat suurimman tai merkittävän osan jälkilämmöstä. Siksi käytetty ydinpolttoaine ja nykyisin tuotettu korkea-aktiivinen jälleenkäsittelyjäte vaativat suunnilleen yhtä suuren tilavuuden.

Useiden loppusijoitusratkaisujen turvallisuusanalyysissä kallioperässä pohjaveden mukana helposti liikkuvat fissiotuotteet, kuten esimerkiksi I-129, Tc-99, Cs-135 ja Se-79, aiheuttavat suurimmat annosnopeudet. Siksi myös tästä näkökulmasta käytetyn ydinpolttoaineen ja korkea-aktiivisen jälleenkäsittelyjätteen loppusijoitus eivät poikkea merkittävästi toisistaan. Tosin vielä nykyisin kaikki tai osa jodista ja teknetiumista päästetään hallitusti meriveteen. Tavoitteena on kuitenkin lopettaa tällainen käytäntö lähitulevaisuudessa. Toistaiseksi ne on perusteltua pitää mukana loppusijoitustilan turvallisuusanalyysissä.

Kehittyneissä polttoainekierroissa tavoitteena on erottaa korkea-aktiivisesta ydinjätteestä sekä lämpöä tuottavat että helposti liikkuvat fissiotuotteet. Jos se onnistuisi, voitaisiin geologisen loppusijoitustilan tarvetta pienentää merkittävästi ja parantaa myös jossain määrin loppusijoituksen turvallisuutta. Päämäärän saavuttaminen edellyttää vielä runsaasti tutkimus- ja kehitystyötä. Uusien erotusvaiheiden lisääminen jälleenkäsittelyprosessiin ja erityisesti tarvittavan erotustehokkuuden saavuttaminen voi lisätä sekundäärijätteiden määrää (INL 2007, NEA 2006, Westlen ym. 2007).





### 1.12.5 Kustannusvertailu

Suoran loppusijoituksen ja kehittyneiden ydinpolttoainekiertojen taloudellisia vertailuja vaikeuttaa luotettavien hintatietojen puute. Tavanomainen jälleenkäsittely on kaupallista toimintaa, joten sen kustannuksia ei haluta julkisuuteen. Uusien teknisten ratkaisujen kehitystyö on vielä meneillään. Taloudellisuusvertailuissa tehdäänkin yleensä niin, että jokaiselle vaihtoehdolle valitaan jokin todennäköinen perushinta, jolle oletetaan sitä suurempi vaihteluväli mitä kauempana kaupallisista sovelluksista kyseinen prosessi on.

Ydinsähkön hinnasta tehdyt selvitykset osoittavat selvästi, että reaktorin investointikustannukset ovat merkittävin yksittäinen hintaan vaikuttava muuttuja. Niiden osuus hinnasta on 60–70 prosenttia. Kun otetaan huomioon vielä reaktorin käyttö- ja huoltokustannukset, joiden osuus sähkön kokonaishinnasta on noin 15–20 prosenttia, polt-

toainekierron muiden kustannusten merkitys jää varsin pieneksi. OECD/NEA:n niin sanotun kehityskomitean viimeisimmässä polttoainekiertojen vertailussa (NEA 2006) polttoaineen hankinnan ja valmistuksen osuudeksi saatiin suoran polttoainekierron tapauksessa hieman alle 10 prosenttia. Jälleenkäsittelyn kustannusten arvioitiin olevan suunnilleen samaa luokkaa. Ydinjätehuollon osuus ydinsähkön kokonaishinnasta on aina erittäin pieni, korkeintaan muutamia prosentteja. Perustulos tässä vertailussa oli, että vaikka joissakin kehittyneissä polttoainekiertoissa polttoainekustannukset saattoivat olla kaksinkertaiset avoimeen kiertoon verrattuna, sähkön kokonaishinnassa ero oli korkeintaan 20 prosenttia.

Raaka-aineen saatavuus ja hinta ovat tärkeimmät muuttujat polttoainekiertojen taloudellisuusvertailussa. Jos uraanin hinta vakiintuu riittävän korkealle tasolle, jälleenkäsittely on kilpailukykyinen suoraan loppusijoitukseen verrattuna (NEA 2006, Hanson 2007).

POSIVA



POSIVA  
t u t k i i

YVA 08 |

POSIVA selvittää laajemman sijoitustilan vaikutuksia

YVA |

## 2 YVA-menettely, tiedottaminen ja osallistuminen

### 2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoitteet

Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama direktiivi (85/337/ETY) on pantu täytäntöön Suomessa ympäristövaikutusten arviointia koskevalla YVA-lailla (468/1994) ja -asetuksella (713/2006). Ydinenergian tuottamisessa syntyneiden ydinjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen tarkoitettavat laitokset kuuluvat ympäristövaikutusten arvioinnista säädetyn lain piiriin ja niille on suoritettava ympäristövaikutusten arviointi. Ydinenergia- ja -laitoksia koskevissa YVA-hankkeissa yhteysviranomaisena toimii YVA-lain mukaan työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn eli YVA-menettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioonottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Menettelyn tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumista sekä mahdollisuuksia ilmaista mielipiteensä hankkeesta.

YVA-menettelyssä ei siis tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

### 2.2 YVA-menettelyn päävaiheet

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. Toukokuussa 2008 valmistuneessa YVA-ohjelmassa esitettiin hankkeen toteuttamisvaihtoehdot sekä se, miten vaikutukset aiotaan arvioida. Tämän jälkeen kansalaiset saivat esittää mielipiteitään YVA-ohjelmasta ja sen kattavuudesta. TEM pyysi YVA-ohjelmasta lausuntoja eri viranomaisilta sekä muilta tahoilta, kokosi annetut lausunnot ja mielipiteet yhteen ja antoi oman lausuntonsa 22.8.2008.

Toisessa vaiheessa eli YVA-selostusvaiheessa YVA-ohjelman ja siitä annettujen lausuntojen ja mielipiteiden pohjalta laadittiin ympäristövaikutusten arviointiselostus eli tämä YVA-selostus. YVA-selostuksessa esitetään tiedot hankkeesta ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista. YVA-selostuksessa esitetään

- arvioitavat vaihtoehdot
- ympäristön nykytila

- vaihtoehtojen ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys
- arvioitujen vaihtoehtojen vertailu (6 500 tU, 9 000 tU ja 12 000 tU)
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi
- miten vuorovaikutus ja osallistuminen on järjestetty YVA-menettelyn aikana
- miten TEM:n arviointiohjelmasta antama lausunto on otettu huomioon arvioinnissa.

YVA-selostuksen valmistuttua kansalaisilla on mahdollisuus esittää siitä mielipiteitään. Tämän lisäksi viranomais- tahot toimittavat YVA-selostuksesta lausuntonsa TEM:lle.

YVA-menettely päättyy, kun TEM toimittaa lausuntonsa YVA-selostuksesta Posivalle. YVA-selostus ja sitä koskeva yhteysviranomaisen lausunto liitetään periaatepäätöshakemukseen.

### 2.3 Tiedottaminen ja osallistuminen

Tärkeä osa hankkeen ympäristövaikutusten arviointia oli eri tahojen osallistuminen YVA-menettelyyn. Osallistumisen tarkoituksena oli loppusijoitussuunnitelmista vastaavien sekä YVA-menettelyyn osallistuvien tahojen välinen vuorovaikutus. Posivan YVA-menettelyyn osallistuneet tahot on esitetty kuvassa 2-1.

Vuorovaikutuksen tavoitteena oli myötävaikuttaa arviointivaiheiden tunnistamiseen YVA-ohjelman laatimisvaiheessa sekä myöhemmin itse arvioinnissa. Tarkoituksena oli tuoda yhteiseen keskusteluun asiantuntijoiden tiedot ja kansalaisten näkemykset hankkeesta ja sen arvioiduista vaikutuksista. Vuorovaikutuksen avulla pyrittiin myös vähentämään tiedon puutteesta johtuvia osapuolten välisiä väärinkäsityksiä ja ristiriitoja.

#### 2.3.1 Seurantaryhmäyöskentely

YVA-menettelyn tiedonkulkua ja vuorovaikutusta edistämään perustettiin Posivan kokoon kutsumana eri sidosryhmiä koostuva seurantar ryhmä. Seurantaryhmään

kutsutut tahot valittiin siten, että saataisiin esiin eri osapuolten näkemyksiä. Kutsutuille tahoille lähetettiin noin kuukautta ennen ensimmäistä kokousta kutsukirje, jossa tahoja pyydettiin nimeämään edustajansa seurantaryhmään. Samalla kutsuttiin tahon edustaja seurantaryhmän ensimmäiseen kokoukseen. Kokouksessa esiteltiin seurantaryhmään kutsutut tahot. Seurantaryhmän kokoonpanoon ei tullut muutosehdotuksia.

Seuraavat tahot nimesivät edustajansa seurantaryhmään:

- Eurajoen kunta
- Kiukaisten kunta
- Lapin kunta
- Luvian kunta
- Nakkilan kunta
- Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM)
- Länsi-Suomen lääninhallitus
- Lounais-Suomen ympäristökeskus
- Satakuntaliitto
- Satakunnan luonnonsuojelupiiri
- Satakunnan TE-keskus
- Rauman Seudun Kehitys Oy
- Fortum Power and Heat Oy
- Teollisuuden Voima Oyj (TVO).

Osallistuneiden lisäksi mukaan oli kutsuttu myös Rauman kaupunki, Euran kunta, Säteilyturvakeskus (STUK), Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Turvatekniikan keskus (TUKES) ja Satakunnan pelastuslaitos.

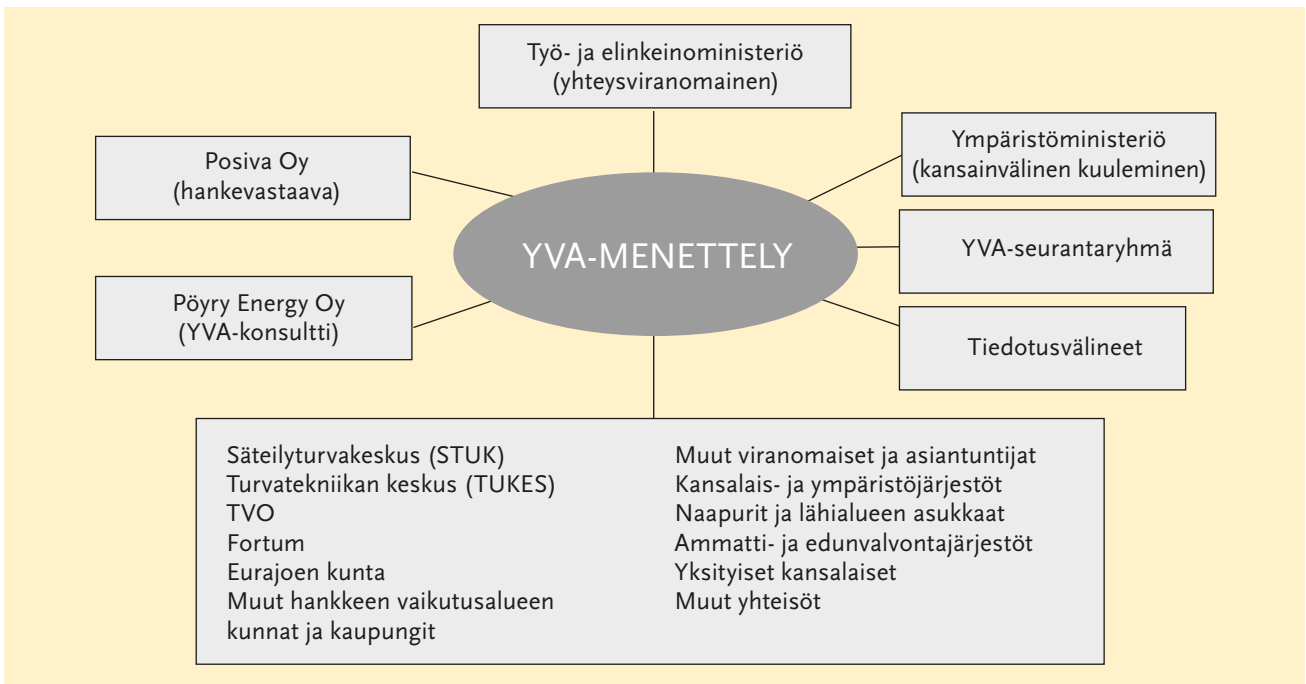
**Seurantaryhmän kokous 8.4.2008**

Seurantaryhmä kokoontui YVA-menettelyn aikana kaksi kertaa. Ensimmäinen kokous pidettiin 8.4.2008 Eurajoella Vuojoen kartanossa. Kokoukseen osallistui Posivan ja YVA-konsultin edustajien lisäksi kahdeksan henkilöä. Kokouksessa esiteltiin seurantaryhmän edustajille hanketta, YVA-menettelyä sekä YVA-ohjelman luonnosta. YVA-ohjelman luonnos lähetettiin seurantaryhmän jäsenille etukäteen tutustuttavaksi.

Seurantaryhmän kokouksessa keskustelua herättivät muun muassa nollavaihtoehdon määrittely, liikenteen vaikutusten tarkastelualue, loppusijoituskapseleiden tiiviys ja hitsaus, loppusijoituslaitoksen maankäytön tarve sekä kallioperään ja pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointimenetelmät. Seurantaryhmältä saatiin lisäksi ympäristön nykytilaa koskevia lisätietoja ja korjauksia. Kokouksesta laadittiin pöytäkirja, joka toimitettiin kaikille seurantaryhmän jäsenille. Kokouksessa ja sen jälkeen saadut kommentit ja täsmennykset otettiin huomioon YVA-ohjelmaa laadittaessa mahdollisimman kattavasti sikäli kuin ne liittyivät YVA-ohjelmaan. Muutoin kommentit otettiin huomioon YVA-menettelyn toteutuksessa ja YVA-selostuksessa. Keskeisimmät seurantaryhmän kokouksessa esille nousseet kysymykset toistuivat myös YVA-ohjelmasta annetuissa lausunnoissa ja mielipiteissä.

**Seurantaryhmän kokous 27.8.2008**

Seurantaryhmän toinen kokous pidettiin 27.8.2008 Eurajoella Vuojoen kartanossa. Tapaamisen aiheena olivat yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta ja YVA-selostuksen luonnos. Kokoukseen osallistui Posivan ja



Kuva 2-1 Posivan YVA-menettelyyn osallistuneet tahot.

YVA-konsultin edustajien lisäksi kuusi henkilöä. Seurantaryhmällä oli mahdollisuus esittää mielipiteitä selvitysten laadinnasta ja tulosten huomioon ottamisesta YVA-selostuksessa. YVA-selostuksen luonnos lähetettiin seurantaryhmän jäsenille etukäteen tutustuttavaksi. Kokouksessa keskusteltiin seuraavista aiheista:

- käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten turvallisuus ja turvallisuuden varmistaminen
- avoimiin kallioiloihin vuotavan veden määrä ja pohjavedenpinnan aleneminen
- loppusijoitustunnelien tiivistäminen (tiivistämisteknikka)
- tilanteet, joissa kalliorakentaminen estyy (periaatteiden ja kriteerien selvittäminen)
- kallionrikkonaisuusvyöhykkeiden sijoittuminen loppusijoitustiloihin nähden
- osallistumisryhmien koostumus.

Seurantaryhmältä saatujen kommenttien pohjalta YVA-selostuksessa tarkennettiin

- käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallintamenetelmien kuvausta
- loppusijoitustilojen tiivistämistä koskevaa kuvausta
- kuvausta sijaintipaikan soveltuvuuden arvioimisesta loppusijoituksen rakentamiseen (hyväksymisperiaatteet ja -kriteerit).

Selostukseen lisättiin myös kuva maanalaisten loppusijoitustilojen sijoittumisesta ja merkittävimmistä sijoittelua rajoittavista kalliorakenteista.

### 2.3.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet

#### *Lähiseudun asukkaille ja loma-asukkaille järjestetty asukastilaisuus*

Olkiluodon ja sen lähiseudun asukkaille sekä loma-asukkaille järjestettiin asukastilaisuus 19.3.2008 Eurajoella Vuojoen kartanossa. Tilaisuuteen osallistui noin 30 henkilöä. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja YVA-menettelyä. Asukkailla oli mahdollisuus esittää kysymyksiä ja kommentteja hankkeeseen liittyen. Tilaisuudessa keskusteltiin seuraavista aiheista:

- Olkiluotoon suunnitellut uudet hankkeet
- loppusijoituslaitoksen vaatima kalliotilavuus
- Olkiluodon maankäyttö ja loppusijoituslaitoksen sijoittuminen
- käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittely
- loppusijoituksen aiheuttama kallioerän lämpötilan nousu
- loppusijoituslaitoksen säteilyvaikutukset
- kapselointilaitoksen sijoittuminen
- sähkönkulutusennusteet ja -tuotantotavat
- kallioerän soveltuvuus loppusijoitukseen.

Erästä asukasta huolestutti, kuinka hyvin kallion lujuus, ruhjeet ja kivilajit on Posivan toimesta tutkittu. Tilaisuudessa esitettiin myös huoli siitä, kuinka paikkakunnan nuoret saadaan aktivoitua heitä koskevien asioiden käsittelyyn. Kaikki kysymykset ja mielipiteet kirjattiin muistiin ja niitä käsiteltiin YVA-ohjelmaa ja -selostusta laadittaessa.



### Avoimet yleisötilaisuudet

Hanketta ja sen ympäristövaikutusten arviointia koskeva kaikille avoin yleisötilaisuus järjestettiin 9.6.2008 Eurajoen kunnantalolla. Yleisötilaisuudessa esiteltiin Posivan loppusijoitushanketta Olkiluodossa, loppusijoituslaitoksen laajentamista, ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja menettelyyn liittyvää vuorovaikutusta ja vaikutusmahdollisuuksia. Yleisöllä oli mahdollisuus esittää kysymyksiä ja keskustella YVA-menettelystä TEM:n, Posivan ja YVA-ohjelman laatineiden henkilöiden kanssa. Paikalla oli Posivan ja YVA-konsultin edustajien sekä viranomaisten lisäksi noin kymmenkunta osallistujaa. Puheenjohtajana toimi Eurajoen kunnanjohtaja. Kaikki tilaisuudessa esitetyt kannanotot kirjattiin. Seuraavassa on esitetty yhteenveto yleisötilaisuudessa esiin tulleista kysymyksistä ja kommentista sekä vastaukset niihin.

1. Yleisötilaisuudessa kysyttiin muun muassa sitä, miksi loppusijoituslaitoksen laajennusta 3000 uraanitonilla käsitellään jo nyt vuonna 2008, vaikka kyseisen polttoaineen loppusijoitus alkaisi vasta aikaisintaan 2070-luvulla.  
*Menettelytavan lähtökohtana on ydinenergialaki, joka edellyttää periaatepäätökset jokaiselle uudelle ydinvoimalaitokselle erikseen. Periaatepäätökseen on liitettävä ympäristövaikutusten arviointiselostus. YVA-arvioinnissa ei tehdä päätöksiä hankkeen toteutuksesta.*
2. Tilaisuudessa tiedusteltiin kirjallisiin mielipiteisiin liitettävän diaarinumeron löytymisestä ja annettujen mielipiteiden näkymisestä TEM:n internetsivuilla.

*Diaarinumero löytyy muun muassa YVA-ohjelman kuulutuksesta. Kaikki kansalaisten antamat lausunnot ja mielipiteet julkaistaan TEM:n internetsivuilla.*

3. Kysymyksiä herätti arviointiselostuksen tiukka aikataulu, joka nähtiin kansalaisten näkemysten todellisen huomioonottamisen kannalta huolestuttavana.  
*Keväällä 2008 päivitettyä vuoden 1999 YVA-selostusta hyödynnetään nyt uutta YVA-selostusta laadittaessa. Mikäli selostuksen tekoon tarvitaan enemmän aikaa, sitä tullaan myös käyttämään.*
4. Kansainvälinen kuuleminen aiheutti myös ihmetystä. Eräs paikkakuntalainen ihmetteli, miksi Suomen naapurivaltioilta tulee kysyä lausuntoja, vaikka loppusijoitus nähdään vaarattomana.  
*Kysymyksessä on kuulemista määrittelevän Espoon sopimuksen tulkinta, jonka mukaan naapurivaltioille tulee tarjota mahdollisuus osallistua kuulemiseen, vaikka hankkeella ei olekaan valtioiden rajoja ylittäviä vaikutuksia.*

Edellä mainittujen näkökohtien lisäksi esitettiin, että käytetyn ydinpolttoaineen lämpövaikutuksiin tulisi kiinnittää huomiota, loppusijoitusalue tulisi sijoittaa pois päin asutuksesta, kansalaisten edustuksellisuuteen yleisötilaisuuksissa tulisi kiinnittää huomiota, kunnan päättäjät tulisi velvoittaa käymään tilaisuuksissa ja paikkakunnan nuoret tulisi saada aktivoitua heitä koskevien asioiden käsittelyyn. Yleisötilaisuudessa esiin tulleet kysymykset ja kommentit on huomioitu arviointiselostusta laadittaessa.



Toinen kaikille avoin yleisötilaisuus järjestetään YVA-selostuksen valmistuttua yhdessä TEM:n kanssa. Tilaisuudessa esitellään YVA-hankkeen tuloksia ja YVA-selostusta.

### 2.3.3 Teemahaastattelut

Ympäristövaikutusten arviointiin sisältyvän sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhtenä osana järjestettiin Olkiluodon lähiseudun asukkaille ja paikkakunnan nuorille aikuisille tarkoitettuja teemahaastatteluja, joiden avulla saatiin tietoa asukkaiden suhtautumisesta hankkeeseen. Teemahaastatteluisa asukkaat esittivät näkemyksiään tärkeinä pitämistään asioista ja vaikutuksista. Teemahaastatteluihin kutsuttiin 21 henkilöä. Haastateltavien valinta tehtiin niin, että hankkeen vaikutusten kannalta olennaiset näkökulmat saatiin esille. Tutkimuksessa haastateltiin 11 lähiasukasta/kesäasukasta ja 10 paikkakunnalla asuvaa nuorta aikuista. Nuorten valinta kohderyhmäksi perustui keväällä 2008 pidetyssä asukastilaisuudessa esitettyyn kommenttiin, jonka mukaan myös paikkakunnan nuoret tulisi huomioida ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Toiseksi kohderyhmäksi valittiin lähiseudun asukkaat, joita hanke lähimmin kuntalaisista koskettaa. Haastattelut suoritettiin Eurajoella kesäkuussa 2008. Haastattelujen teemat olivat tietämys loppusijoitushankkeesta, tulevaisuus Eurajoella, turvallisuudentunne sekä viestintä ja tiedonsaanti. Teemahaastatteluiden tulokset on raportoitu luvussa 9.11.4.

### 2.3.4 Muu viestintä ja vuorovaikutus

Posiva on tiedottanut Olkiluodon loppusijoitustilojen laajentamiseen liittyvästä YVA-menettelystä Uusi Rauma ja Satakunnan Viikko -lehtien liitteenä viisi kertaa vuodessa ilmestyvässä Posiva Tutkii -julkaisussa. Näiden lehtien jakelu kattaa Rauman, Eurajoen, Lapin, Pyhärannan, Euran, Laitilan, Porin, Ulvilan, Luvian ja Noormarkun kuntien kotitaloudet. Helmikuussa 2008 ilmestyneen Posiva Tutkii -lehden välissä jaettiin YVA-menettelyä koskeva postimaksuton palautekortti kaikkiin Eurajoen talouksiin. Palautekortteja lähetettiin Posivalle 13 kpl ja niissä esitetyt kysymykset käsiteltiin Posiva Tutkii -lehden numerossa 2/2008.

Tiedotusvälineiden kautta YVA-menettelystä on tiedotettu laajemmin ohjelmavaiheen alussa sekä YVA-ohjelmaraportin valmistuttua.

Olkiluodon vierailukeskuksessa on YVA-menettelyä koskevaa materiaalia yleisön nähtävillä ja saatavilla. Eurajoen kunnantalolla on esillä YVA-hankkeesta kertovaa materiaalia koko YVA-menettelyn ajan.

YVA-menettelyn aikana Eurajoen alueen asukkaille on esitelty loppusijoitushankkeen laajennusta Posivan osas-

tolla Eurajoen torilla 14.6.2008 ja markkinoilla 16.8.2008. Lisäksi hanketta esiteltiin valtakunnallisilla ympäristöteknikkamessuilla Helsingissä 10.–12.9.2008.

YVA-ohjelma ja -selostus sekä niiden yhteenvedot ovat nähtävillä Posivan internetsivuilla ([www.posiva.fi](http://www.posiva.fi)), jonne on voinut jättää YVA-menettelyä koskevaa yleisöpalautetta. YVA-ohjelma ja YVA-selostus sekä niistä annetut mielipiteet ja lausunnot ovat nähtävillä TEM:n internetsivuilla ([www.tem.fi](http://www.tem.fi)).

## 2.4 YVA-ohjelman nähtävilläolo

YVA-menettely käynnistyi, kun Posiva jätti YVA-ohjelman eli suunnitelman ympäristövaikutusten arvioimiseksi TEM:lle 13.5.2008. Kuulutus arviointimenettelyn käynnistymisestä julkaistiin 27.5.2008 Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa, Satakunnan Kansassa, Turun Sanomissa sekä Uusi Rauma ja Länsi-Suomi -lehdissä. Kuulutus oli nähtävillä myös TEM:n internetsivuilla.

Arviointiohjelma oli yleisön nähtävillä 27.5.–25.7.2008 Eurajoen, Euran, Kiukaisten, Lapin, Luvian ja Nakkilan kunnanvirastoissa sekä Rauman ympäristövirastossa. Lisäksi arviointiohjelma oli nähtävänä TEM:n ja Posivan internetsivuilla. TEM järjesti yhdessä Posivan kanssa yleisötilaisuuden arviointiohjelman nähtävilläoloajan alussa 9.6.2008.

## 2.5 Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta ja sen huomioonottaminen

TEM antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 22.8.2008. TEM:n lausunto on kokonaisuudessaan tämän selostuksen liitteenä (liite 1). TEM toteaa lausunnossaan, että Posivan YVA-ohjelma pääosin kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla. Ministeriö toteaa, että YVA-selostus on laadittava siten, että kaikki yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat huomioidaan asianmukaisesti.

TEM:n lausunnossaan esittämät seikat on otettu huomioon YVA-selostusta laadittaessa ja on sisällytetty siihen soveltuvin osin. Myös muissa lausunnoissa ja mielipiteissä esitetyihin näkökohtiin ja kysymyksiin on pyritty vastaamaan mahdollisimman kattavasti.

Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja esitetyt mielipiteet sekä yhteysviranomaisen lausunto ovat nähtävillä TEM:n internetsivuilla. Taulukossa 2-1 on esitetty ne asiat, joihin lausunnon mukaan on kiinnitettävä huomiota selvityksen tekemisessä ja arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukossa on lisäksi esitetty, miten TEM:n lausunto on otettu huomioon arviointimenettelyn järjestämisessä ja arviointiselostuksessa.

Taulukko 2-1 Yhteysviranomaisen arviointiohjelmasta antaman lausunnon huomioonottaminen.

Yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta	Miten lausunto on otettu huomioon arviointityössä (viittaukset tämän YVA-selostuksen kohtiin)
YVA-selostus on laadittava siten, että kaikki yhteysviranomaisen lausunnon luvussa 4 (liite 1) esitetyt kohdat huomioidaan asianmukaisesti.	YVA-selostuksessa on otettu huomioon yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat. Tässä taulukossa on esitetty, kuinka asiat on otettu huomioon.
Lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin YVA-selostuksessa on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava sekä selkeästi osoitetut puutteet tai virheelliset tiedot on korjattava.	Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin näkökohtiin ja kysymyksiin on pyritty vastaamaan mahdollisimman kattavasti YVA-selostuksessa. YVA-ohjelmassa osoitetut puutteet ja mahdolliset virheelliset tiedot on korjattu YVA-selostuksen asianomaisissa kohdissa.
Kansainvälisessä arvioinnissa esitettyihin kysymyksiin on vastattava sekä YVA-selostuksessa että siitä kirjoitettavassa kansainvälisen arvioinnin tiivistelmässä. Maiden omille kielille käännettävän materiaalin tulee olla riittävää ja sen tulee sisältää Espoon sopimuksen liitteen II tiedot. YVA-selostukseen tulee liittää omana kappaleena kuvaus valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista. Materiaalista tulee käydä ilmi, miten Espoon sopimuksen puitteissa YVA-menettelyyn osallistuvien maiden kommentit on otettu huomioon.	Kansainvälisessä arvioinnissa esitetyjä kysymyksiä ja niihin liittyviä vastauksia sekä esitettyjä kommentteja ja niiden huomioonottamista käsitellään luvuissa 2 ja 13 sekä YVA-selostuksen yhteenvedossa. Sekä YVA-selostuksessa että yhteenvedossa on esitetty taulukko, jossa on esitetty, kuinka YVA-menettelyyn osallistuvien maiden kommentit on otettu huomioon. Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset esitetään YVA-selostuksen luvussa 13 omana alalukunaan sekä YVA-selostuksen yhteenvedossa, jota tul- laan käyttämään kansainvälisen kuulemisen asiakirjana. YVA-selostuksessa esitetään Espoon sopimuksen liitteessä II edellytetyt tiedot.
YVA-selostuksessa on kiinnitettävä huomiota kuvausten sisältöön ja laajuuteen. Yleispiirteisten tekstien seikkaperäisyyttä on aiheellista tarkastaa ja tarvittaessa kuvauksen tulee olla YVA-ohjelmassa esitettyä yksityiskohtaisempi.	Hankevastaava pitää kuvausten sisältöä ja laajuutta riittävänä. Tekstejä on tarkennettu verrattuna YVA-ohjelmaan (mm. loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaukset).
Kuvien, piirrosten ja karttaesitysten selkeyteen ja laatuun tulee kiinnittää huomiota.	Selostukseen on valittu mahdollisimman selkeät kuvat, piirrookset ja kartat.
<b>Hankekuvaus ja vaihtoehdot</b>	
YVA-menettelyssä arvioitavana hankkeena on loppusijoitustilojen rakentaminen laajennettuna siten, että laajentamisen jälkeen tiloihin voidaan sijoittaa 12 000 uraanitonnia.	YVA-menettelyssä arvioitavana hankkeena on loppusijoitustilojen rakentaminen laajennettuna siten, että laajentamisen jälkeen tiloihin voidaan sijoittaa 12 000 uraanitonnia aiemman 9 000 uraanitonnin asemesta.
YVA-selostuksessa tulee kuvata sellaiset loppusijoitustilat, joihin sijoitetaan 12 000 uraanitonnia.	Loppusijoitustilat 12 000 tU:n loppusijoittamiselle on kuvattu YVA-selostuksessa. Muun muassa kuvassa 3-5 on esitetty maanalaisten loppusijoitustilojen sijoittuminen.
YVA-selostuksessa tulee myös esittää kuvaus tiloista, joihin sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia ja tiloista, joihin sijoitettaisiin mahdollisesti 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.	Muun muassa kuvassa 3-5 on esitetty maanalaisten loppusijoitustilojen sijoittuminen. Kuvaan on merkitty loppusijoitustilat nykyisille ja rakenteilla oleville laitoksille (6 500 tU), laitoksen laajennus 9 000 tU:n polttoainemäärälle ja laajennus 12 000 tU:n polttoainemäärälle.
YVA-selostuksessa on perusteltua kuvata väliavarastointia toimintana, joka edeltää loppusijoitusta, sekä väliavarastoinnin merkitystä loppusijoituksen kannalta.	Väliavarastointia on kuvattu YVA-selostuksen luvussa 12.1.
Ministeriö pitää perusteltuna, että YVA-selostuksessa tullaan esittämään katsaus jälleenkäsittely- ja nukliditransmutaatiotekniikoiden tämän hetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuuden näkymistä.	Luvussa 1.12 on esitetty katsaus jälleenkäsittely- ja nukliditransmutaatiotekniikoiden tämänhetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuudennäkymistä.
YVA-selostuksessa tulee tuoda esille, miten sijaintipaikan soveltuvuutta arvioidaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja sen laajentamiseen.	Luvuissa 11.4 ja 15.10 on esitetty, miten sijaintipaikan soveltuvuutta arvioidaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja sen laajentamiseen.
<b>Vaikutukset ja niiden selvittäminen</b>	
Arvioinnissa on YVA-menettelyn kannalta riittävässä määrin vastattava lausunnoissa ja kannanotoissa esitettyihin kysymyksiin ja kommentteihin.	Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin näkökohtiin ja kysymyksiin on pyritty vastaamaan mahdollisimman kattavasti YVA-selostuksessa.
Ympäristövaikutukset tulee arvioida loppusijoituslaitoksen koko laajuudelta ottaen huomioon tilojen laajennus. Tämä tarkoittaa, että YVA-selostuksessa tulee esittää loppusijoitustilan ympäristövaikutukset tilanteissa, jossa laitokseen sijoitettaisiin 12 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Vaihtoehtojen vertailemiseksi tulee ympäristövaikutukset esittää tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia tai 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.	YVA-menettelyssä on arvioitu loppusijoituslaitoksen laajentamista 3 000 tU:lla, jolloin loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrä on yhteensä 12 000 tU. Vaihtoehtojen vertailemiseksi merkittävimmät ympäristövaikutukset on esitetty tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 tU, 9 000 tU tai 12 000 tU käytettyä ydinpolttoainetta.
Ympäristövaikutukset tulee esittää havainnollisesti siten, että ympäristövaikutukset eri tilanteissa käyvät selkeästi ilmi.	Ympäristövaikutusten havainnolliseen esittämiseen on kiinnitetty huomioita. Vaihtoehtojen vertailtavuuden parantamiseksi selostuksen loppuun on lisätty taulukko, jossa vertaillaan erisuuruisia loppusijoitettavia polttoainemääriä.



Arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin. Vaikutukset kansainväliseen kuulemiseen osallistuviin maihin tulee arvioida.	Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset esitetään YVA-selostuksen luvussa 13 sekä YVA-selostuksen yhteenvedossa, jota tullaan käyttämään kansainvälisen kuulemisen asiakirjana.
Vaikutusten arvioinnissa käytettävät ja käytetyt maantieteelliset aluerajaukset tarkastetaan ja perustelut myös arvioinnista poisjätetyistä alueista esitetään YVA-selostuksessa.	Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu erityisesti suunnitellun laitoksen lähialueella, jossa laitoksen rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset voidaan selkeästi osoittaa. Tästä syystä loppusijoitukseen liittyviä näkemyksiä, pelkoja ja odotuksia on kartoitettu ensisijaisesti Olkiluodon ja sen lähiympäristön asukkaiden keskuudessa. Tehtyä tarkastelurajausta vahvistaa osaltaan Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työntekijäkyselyn (Ramboll Finland Oy 2007) tulos, jonka mukaan loppusijoituksen turvallisuuteen liittyvät kielteiset käsitykset korostuvat voimalaitosaluetta lähinnä asuvien keskuudessa ja lievenevät kauemmaksi mentäessä. Lisäksi tarkastelua on laajennettu Eurajoella asuvien nuorten ja lapsiperheiden suuntaan YVA-ohjelmavaiheessa saadun asukaspalautteen perusteella. Vaikka loppusijoitushankkeen ympäristövaikutukset ovat verrattain vähäisiä ja maantieteellisesti suppeita, ulottuvat hankkeen talous- ja työllisyysvaikutukset edellä esitettyä tarkastelua laajemmalle alueelle. Aluetaloudellisten vaikutusten osalta tarkastelu käsittääkin Eurajoen lisäksi sen naapurikunnat (seutu), Satakunnan sekä valtakunnan tason.
Vaikutusten arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös kokonaisvaikutukset ja kumuloituvat vaikutukset, jotka aiheutuvat Olkiluodon muista hankkeista. Esimerkiksi Olkiluodon voimalaitosalueeseen liittyvän liikenteen aiheuttamat yhteisvaikutukset tulee esittää.	Muun muassa liikenneselvityksessä ja melumallissa on otettu huomioon Olkiluotoon suunnitteilla olevien hankkeiden yhteisvaikutukset.
Tiettyjä YVA-ohjelmassa esitettyjä tietoja on täsmennettävä ja täydennettävä sekä mahdollisesti myös korjattava. Näitä ovat: – kaavoitusasioiden selkiyttäminen – vesistövaikutusten arvioinnin täydentäminen (vaikutukset talousveteen, yksityisten talousvesikaivoihin ja niiden veden laatuun sekä yleisiin uimarantoihin) – suojeltaviin lajeihin kuuluvan pikkuapollon esiintyminen – linnustoselvityksen päivittämisen arviointi – maisemalliset vaikutukset – tiestön välttämättömyys suojelualueella.	Kaavoitusasioita on selkeytetty luvuissa 5.1, 8.1.2 ja 9.2. Vaikutukset talousveteen, porakaivoihin ja yleisiin uimarantoihin on esitetty luvuissa 9.3 ja 9.5. Pikkuapollon esiintymistä on tarkennettu luvussa 8.6. Lukuun on muun muassa lisätty kartta pystykurunkannuskasvustojen esiintymisestä Olkiluodon saarella. Hankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia linnustoon. Linnustoselvityksen päivitykseen ei ole tarvetta. YVA-selostukseen on kuitenkin lisätty uusimpia linnustoa koskevia tietoja. Maisemalliset vaikutukset on kuvattu luvussa 9.2. Olkiluodon uusi tieyhteys liittyy Olkiluodon osayleiskaavoitukseen, eikä sitä käsitellä tässä Posivan loppusijoituslaitoksen laajennushankkeen YVA-menettelyssä. Posiva ei tarvitse tietä suojelualueella.
<b>Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä</b>	
YVA-menettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt tulee tarkastaa ja täydentää.	YVA-menettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt on kuvattu luvussa 2.3.
Ministeriö kehottaa hankkeesta vastaavaa varmistamaan, että YVA-selostuksen laatimiseen varataan riittävästi aikaa.	Keväällä 2008 valmistunutta ajantasalle saatettua selvitystä loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista on hyödynnetty tätä YVA-selostusta laadittaessa. Selostuksen tekoon on käytetty tarvittava aika.
Tiedotuksessa ja vuorovaikutuksessa tulee ottaa huomioon riittävästi hankkeen koko vaikutusalue kuntarajoista riippumatta sekä kaikki väestöryhmät.	Eurajoen naapurikunnat on kutsuttu mukaan hankkeen seurantarayhmään. Yleisötilaisuudet ovat olleet kaikille avoimia. Nuorten osallistuminen varmistettiin sillä, että heitä kutsuttiin YVA-menettelyn aikana tehtyihin teemahaastatteluihin.
YVA-selostuksessa on tuotava selvästi esille, miten kuulemisen yhteydessä annetut lausunnot ja mielipiteet sekä seurantarayhmässä esitetyt kommentit on otettu huomioon.	Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin näkökohtiin ja kysymyksiin on pyritty vastaamaan mahdollisimman kattavasti luvussa 2.6. Luvussa 2.3.1. on esitetty, kuinka seurantarayhmältä saadut kommentit on otettu huomioon YVA-menettelyssä.
YVA-selostuksessa tulee esittää osallistujien valitsemisen, valikoitumisen ja ryhmien koostumuksen perustelut sekä mahdollisuudet pyytää arviointiin mukaan asiantuntijaviranomaisia myös valtakunnan tasolta.	YVA-selostuksen luvussa 2.3 on esitetty osallistujien valitsemisen, valikoitumisen ja ryhmien koostumuksen perustelut. Seurantarayhmään kutsuttiin mukaan muun muassa Säteilyturvakeskuksen ja Turvatekniikan keskuksen edustajat, mutta he eivät halunneet osallistua seurantarayhmän työskentelyyn. Posiva tekee tiivistä yhteistyötä STUK:n asiantuntijoiden kanssa.
Ministeriö toivoo, että mahdollinen periaatepäätöshakemus jätettäisiin valtioneuvostolle vasta sen jälkeen kun YVA-selostuksesta on käyty lausuntokierros.	Posiva ottaa periaatepäätöshakemuksen jättämistä koskevassa harkinnassaan huomioon TEM:n antaman suosituksen.

## 2.6 YVA-ohjelmasta saadut lausunnot ja mielipiteet ja niiden vaikuttavuus YVA-menettelyssä

Lehdissä julkaistun ilmoituksen lisäksi TEM pyysi kirjallisesti lausuntoja YVA-ohjelmasta ympäristöministeriöltä, sisäasiainministeriöltä, sosiaali- ja terveysministeriöltä, puolustusministeriöltä, valtiovarainministeriöltä, liikenne- ja viestintäministeriöltä, maa- ja metsätalousministeriöltä, Länsi-Suomen lääninhallitukselta, Länsi-Suomen ympäristölupavirastolta, Suomen ympäristökeskukselta, Säteilyturvakeskukselta, Satakunnan TE-keskukselta, Varsinais-Suomen TE-keskukselta, Satakuntaliitolta, Turun ja Porin työsuojelupiiriltä, Lounais-Suomen ympäristökeskukselta, Uudenmaan ympäristökeskukselta, Turvatekniikan keskukselta, AKAVA ry:ltä, Elinkeinoelämän keskusliitto EK:lta, Energiateollisuus ry:ltä, WWF:ltä, Greenpeacelta, Suomen luonnonsuojeluliitto ry:ltä, Natur och Miljö rf:ltä, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK:lta, Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry:ltä, Suomen Yrittäjät ry:ltä, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry:ltä, Fingrid Oyj:ltä, Fortum Power and Heat Oy:ltä, Teollisuuden Voima Oyj:ltä sekä seuraavilta kaupungeilta ja kunnilta: Eurajoki, Eura, Kiukainen, Lappi, Luvia, Nakkila ja Rauma.

TEM:lle jätettiin 25 lausuntoa. Seuraavat organisaatiot eivät antaneet lausuntoa: sisäasiainministeriö, puolustusministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Suomen ympäristökeskus, Varsinais-Suomen TE-keskus, Kiukaisten kunta, Nakkilan kunta, WWF, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Suomen Yrittäjät ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry ja Fortum Power and Heat Oy.

Mielipiteitä jätettiin yhteensä 21 kpl, joista yhteisöjä, järjestöjä ja verkostoja edusti 11 kpl ja yksityishenkilöitä 10 kpl. Seuraavat yhteisöt esittivät mielipiteensä: Artists for a Clean Future -verkosto, Edelleen Ei ydinvoimaa -kansalaisliike, Fennovoima Oy, Irish Doctors' Environmental Association, Lappilaiset Uraanivoimaa Vastaan -kansanliike, Loviisa-liike, Naiset Atomivoimaa ja Uraanilouhintaa Vastaan -liike, Naiset Atomivoimaa Vastaan -liike, Naiset Rauhan Puolesta -liike, Réseau Sortir du Nucléaire sekä Womens network against uranium mining and nuclear power.

Yhteenvedon annetuista lausunnoista ja mielipiteistä on esitetty TEM:n lausunnossa (liite 1, luku 3). YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ovat nähtävillä kokonaisuudessaan TEM:n internetsivuilla ([www.tem.fi](http://www.tem.fi)).

Lausunnoissa esitetyt kysymykset, huomautukset ja näkökohdat on otettu huomioon YVA-selostuksen laadinnassa. Niistä keskeisimmät ovat:

- Vaihtoehtojen vertailemiseksi merkittävimmät ympäristövaikutukset on esitetty tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 tU tai 9 000 tU käytettyä ydinpolttoainetta.
- Selostuksessa on esitetty, miten sijaintipaikan soveltuvuutta arvioidaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja sen laajentamiseen.
- Loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvausta on tarkennettu verrattuna YVA-ohjelmassa esitettyyn kuvaukseen.
- Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten turvallisuus ja ympäristövaikutukset on kuvattu YVA-selostuksessa.
- Pitkäaikaisturvallisuuden kuvaamiseen on kiinnitetty huomiota. Arvioinnissa on huomioitu luonnonoloissa tapahtuvat muutokset pitkällä aikavälillä, kuten ilmastonmuutos.
- Häiriö- ja onnettomuustilanteet ja niistä aiheutuvat vaikutukset on kuvattu seikkaperäisellä ja helposti ymmärrettävällä tavalla.
- Yhteisvaikutuksia muiden Olkiluotoon suunniteltujen toimintojen kanssa on tarkasteltu. Muun muassa liikenneselvityksessä ja melumallissa on otettu huomioon Olkiluotoon suunnitteilla olevien hankkeiden yhteisvaikutukset.
- YVA-selostuksessa on esitetty käytetyn ydinpoltoaineen vaihtoehtoisia käsittelytapoja esittämällä katsaus jälleenkäsittely- ja nukliditransmutaatiotekniikoiden tämänhetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuudennäkymistä.
- Vaihtoehtojen vertailtavuuden parantamiseksi selostuksen loppuun on lisätty taulukko, jossa vertaillaan erisuuruisia loppusijoitettavia polttoainemääriä.
- YVA-menettelyn aikaisen tiedottamisen ja osallistumisen periaatteita on selvitetty selostuksessa.
- Toiminnallisten ja teknistaloudellisten sekä ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tarkastelualueiden laajuuteen on kiinnitetty huomiota. Muun muassa aluetaloudellisia vaikutuksia on tarkasteltu Eurajokea laajemmalla alueella, koska vaikutukset ulottuvat laajemmalle. Tarkastelualue on rajattu vaikutusten laajuuden mukaan ja tarkastelualue vaihtelee sen mukaan, mitä vaikutuksia tarkastellaan. Imagovaikutusten tarkastelussa on rajoitettu Eurajokeen, koska Eurajoki on loppusijoituslaitoksen sijaintikunta.
- Useissa kannanotoissa esitettiin huoli siitä, että loppusijoitustilojen laajentamisen seurauksena muiden EU-maiden ydinjätteitä voidaan tuoda Suomeen. Suomen ydinenergialain mukaan ydinjätteiden tuonti Suomeen on kielletty ja kaikki Suomes-

sa syntyvä ydinjäte on loppusijoitettava Suomeen. Asia on esitetty selkeästi YVA-selostuksessa.

## 2.7 Kansainvälinen kuuleminen

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 (67/1997) vuonna 1995. Sopimus tuli voimaan 1997.

Sopimuksen osapuolilla on oikeus osallistua Suomessa tehtävään ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli arvioitavalla hankkeella on todennäköisesti valtioiden rajat ylittäviä merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Vastaavasti Suomella on oikeus osallistua toisen valtion alueella sijaitsevan hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli hankkeen vaikutukset todennäköisesti kohdistuvat Suomeen.

Posivan loppusijoituslaitoshankkeeseen sovelletaan tätä valtioiden välistä arviointimenettelyä. Suomessa ympäristöministeriö vastaa kansainvälisen kuulemisen käytännön järjestelyistä. Ympäristöministeriö ilmoitti Posivan loppusijoituslaitoksen laajennusta koskevan YVA-menettelyn aloittamisesta Ruotsin, Norjan, Viron, Latvian, Liettuan, Saksan, Tanskan, Puolan ja Venäjän ympäristöviranomaisille ja tiedusteli näiden halukkuutta osallistua YVA-menettelyyn. Maiden viranomaisille toimitettiin ruotsin- tai englanninkielinen YVA-ohjelma sekä kyseisen maan kielelle käännetty YVA-ohjelman yhteenveto, joka toimi kansainvälisen kuulemisen asiakirjana.

Ruotsi, Saksa, Norja ja Viro ilmoittivat haluavansa osallistua YVA-menettelyyn. Tanska, Liettua ja Puola vastasivat ympäristöministeriölle, etteivät ne osallistu YVA-menettelyyn. Ympäristöministeriö ei saanut vastausta Latvialta eikä Venäjältä. Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ovat nähtävänä TEM:n internetsivuilla (englanti).

Useissa kansainvälisissä lausunnoissa käsiteltiin samoja asioita kuin muissakin YVA-ohjelmasta annetuissa lausunnoissa ja mielipiteissä. Esille nousivat etenkin häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset sekä pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvät asiat. Lausunnoissa kiinnitettiin näiden kysymysten osalta huomiota erityisesti valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin. Keskeisiä kansainvälisten lausuntojen kysymysten ja kommenttien aihealueita on käsitelty taulukossa 2-2.

YVA-selostuksen valmistuttua YVA-menettelyyn osallistuvien maiden viranomaisille toimitetaan ruotsin- tai englanninkielinen YVA-selostus sekä kyseisen maan kielelle käännetty YVA-selostuksen yhteenveto, joka toimii kansainvälisen kuulemisen asiakirjana.

## 2.8 YVA-selostuksen nähtävilläolo

TEM ilmoittaa arviointiselostuksen nähtävilläolosta sen jälkeen, kun Posiva on luovuttanut arviointiselostuksen ministeriölle. Nähtävilläolo järjestetään samalla tavoin kuin arviointiohjelmankin kohdalla. Määräaika lausuntojen ja mielipiteiden toimittamiseksi yhteysviranomaiselle alkaa kuulutuksen julkaisemispäivästä ja sen pituus on YVA-lain mukaan vähintään 30 ja enintään 60 päivää.

## 2.9 YVA-menettelyn päättyminen

YVA-menettely päättyy, kun TEM antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta. Tämä tapahtuu kahden kuukauden kuluessa lausuntojen ja mielipiteiden antamiseen varatun määräajan päättymisestä.

## 2.10 Suunnittelun ja YVA-menettelyn vuorovaikutus

YVA-menettelyn yhtenä tavoitteena on tukea hankkeen suunnitteluprosessia tuottamalla hankkeen ympäristövaikutuksia koskevaa tietoa. Tarkoituksena on tuottaa tietoa mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa, jotta ympäristövaikutusten huomioonottaminen toteutuisi koko suunnitteluprosessissa alusta lähtien.

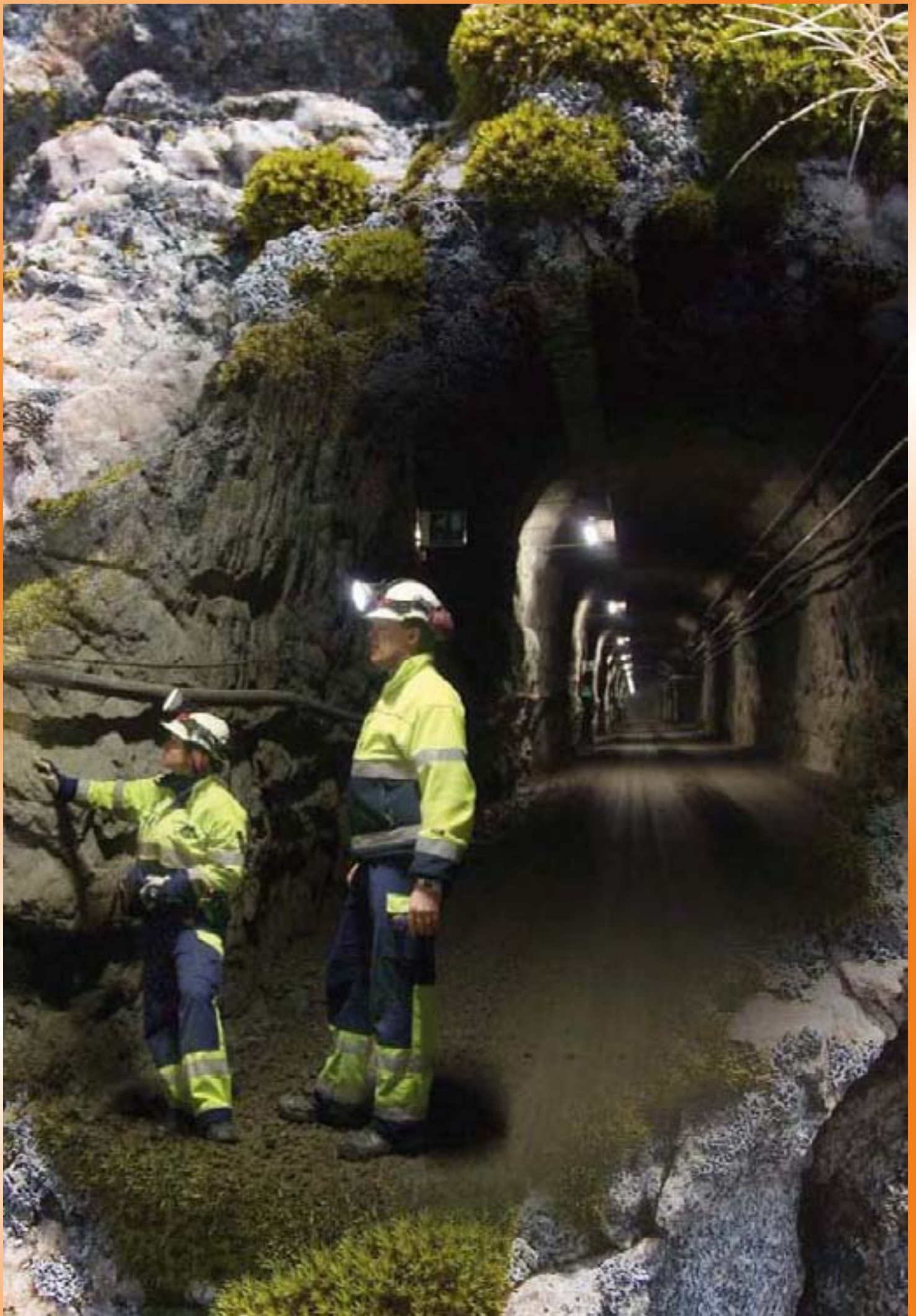
YVA-selostusta laadittaessa on hahmoteltu suunnitellun loppusijoituslaitoksen laajennusosan sijoittumista Olkiluodossa.

YVA-selostus liitetään mahdollisiin hanketta koskeviin lupahakemuksiin ja lupaviranomaiset käyttävät sitä oman päätöksentekonsa perusaineistona. YVA-selostus sekä YVA-menettelyn aikana tapahtunut vuorovaikutus ja kerätty aineisto muodostavat yhden suunnittelun lähtökohdista, mikäli hanke etenee yksityiskohtaisen suunnittelun vaiheeseen.

Taulukko 2-2 Kansainvälisessä kuulemisessa YVA-ohjelmasta annettujen lausuntojen keskeiset asiat sekä niiden huomioonottaminen ympäristövaikutusten arviointityössä.

Kansainvälisen kuulemisen yhteydessä saadut lausunnot	Miten lausunto on otettu huomioon arviointityössä (viittaukset YVA-selostuksen kohtiin)
<b>Ruotsi</b>	
YVA-menettelyssä tulee käsitellä hankkeena periaatepäätöksessä hyväksyttyä laitosta ja esittää vaihtoehtoinen sijaintipaikka, mikäli Olkiluoto ei olisikaan soveltuva.	YVA-selostuksessa esitetään kuvaus tiloista, joihin sijoitettaisiin 6 500 tU, 9 000 tU tai 12 000 tU käytettyä polttoainetta. Myös laitoksen ympäristövaikutukset kuvataan edellä mainituissa tilanteissa. Arviointi koskee ainoastaan Olkiluodon loppusijoituspaikkaa. Olkiluoto valittiin loppusijoituspaikaksi useiden paikkavaihtoehtojen joukosta laajan ja monivaiheisen tutkimustyön perusteella vuonna 1999. Valtioneuvosto teki vuonna 2000 periaatepäätöksen, jonka mukaan loppusijoituslaitoksen rakentaminen Eurajoen Olkiluotoon on yhteiskunnan kokonaisuuden mukaista.
Ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee esittää menetelmät, joilla radioaktiivisten aineiden kulkeutumista Itämereen rajoitetaan.	Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuskonsepti perustuu moniesteriperiaatteeseen, jonka tehtävänä on estää radioaktiivisten aineiden pääsy elolliseen luontoon. Vapautumisesta ovat kapseli, bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelin täyteaine ja ehyt kallio loppusijoitustilojen ympärillä. Moniesteriperiaatetta on tarkemmin kuvattu luvuissa 3.3 ja 11.
YVA-selostuksessa tulee esittää tämän hetken käsitys pitkäaikaisturvallisuudesta.	Vakaaseen peruskallioon sijoitetut, bentoniittisavella ympäröidyt, mekaanisesti vahvat ja korroosiota kestävätkä 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. Kapselirikkoja oletetaan kuitenkin tapahtuvan voimakkaissakin kallioliikunnoissa vain muutamia. Tällaisia tapauksia on analysoitu ja niissä vapautuvalla radioaktiivisuudella on vain hyvin pieni vaikutus ihmisiin ja muuhun elolliseen ympäristöön. Tämän hetken käsitys pitkäaikaisturvallisuudesta on yksityiskohtaisemmin esitetty YVA-selostuksen luvussa 11.
Arvioinnin tulee kattaa koko laitos mukaan lukien kuljetukset ja niihin liittyvät onnettomuusriskit sekä toimenpiteet, joilla ehkäistään onnettomuuksia.	Ympäristövaikutusten arviointi kattaa loppusijoituslaitoksen (YVA-selostuksen luku 3) normaalin käytön (luku 9), käyttöhäiriöiden (luku 10.4) ja onnettomuuksien (luku 10.6) ympäristövaikutukset. Toimenpiteet loppusijoituslaitoksen onnettomuuksien ehkäisemiseksi käsitellään luvussa 15.2. Arviointi kattaa myös kuljetusten (luku 3.6.3) sekä niihin liittyvien häiriötilanteiden ja onnettomuuksien ympäristövaikutukset (luku 9.1.2). Toimenpiteitä kuljetusonnettomuuksien ehkäisemiseksi käsitellään luvussa 15.5. Loppusijoituslaitoksen ja kuljetusten onnettomuuksista aiheutuvat säteilyvaikutukset jäävät viranomaisten asettamien rajojen alapuolelle.
Arvioinnissa on huomioitava, mitä ennaltaehkäiseviä ja rajoja ylittäviä yhteistoimia tehdään ydinvoimakysymyksissä ja mitkä tiedotusjärjestelmät tulossa asentamaan varoitustoimenpiteitä varten säteilyvuodon sattuessa.	Yhteistyötä tehdään kansainvälisten ydinalan järjestöjen kanssa (IAEA ja OECD/NEA). Mahdollisissa onnettomuustilanteissa STUK ilmoittaa siitä kansainvälisten sopimusten mukaisesti naapurivaltioille. Ydinonnettomuuden pikaisesta ilmoittamisesta on tehty yleissopimus (1017/86, SopS 98/86).
<b>Viro</b>	
YVA-selostuksessa tulee esittää yksityiskohtainen arvio odottamattomien tilanteiden ja onnettomuustilanteiden vaikutuksista ja mahdollisuuksista ehkäistä niitä.	Oletetuista häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät aivan tapahtumapaikan tuntumassakin (alle viiden kilometrin etäisyydellä) pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo. Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty YVA-selostuksen luvussa 10. Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta on esitetty YVA-selostuksen luvussa 15.2.
YVA-selostuksessa tulee kuvata menetelmät, joilla valvotaan loppusijoitusta.	Ydinenergiassa säädetään ydinenergian käytön ja käytön valvonnan yleiset periaatteet. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus, käytetyn polttoaineen kuljetukset mukaan lukien, on ydinenergiain mukaisesti luvanvaraista toimintaa. Ydinalaitoksen periaatepäätöstä, rakentamislupaa ja käyttöilupaa haetaan valtioneuvostolta. Muita lupia haetaan Säteilyturvakeskukselta (STUK). Posivan velvollisuutena on huolehtia loppusijoituslaitoksen käytön turvallisuudesta. Ydinenergian käytön turvallisuuden valvonta kuuluu STUK:lle. STUK:n tehtävänä on lisäksi huolehtia turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinmateriaalivalvonnasta. Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelmansa avulla STUK todentaa, että ydinlaitoksen rakentaminen tapahtuu rakentamisluvan, hyväksytyjen suunnitelmien ja viranomaispäätösten mukaisesti. Käytön tarkastusohjelmansa avulla STUK todentaa, että laitosta käytetään ja ylläpidetään viranomaismääräysten, suunnitteluperusteiden ja luvanhaltijan laadunhallintajärjestelmän ohjeiden mukaisesti. STUK valvoo myös loppusijoitustilojen sulkemista. Loppusijoitus on ydinenergiain mukaan toteutettava kokonaisuudessaan siten, ettei jälkivalvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

Kumulatiiviset vaikutukset tulee arvioida.	Arviointi kattaa 12 000 uraanitonin loppusijoittamisen ja sen aiheuttamat vaikutukset. Kasvanut polttoainemäärä pidentää loppusijoituslaitoksen käyttövaihetta ja siirtää sulkemisvaihetta myöhempään ajankohtaan. Toiminnan luonne pysyy koko ajan samankaltaisena. Loppusijoituslaitoksen käyttö- ja sulkemisvaiheiden keston lisäksi tapahtuu muutoksia maanalaisten loppusijoitusalueen laajuudessa, rakennettavien tunnelien pituuksissa ja määrissä. Pohjavesivaikutusten alue mahdollisesti laajenee ja syntyvän louheen määrä kasvaa.
<b>Norja</b>	
Arvioinnin tulee kattaa koko käytetyn polttoaineen määrä.	Arviointi kattaa 12 000 uraanitonin loppusijoittamisen ja sen aiheuttamat vaikutukset.
Onnettomuuksien ja poikkeuksellisten tilanteiden vaikutukset Norjaan tulee arvioida.	Käytönaikaisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty YVA-selostuksen luvussa 10. Oletetuista häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät aivan tapahtumapaikan tuntumassakin (alle viiden kilometrin etäisyydellä) pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo. Pitkäaikaisturvallisuutta on arvioitu YVA-selostuksen luvussa 11. Annosnopeudet loppusijoituspaikan läheisyydessä ovat enimmilläänkin varsin pieniä. Norjassa ei säteilyannoksia aiheutuisi käytännössä, koska etäisyys Olkiluodosta Norjaan on noin 500 kilometriä.
<b>Saksa</b>	
Selvitettävä, millaisen ajanjakson pitkän aikavälin turvallisuus käsittää.	Pitkäaikaisturvallisuuden tarkasteluajanjakso ulottuu satojentuhansien, jopa miljoonien vuosien päähän.
Onko arviointia varten tehty skenaariota, jossa tarkastellaan kuparikapselin hajoamista esimerkiksi jääkauden aiheuttaman geologisen liikehdinnän vaikutuksesta, jolloin loppusijoitustilasta vapautuisi radioaktiivisia päästöjä.	Arvioinnissa on hyödynnetty loppusijoituskonsepteille KBS-3V ja KBS-3H tehtyjä turvallisuusarvioita (ruotsalainen alustava pystysijoitusratkaisun turvallisuusarvio SR-Can ( <a href="http://www.skb.se">www.skb.se</a> , SKB TR-06-09) sekä alustava vaaka-sijoitusratkaisun turvallisuusarvio ( <a href="http://www.posiva.fi">www.posiva.fi</a> , Posiva 2007-06)). Nämä arviot sisältävät skenaarioita, joissa kuparikapseli hajoaa geologisen liikehdinnän seurauksena.
Selvitettävä pitkän aikavälin vaikutukset ilmaan ja vesistöön onnettomuustilanteessa, esimerkiksi lentokoneen törmätessä kapselointilaitokseen tai edellä kuvattu geologisesta liikehdinnästä aiheutuva kuparikapselin rikkoutuminen.	Pitkän aikavälin vaikutuksia ilmaan ja vesistöön käsitellään YVA-selostuksen luvussa 11. Kapselointilaitos on rakenteellisesti mitoitettu oletettuja ulkoisia tapahtumia vastaan (ml. pienlentokoneen törmäys). Ulkoisten uhkien merkittävyyttä arvioitaessa on huomioitava, että kapselointilaitoksessa käsitellään kerrallaan vain pieniä polttoainemääriä. Polttoainetta käsitellään prosessin aikana suurimman osan ajasta maanpinnan alapuolella olevissa laitostiloissa, jolloin laitoksen rakenne suojaa parhaiten ulkoisilta uhilta. Kapselointia odottava polttoaine on kapselointilaitoksessa varastoituna polttoaineen kuljetussäiliöön, joka on suunniteltu kuljetusten aikaisten onnettomuuksien varalle. Kapselointilaitos on myös kooltaan verrattain pieni rakennus, mikä osaltaan pienentää lentokoneen törmäyksen todennäköisyyttä. Loppusijoitustilaa vaurioittavan suuren maanjäristyksen mahdollisuus ja seuraukset on kuvattu luvussa 11.6. Kapselirikkoja voi tapahtua voimakkaissakin kallioliikunnoissa vain muutamia. Niistä aiheutuvilla radioaktiivisten isotooppien päästöillä olisi vain hyvin pieni vaikutus ihmisiin ja muuhun elolliseen ympäristöön.



# 3 Loppusijoituslaitoksen kuvaus

## 3.1 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. KBS on lyhenne sanasta KärnbränsleSäkerhet (ydinpoltoaineen turvallisuus).

Käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoituksen tarkoituksena on käytettyjen ydinpoltoainepölyjen

- pakkaaminen (kapseloiminen) kallioperään tapahtuvan pysyvän sijoittamisen edellyttämään muotoon
- sijoittaminen pysyväksi tarkoitettulla tavalla kallioperään.

Varsinainen loppusijoituslaitos muodostuu vastaavasti kahdesta osasta:

- maanpäällisestä kapselointilaitoksesta, jossa käytetty ydinpolttoaine otetaan vastaan, kuivatetaan, pakataan loppusijoituskapseleihin, suljetaan ja tarkastetaan
- syvällä kalliossa olevasta loppusijoitustilasta, jossa oleellisena osana ovat tunnelit, joihin kapseloitu käytetty polttoaine sijoitetaan pysyväksi tarkoitettulla tavalla.

Maanpäällä sijaitsevat kapselointilaitoksen lisäksi tilat apu- ja oheistoimintoja varten, kuten kuilurakennus, konttori- ja laboratoriotilat, varasto- ja korjaamotilat sekä LVIS-järjestelmien vaatimat tilat. Louheen ja murskeen varastoinnille sekä tarvittaville työmaatoiminnoille varataan



Kuva 3-1 Havainnekuva loppusijoituslaitosalueen rakennuksista.

omat alueensa. Laitosalueen rakennusala maanpinnalla, eli rakennusten, teiden, varastojen ja kenttien pohja-ala, on yhteensä noin 20 hehtaaria. Laitosalueelle rakennettavat rakennukset on esitetty kuvassa 3-1.

Maanpinnalta alas loppusijoitustiloihin johtaa ajotunneli sekä tarvittava määrä pystykuiluja ilmanvaihtoa, henkilöliikennöintiä ja kapseleiden siirtoa varten.

Maanalainen tunneliverkko loppusijoitussyvyydellä jatkautuu kolmeen osaan:

- loppusijoitustunnelit, joihin käytettyä ydinpolttoainetta sisältävät kapselit sijoitetaan
- loppusijoitustunneleita ja kuiluja yhdistävät keskustunnelit
- maanalaiset tekniset aputilat.

### 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 Olkiluotoon keskittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluvaihetta. Ajanjaksoa leimaa ONKALoksi nimetyn maanalaisen tutkimustilan rakentaminen ja siellä tehtävät maanalaiset tutkimukset. Maan alla tehtävillä tutkimuksilla hankitaan

tarvittava tietämys rakentamisluvan hakemiseksi vuonna 2012. Maanpäältä tehtäviä tutkimuksia jatketaan maanalaisen tutkimustoiminnan ohella.

Vuosien 2013–2020 aikana tehdään loppusijoituslaitoksen vaatimat yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat. Mikäli valtioneuvosto myöntää rakentamisluvan, rakennetaan laitoksen vaatimat maanpäälliset rakennukset ja tulevan toiminnan kannalta olennaiset maanalaiset aputilat sekä ensimmäiset loppusijoitustilat. Loppusijoituslaitoksen käyttöluvapahakemus on tarkoitus jättää valtioneuvostolle vuoden 2018 loppuun mennessä. Laitoksen koekäytön aloittamisen tavoitevuosi on 2019. Loppusijoitustoiminnan on tarkoitus alkaa vuonna 2020. Nyt arvioitavana olevaa laajennusta koskevat yksityiskohtaiset suunnitelmat ovat ajankohtaisia vasta vuosikymmenien, ehkä jopa sadan vuoden kuluttua.

### 3.3 Loppusijoituksen suunnitteluperiaatteet

Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuskonsepti perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan toisiaan varmistavaan vapautumisesteeseen siten, että yhden vapautumisesteen toimintakyvyn vajavaisuus ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta. Vapautumisesteitä ovat kapseli, bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelien täyteaine ja ehyt kallio loppusijoitustilojen ympärillä. Radionuklidien vapautumista hidastaa merkittävästi myös käytetyn polttoaineen rakenne; syvällä kalliossa vallitsevissa oloissa uraanin liukeneminen veteen on hyvin hidasta. Loppusijoituksen moniesteperiaate on esitetty kuvassa 3-2.

Kaasu- ja vesitiiviin kapselin tarkoitus on eristää käytetty polttoaine sisäänsä. Loppusijoituskapselit ovat massiivisia metallisäiliöitä, joiden sisäosa on pallografiittirautaa ja ulkokuori kuparia. Polttoainepaketit pakataan kapselin sisäosaan. Kapselin sisätila täytetään inertillä kaasulla, esimerkiksi argonilla tai heliumilla, jotta kosteuden ja säteilyn aiheuttama kapselin sisäpuolinen korrosio hidastuu ja jää mahdollisimman vähäiseksi. Kuparikapselin kansi suljetaan tiiviisti. Näin varmistetaan eristäminen ja estetään radionuklidien pääsy pohjaveteen ja edelleen kallio-perään ja elolliseen ympäristöön.

Yksittäiset kuparikapselit asennetaan kallio-perään 400–700 metrin syvyyteen louhittujen loppusijoitustunnelien lattiaan porattuihin pystyreikiin tai vaakasijoitustunneleihin. Puskurimateriaalina käytetään kovaksi puristettua bentoniittisavea. Loppusijoitustiloissa bentoniitin käyttö perustuu sen alhaiseen vedenjohtavuuteen ja sen kykyyn paisua, kun se joutuu kosketuksiin veden kanssa. Loppusijoitustunnelit ja niitä yhdistävät keskustunnelit täytetään kapselien ja puskurimateriaalin asennuksen jälkeen ja tätä täyttöä tehdään koko laitoksen toiminnan ajan. Loppusijoitustilan tekniset tilat ja maanpintayhteydet, ku-



1. LOPPUSIJOITUSTUNNELI
2. PURISTETTU BENTONIITTI
3. LOPPUSIJOITUSKAPSELI
4. TUNNELITÄYTE

Kuva 3-2 Loppusijoituksen moniesteperiaate. Eri vapautumisesteet varmistavat toisiaan.



ten ajotunneli ja kuilut, täytetään loppusijotustoiminnan 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 polttoaine jostain epätodennäköisestä syystä joutuisi kosketuksiin pohjaveden kanssa, siitä liukenevat aineet jäisivät 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 ([www.posiva.fi/tietopankki.html](http://www.posiva.fi/tietopankki.html)).

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 tähänneet suoraan käytetyn polttoaineen 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.

Vuonna 1999 julkaistun ympäristövaikutusten arvioinnin ja edellä mainitun periaatepäätöksen jälkeen tutkimuksia on jatkettu Eurajoen Olkiluodossa, jossa nykyisin on noin 50 syvää kairareikää. Vuonna 2004 aloitettiin myös maanalaisen tutkimustilan, ONKALON, rakentaminen. ONKALO tarjoaa mahdollisuudet kallioperän tutkimiseen loppusijoitussyvyydellä. Kattava yhteenveto noin 20 vuoden aikana loppusijoituspaikasta kerätystä tiedosta on esitetty raportissa Olkiluoto Site Description 2006 (Andersson ym. 2007).

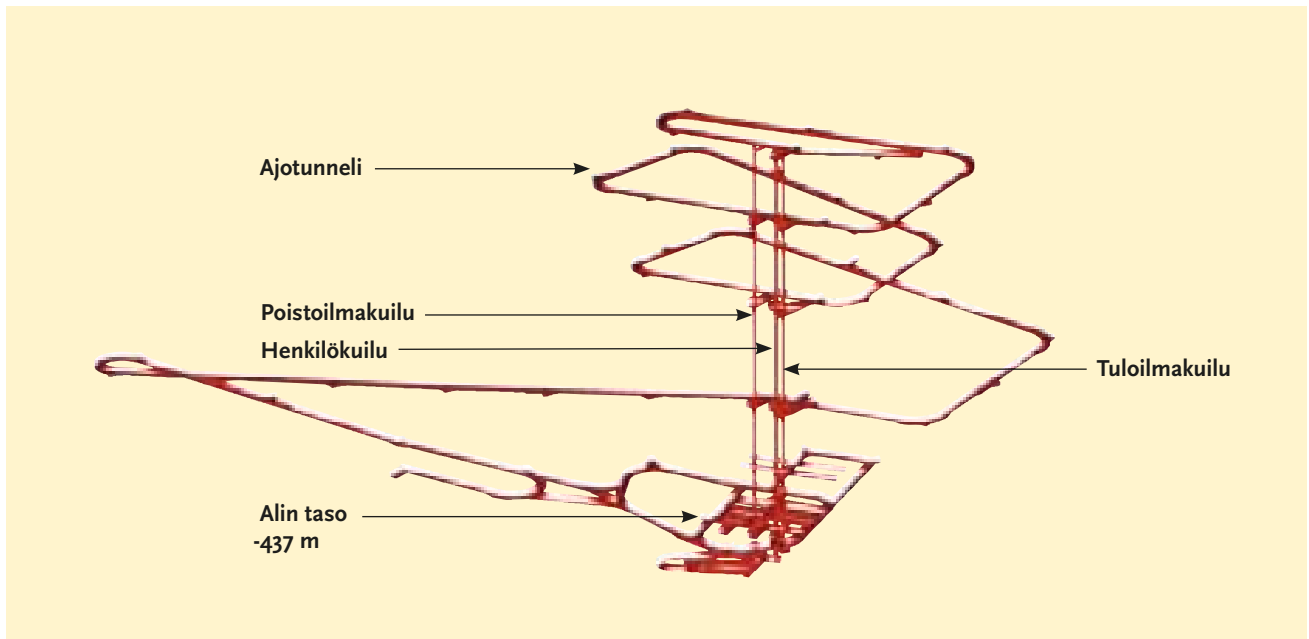
Loppusijoituspaikan ominaispiirteet häiriintyvät ONKALON ja loppusijoitustilojen rakentamisen ja käytön

seurauksena. Näiden häiriöiden ymmärtäminen on ensisijaisen tärkeää loppusijoituspaikan ja loppusijoitusjärjestelmän kehittämisen ymmärtämiseksi. Tuoreinta loppusijoituspaikkaa ja rakentamisen aiheuttamia vaikutuksia koskevaa aineistoa ja viimeisimpiä malleja on hyödynnetty useissa analyyseissä (Löfman & Mészáros 2005, Ahokas ym. 2006, Pastina & Hellä 2006), kuten myös paikan kuvaukseen olennaisesti sisältyvissä ennuste-toteutuma-arvioinneissa (Andersson ym. 2007).

Loppusijoitusratkaisun teknisiä ominaisuuksia sekä kallioympäristön vaikutuksia käytettyihin aineisiin ja rakenteisiin on tutkittu rinnan kallioperätutkimusten kanssa. Yhteenvetoja näistä tutkimuksista on julkaistu vuosina 2003 ja 2006 (Posiva Oy 2003a ja 2006). Loppusijoituskapselin ja sitä ympäröivän bentoniitin ominaisuuksista ja käyttäytymisestä on ollut käytettävissä myös runsaasti Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n tuottama tutkimusaineistoa (SKB 2006).

Vaikka Posivan turvallisuuskonseptissa radionuklidit eristetään luonnosta ennen kaikkea kapselin avulla, kapselin kestävyuden sekä mahdollisten vuotojen varalta kapselia ympäröivällä bentoniittipuskurilla on sekä pystytty että vaakasijoituksessa keskeinen turvallisuusmerkitys. Bentoniitin toiminta perustuu paljolti sen paisumisominaisuuksiin: samalla kun bentoniitti imee itseensä vettä kalliosta, se tiivistyy kallion ja kapselin väliin siten, että aineet pysyvät kulkeutumaan sen läpi vain hitaan diffuusion kautta. Saville tyypilliseen tapaan bentoniitti kuitenkin myös joustaa ja suojaa siten kapselia mekaanisesti. Bentoniitin ominaisuuksia on tutkittu 1970-luvulta lähtien ja sen käyttäytymisestä odotettavissa olevissa kallio-oloissa on saatu runsaasti kokeellista ja mallinnustietoa. Eräiltä osin bentoniittiin liittyy kuitenkin piirteitä, joita ei ole vielä pystytty täysin tyydyttävästi selittämään (mm. runsassuolaisen veden vaikutus) ja eräiltä osin myös aiempien koetulosten soveltuvuus loppusijoitusolosuhteisiin halutaan tarkistaa (mm. kaasunläpäisevyys). Eräiden jääkausiskenaarioiden yhteydessä on nostettu esiin kysymys mahdollisesta eroosiosta (ionivahvuudeltaan laimeiden vesien vuoksi). Esiin tulleet haasteet ja epävarmuudet ovatkin yksi Posivan nykyisen tutkimuksen painopistealoja.

Loppusijoitusta koskevan tutkimuksen, kehitystyön ja teknisen suunnittelun yhteisenä tavoitteena on ratkaisu, jolla jätteet 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



Kuva 3-3 Maanalainen tutkimustila eli ONKALO koostuu ajotunnelista, siihen liitetystä ilmanvaihto- ja hissikuiluista sekä tutkimus- ja aputiloista loppusijoitussyvyydellä.

turvallisuusanalysein, joita on tehty jo useita vuodesta 1982 lähtien. Viimeisin kokonaisvaltainen turvallisuusanalyysi on tehty vaakasijoitusratkaisulle vuonna 2007 (Smith ym. 2007). Loppusijoituksen turvallisuudesta on viime vuosina julkaistu useita erillisraportteja, mutta seuraavan kokonaisvaltaisen yhteenvedon pystysijoituksen turvallisuudesta on määrä valmistua rakentamislupahakemuksen liitteeksi vuoden 2012 loppuun mennessä.

Myös sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia on tutkittu. Vuonna 1999 valmistuneessa YVA-selostuksessa esitetyn seurantaohjelman perusteella on tehty useita seuranta-tutkimuksia ja -selvityksiä. Tehtyjä selvityksiä ovat muun muassa imagoselvitys (Corporate Image Oy 2007) ja taloudellisia vaikutuksia koskeva selvitys (Laakso ym. 2007).

### 3.5 Käytetyn polttoaineen kertymä

Nykyisistä Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosyksiköistä arvioidaan kertyvän käytettyä polttoainetta yhteensä noin 4 000 uraanitonnia (tU). Rakenteilla olevasta OL3-laitosyksiköstä arvioidaan kertyvän käytettyä polttoainetta yhteensä noin 2 500 tU. Suunnitellusta kuudennesta ydinvoimalaitosyksiköstä syntyy käytettyä polttoainetta noin 2 500 tU. Seitsemännestä ydinvoimalaitosyksiköstä arvioidaan kertyvän käytettyä ydinpolttoainetta noin 3 000 tU.

Käytetyn polttoaineen kertymä riippuu yleisesti ottaen ydinvoimalaitosten

- laitosyksiköiden tehotasoista
- käyttöajan pituudesta
- käyttökertoimesta
- polttoaineen ominaisuuksista.

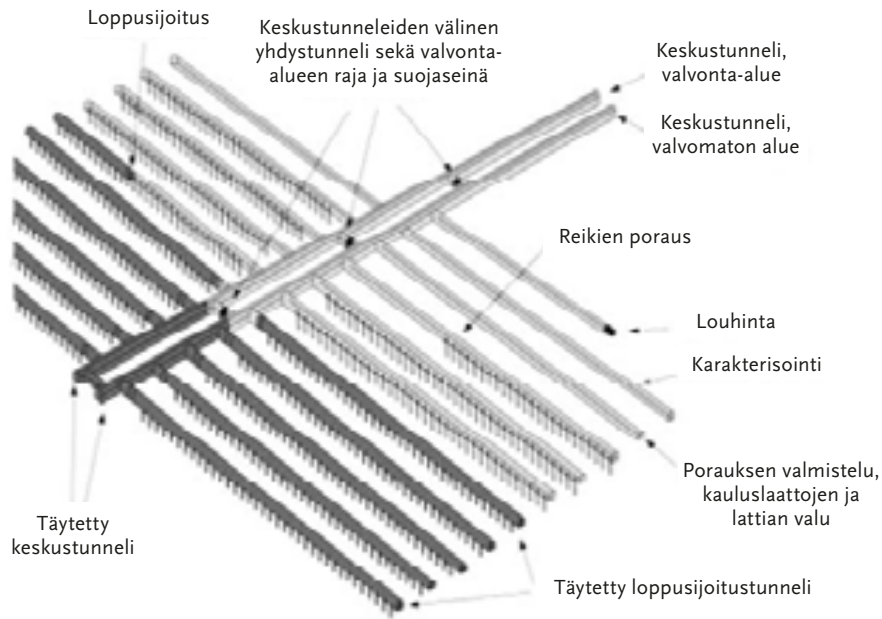
### 3.6 Loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaus

Loppusijoituslaitoksen rakenteen ja käyttötoiminnan kuvaus perustuu raporttiin Laitoskuvaus 2006 (Tanskanen 2006) ja sen jälkeen tehtyihin suunnitelmien täsmennyksiin. Raportti on yhteenvedo Olkiluotoon suunnitellun loppusijoituslaitoksen suunnitteluaineistosta.

#### 3.6.1 Varmentava tutkimusvaihe

Tutkimusvaihetta, joka edeltää rakentamisluvan hakemista ja jonka päätavoitteena on hankkia kallioperästä tiedot loppusijoituspaikan ominaisuuksien varmistamista ja loppusijoituslaitoksen yksityiskohtaista suunnittelua varten, kutsutaan varmentavien tutkimusten vaiheeksi. Tätä varten on Olkiluotoon rakenteilla loppusijoitussyvyydelle ulottuva tutkimustila ONKALO (kuva 3-3).

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 loppusijoitustilaa. Tutkimukset loppusijoitussyvyydellä on tarkoitus aloittaa vuonna 2010. Louhinnan kuluessa tehdään kallioperätutkimuksia ajotunnelista käsin. Tulokset hyödynnetään välittömästi louhinta- ja rakennustöissä. Lokakuun alussa 2008 ONKALON louhinta oli edennyt noin 3150 metrin ajotunnelipituuteen ja noin 297 metrin syvyyteen. Suunnitelmia tarkennetaan kallioperästä karttuvan tiedon ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun myötä.



Kuva 3-4 Periaatekuva loppusijoitustunnelien vaiheittaisesta rakentamisesta.

### 3.6.2 Rakentamisvaihe

Osa maanpäällisistä rakennuksista on rakennettu jo ONKALO-vaiheen aikana. Näitä ovat tutkimusrakennus, varastohalli, projektitoimisto, tunnelitekniiKKarakennus, huolto- ja varastohalli sekä korjaamo. 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 ydinjätekap selit sijoitetaan, sekä tarvittavista maanalaisista aputiloista ja kulkuyhteyksistä. Maanpinnalta loppusijoitustilaan johtaa ajotunneli ja tarvittava määrä pystykuiluja ilmanvaihtoa, henkilöliikennöintiä ja kapselien siirtoa varten.

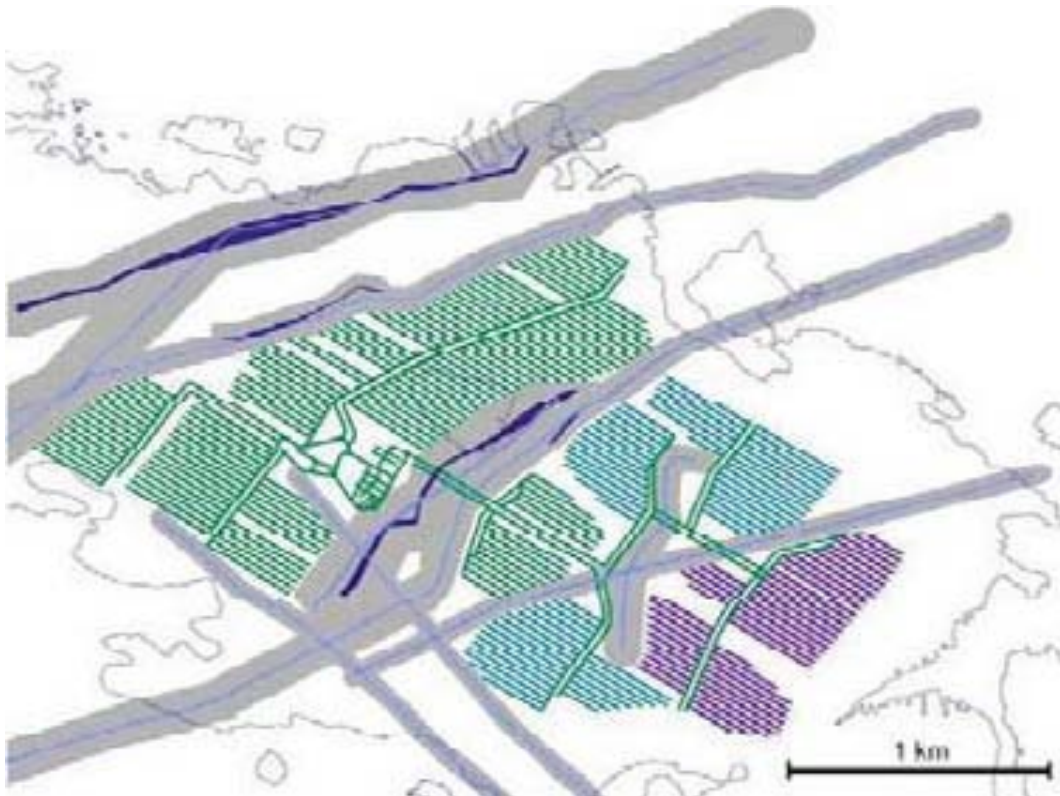
Osa loppusijoitustilojen rakennusteknisistä töistä tehdään jo ONKALON rakennusvaiheessa. ONKALO on suunniteltu siten, että se voi aikanaan toimia kulkureittinä loppusijoitustiloihin. ONKALON rakentamisessa käytettävät työmenetelmät ja materiaalit on valittu niin, että ne ovat hyväksyttäviä myös loppusijoitustilojen ja -toiminnan kannalta.

Loppusijoitustilojen asemointi maanalaisessa loppusijoituslaitoksessa perustuu tutkimuksen avulla tehtyyn kallioluokitteluun. Luvuissa 11.4 ja 15.10 on kuvattu, miten sijaintipaikan soveltuvuutta arvioidaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja laajentamiseen. Loppusijoitustiloissa loppusijoitustunneleita ja teknisiä tiloja yhdistää keskustunneliverkosto. Suunnitelman mukaan vain pieni osa loppusijoitustunneleista louhitaan valmiiksi ennen loppusijoituksen alkamista. Sen jälkeen tunnelistoa laajen-

netaan jaksoittain rinnan loppusijoitustoiminnan kanssa. Kerrallaan auki oleva tunnelitilavuus halutaan minimoida, jotta avoimesta tilasta aiheutuvat vaikutukset (mm. vuoto vedet, 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 kyllin etäällä. Loppusijoitustunneleita louhitaan käyttövaiheen aikana vaiheittain noin 10–20 tunnelia kerrallaan. Louhittaessa keskus- ja sijoitustunneleita on louhintakohteen ja käytössä olevien sijoitustunneleiden välille jätettävä riittävästi suojaetäisyyttä. Osa keskustunneleista myös täytetään ja suljetaan jo loppusijoitustilojen käyttövaiheen aikana. Kuvassa 3-4 on esitetty esimerkki loppusijoitustunnelien vaiheittaisesta rakentamisesta.

Loppusijoitustunneleiden louhimisessa suunnitellaan käytettäväksi varovaista poraus-räjätystekniikkaa, jolla pyritään pitämään louhinnasta kallioon aiheutuvat vauriot mahdollisimman pieninä. Vaihtoehtoisesti tunnelien rakentamisessa voidaan käyttää niin sanottua täysporaus tekniikkaa, jota käytetään myös loppusijoitusreikien porauksessa. Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevaan louheumaan. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi tai muuhun tarkoitukseen.

Vaakasijoitusratkaisussa vastaavia loppusijoitustunneleita ei tarvitse louhia, vaan ne porataan täysporausmenetelmällä. Näin syntynyt murskaantunut kiviaines kuljetaan louheen tapaan maanpinnalle ja läjitetään. Ainesta ei



Kuva 3-5 Havainnekuva loppusijoitustilojen asemointiperiaatteesta Olkiluodon kallioperään. Vihreällä on merkitty loppusijoitustilat nykyisille ja rakenteilla oleville laitoksille (6 500 tU), sinisellä maanalaisen laitoksen laajennus 9 000 tU:n ja violetilla laajennus 12 000 tU:n käytetyn polttoaineen määrään. Kuvassa on esitetty tämänhetkisen tutkimustiedon mukaiset asemointia määräävät kallion rikkonaisuusrakenteet ja niiden suojavyöhykkeet.

tarvitse enää murskata, vaan sitä voidaan käyttää muihin käyttötarkoituksiin sellaisenaan.

Kuvassa 3-5 on esitetty periaatekuva tämän hetkisen käsityksen mukaisista loppusijoitustiloista 6 500, 9 000 ja 12 000 uraanitonin loppusijoittamiseksi Olkiluotoon. Maanalaisen laitoksen tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 6 500 uraanitonnia, on noin 150 hehtaaria. Kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 uraanitonnia, pinta-ala on noin 190 hehtaaria. Loppusijoitustilojen laajentaminen 9 000 uraanitoninasta 12 000 uraanitonin polttoainemäärään kasvattaa loppusijoituksen tarvitsemaa pinta-alaa noin 50 hehtaarilla.

### 3.6.3 Käytetyn polttoaineen kuljetukset ja siirrot

Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen ja TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen välivarastoissa keskimäärin 40 vuoden ajan ennen loppusijoitusta. Välivarastoista käytetty polttoaine siirretään Olkiluodossa sijaitsevaan Posivan loppusijoituslaitokseen erikoissäiliöissä.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukselle on Suo-

messä haettava Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupa. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön rakenteen, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä turvajärjestelyt ja onnettomuuksiin varautumisen.

#### **Olkiluodon laitosten käytetyn polttoaineen siirrot**

Käytetyn polttoaineen siirrot tehdään voimalaitosalueella tähän tarkoitukseen suunnitellussa kuljetussäiliössä. Tällainen kuljetussäiliö ja sen siirtoon suunniteltu siirtokalusto on jo nykyisin käytössä polttoaineen siirroissa voimalaitosyksiköiden reaktorirakennuksien ja käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston välillä (kuva 3-6).

Polttoainesirroissa välivarastolta kapselointilaitokselle käytetään nykyisiä tieyhteyksiä Olkiluodon voimalaitosalueella sekä osittain mahdollisesti uusia teitä loppusijoituslaitosalueella.

#### **Kuljetukset Loviisasta Olkiluotoon**

Loviisan polttoaineiden kuljetus Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan maantiekuljetuksena, mutta vaihtoehtoisina kuljetustapoina on tarkasteltu myös rautatie- ja merikuljetusta sekä näiden yhdistelmiä (kuva 3-7). Polttoainekuljetusten määrä riippuu polttoaineen määrästä, polttoainetyypistä, palamasta, jäähtymisajasta ja kuljetussäiliön



Kuva 3-6 Käytetyn polttoaineen siirtoajoneuvo ja kuljetussäiliö, joilla polttoainetta siirretään Olkiluodon voimalaitosalueella.

koosta. Vuodessa on enimmillään kymmenen kuljetusta. Laajennukseen sijoitettavan polttoaineen kuljetukset alkavat aikaisintaan vuonna 2070.

Käytetyn polttoaineen kuljetussäiliö lastataan kuorma-autoon nosturilla ydinvoimalaitoksen käytetyn polttoaineen varastoissa. Säiliö kallistetaan kuljetuksen ajaksi vaakasuuntaan ja säiliön pätyihin asennetaan törmäysuojat. Säiliö ja kuljetusalusta peitetään kuljetuksen ajaksi sääsuojalla. Kuljetus tapahtuu valvottuna kuljetuksena, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö, kuten poliisi ja STUK:n valvoja. (Suolanen ym. 2004.) Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat seikat varmistetaan saattueen ja valvonnan avulla.

Rautatiekuljetusvaihtoehdon reitti muodostuu rautatieosuudesta sekä Loviisan ja Olkiluodon maantieosuuksista. Kuljetukset voimalaitokselta radan varteen sekä radalta loppusijoituslaitokselle vaativat saman kaluston, saattueen ja samat turvatoimet kuin maantiekuljetukset. Rautateitse kuljetettava käytetty polttoaine lastataan junasta maantiekuljetusajoneuvoon noin 20 kilometrin päässä Olkiluodosta Eurajoen kunnassa sijaitsevalla Vuojoen lastauspaikalla. Rautatietä ei todennäköisesti jatketaisi Olkiluotoon saakka. Rautatiekuljetuksissa säiliöiden

kuljettamiseen käytetään niin sanottuja syväkuormausvaunuja. (Suolanen ym. 2004.)

Käytettyä ydinpolttoainetta voidaan kuljettaa Loviisasta Olkiluotoon myös meriteitse. Suomenlahdella on tarkasteltu kahta vaihtoehtoista reittiä. Saaristomeren kautta kulkevan reitin vaihtoehtona on Ahvenanmaan kiertävä reitti. Määräsatamana on vaihtoehtoisesti Rauma tai Olkiluoto. Näitä vaihtoehtoja yhdistelemällä muodostuu useita tarkasteltavia laivareittejä (kuva 3-7). Myös merikuljetusvaihtoehdon reitti muodostuu liityntäliikenteen takia eri kuljetusmuotojen yhdistelmästä (maantie–meri–maantie).

Merikuljetus on toteutettavissa Ruotsin ydinpolttoaine- ja ydinjätetuollosta vastaavan SKB:n omistaman M/S Sigynin tyyppisellä aluksella. M/S Sigyn on rakennettu ydinjättekuljetuksia varten ja se kykenee kuljettamaan 1200 tonnin hyötykuorman.

Merikuljetusvaihtoehdossa on mahdollista käyttää Loviisassa sijaitsevaa Valkon satamaa, joka sijaitsee noin 25 kilometrin päässä käytetyn ydinpolttoaineen välivarastosta. Osayleiskaavaehdotuksessa ja asemakaavaluonnoksessa on varattu mahdollisuus rakentaa väylä ja lastauslaituri Hästholmenin saareen. Lisäksi on tarkasteltu Rauman sataman ja Olkiluodon sataman käyttöä (Suolanen ym. 2004).



Kuva 3-7 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia varten tarkastellut maantie-, rautatie- ja merikuljetusten reittivaihtoehdot Loviisasta Olkiluotoon.

Välivaraston ja laivan välillä säiliöitä kuljetetaan samankaltaisella kalustolla kuin maantiekuljetusvaihtoehdossa.

Meriteitse saapuva käytetty polttoaine voidaan purkaa joko voimalaitoksen satamassa (TVO:n satama) Olkiluodossa tai Olkiluodon satamassa. Merikuljetusvaihtoehdossa Olkiluodon sataman käyttö edellyttää sen kunnostamista.

### 3.6.4 Käyttövaihe

#### **Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely kapselointilaitoksessa**

Maanpäällisen laitoksen tärkein rakennus on kapselointilaitos. Kapselointilaitoksen pääosan muodostavat kuljetussäiliöiden vastaanotto- ja puhdistustilat, kuljetussäiliöiden välivarastointitila, kapseleiden siirtokäytävä, polttoaineniippujen käsittelykammio, kapseleiden sulkemiseen ja tarkastuksiin tarvittavat kammiot sekä tyhjien ja täysinäisten kapselien välivarastot (kuva 3-8). Kapselointilaitoksen toimintoihin kuuluvat kuljetussäiliöiden vastaanotto, polttoaineen kapselointi, kannen kiinnittäminen kapseliin hitsaamalla ja hitsisauman tarkastus.

Kapselointilaitos suunnitellaan siten, että siellä pystytään käsittelemään Posivan omistajien nykyisten ja rakenteilla sekä suunnitteilla olevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetty polttoaine. Käytetty polttoaine puretaan kuljetussäiliöstä, joka on telakoitu vastaavalla tavalla kuin loppusijoituskapseli käsittelykammioon. Polttoaineniiput siirre-

tään kuljetussäiliöstä kuivaussäiliöön. Kuivauksen jälkeen polttoaineniiput siirretään yksitellen loppusijoituskapseliin. Sisäkapselin ilma vaihdetaan suojakaasuun kaasunvaihtokuvun avulla, sisäkapselin kansi ruuvataan kiinni ja sisäkapselin tiiveys tarkastetaan. Sisäkannen kiinnittämisen jälkeen käsittelykammion erotuskansi asetetaan paikoilleen ja loppusijoituskapseli irrotetaan käsittelykammion telakoinnista. Kuperikansi nostetaan hitsauskammioon ja loppusijoituskapseli siirretään hitsauskammion kohdalle. Kapseli telakoidaan hitsauskammion tyhjiökammioon, jossa kuparikansi asennetaan paikoilleen ja hitsataan kiinni elektronisuihkuhitsauslaitteella. Ensimmäiset hitsipinnan tarkastukset tehdään jo hitsauksen aikana visuaalisesti. Jos jotain vikaa havaitaan, tehdään välittömästi korjaushitsaus. Kapselin hitsi koneistetaan ja laatu tarkastetaan ulträäni-, röntgen- ja pyörrevirtalaitteilla tarkastusasemassa. Tarkastuksen jälkeen kapseli lasketaan siirtokäytävään ja puhdistetaan vedellä mahdollisesta liasta. Puhdistuksen jälkeen kapseli voidaan siirtää joko puskurivarastoon tai suoraan loppusijoitukseen hissillä tai vaihtoehtoisesti ajotunnelia pitkin.

#### **Kapseleiden sijoitus kallioperään**

Nykyisten suunnitelmien mukaan loppusijoitustila sijoituu yhteen kerrokseen noin 420 metrin syvyyteen maanpinnasta.

Posivan perusratkaisu pohjautuu Ruotsissa 1980-luvun alussa kehitettyyn KBS-3-ratkaisuun ja on nykyisessä muo-



Kuva 3-8 Kapselointilaitos. Laitokselle tuotu käytetty polttoaine pakataan loppusijoituskapseleihin. Kapselit suljetaan ja siirretään sen jälkeen hissikuilua tai ajotunnelia pitkin loppusijoitustilaan.

dossaan yli kaksikymmentä vuotta jatkuneen tutkimus- ja kehitystyön tulos. Loppusijoitustilojen suunnitelmat perustuvat kapselien pystysijoitusratkaisuun (KBS-3V). Sen ohella kyseeseen voi tulla vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H), missä kapselit asennetaan vaakatasoon porattuihin tunneliin. Ratkaisut on esitetty kuvassa 3-9.

Pystysijoitusratkaisussa loppusijoitustunneleiden lattiaan porataan pystysuorat loppusijoitusreiät, joihin tiiviit ja korroosiota kestävät kapselit sijoitetaan. Vaakasijoitusratkaisussa vastaavia loppusijoitustunneleita ei tarvitse louhia poraus-räjätystekniikalla, vaan ne porataan täysporausmenetelmällä. Vaakasijoitusratkaisussa useita kapseleita sijoitetaan peräkkäin noin 100–300 metriä pitkiin loppusijoitustunneleihin, jotka suljetaan heti asennuksen jälkeen päätytulpilla.

Kapselin ja kallion väliin jäävä tila täytetään molemmissa ratkaisuvaihtoehdoissa bentoniittilohkoilla. Kapseleita ympäröivät näin ollen kauttaaltaan bentoniittilohkot, jotka paisuvat voimakkaasti vettymisen seurauksena. Loppusijoitustunnelit täytetään loppusijoituksen (kapselin ja puskurimateriaalin asennuksen) jälkeen ja tätä täyttöä tehdään vaiheittain koko laitoksen toiminnan ajan. Vastavasti keskustunneleita täytetään sitä mukaa kun yhteyttä loppusijoitustunneleihin ei enää tarvita. Täyttämisen pääasiallinen tarkoitus on palauttaa loppusijoitusolosuhteet mahdollisimman lähelle luonnontilaa esimerkiksi estämällä tunnelien ja kuilujen muuttuminen pohjaveden päävirtausreiteiksi. Loppusijoitustunnelien täyttämisen

tarkoituksena on estää veden virtaus, pitää puskurimateriaali paikallaan kapselin ympärillä ja säilyttää tunnelien mekaaninen vakaus.

Loppusijoituslaitosta laajennettaessa vuoden 1999 YVA-menettelyssä käsitelty ja periaatepäätöksessä vuonna 2001 hyväksytty loppusijoitusratkaisu säilyy periaatteeltaan muuttumattomana, ainoastaan polttoainemäärä kasvaa. Loppusijoitettava lisäpolttoainemäärä pidentää loppusijoitusaikaa ja lisää louhittavaa kalliotilavuutta. Toiminnan luonne pysyy samankaltaisena.

### 3.6.5 Sulkemisvaihe ja loppusijoitetun polttoaineen palautettavuus

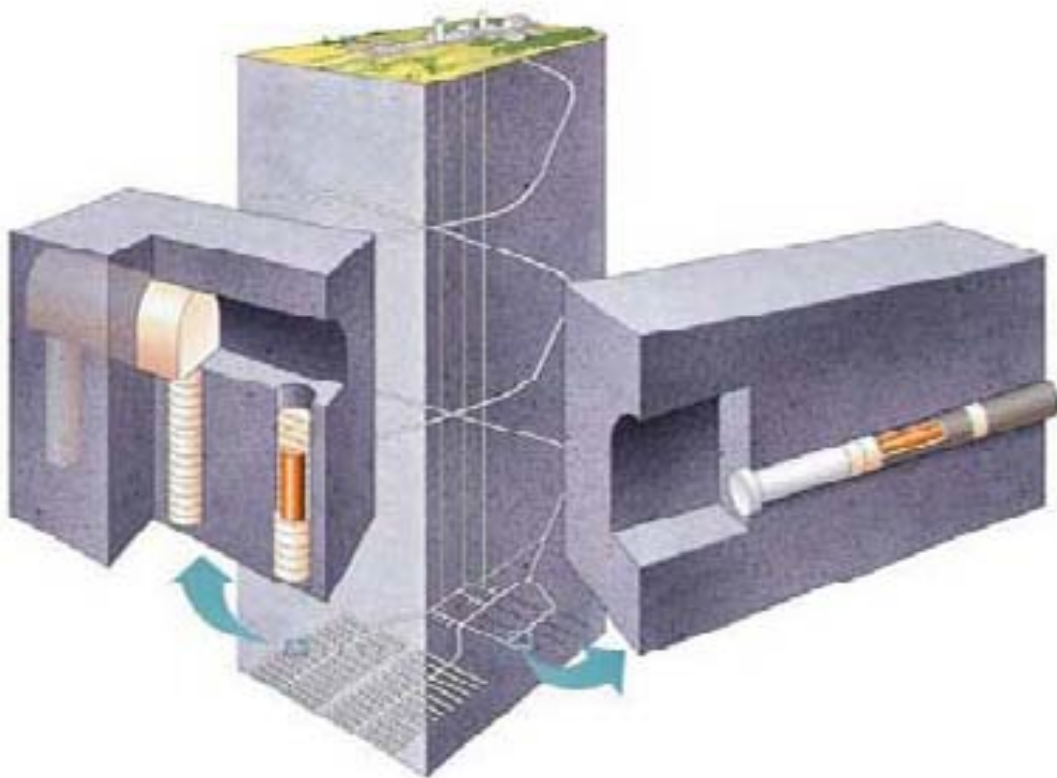
Loppusijoitustunnelit suljetaan loppusijoitustoiminnan aikana sitä mukaa kun kapseleita loppusijoitetaan. Kun kaikki käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu ja sijoitustunnelit täytetty, alkaa kapselointilaitokseen käytön aikana kertyneen radioaktiivisen jätteen siirtäminen loppusijoitustiloihin. Jäte pakataan tynnyreihin tai betonilaatikoihin ennen siirtoa. Tämän jälkeen kapselointilaitoksesta puretaan radioaktiivisia aineita sisältävät osat. Purkujätteet viedään loppusijoitustiloihin niille louhittuun tunneliin.

Kun kaikki käytetty polttoaine 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, siirtyä 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 käytävissä on riittävät tekniset ja taloudelliset resurssit. Palautettavuus tarjoaa tuleville sukupolville mahdollisuuden arvioida ratkaisua oman aikansa tietämyksen valossa. Pa-

lauttamisessa 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.



Kuva 3-9 Vasemmalla periaatepiirros käytetyn polttoaineen pystysijoitusratkaisusta (KBS-3V) ja oikealla vaakasijoitusratkaisusta (KBS-3H).





SUOMEN  
LAKI



\*I\*

2007

SUOMEN  
LAKI



\*II\*

2007

SUOMEN  
LAKI



\*III\*

2007

## 4 Ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva lainsäädäntö ja ohjeet

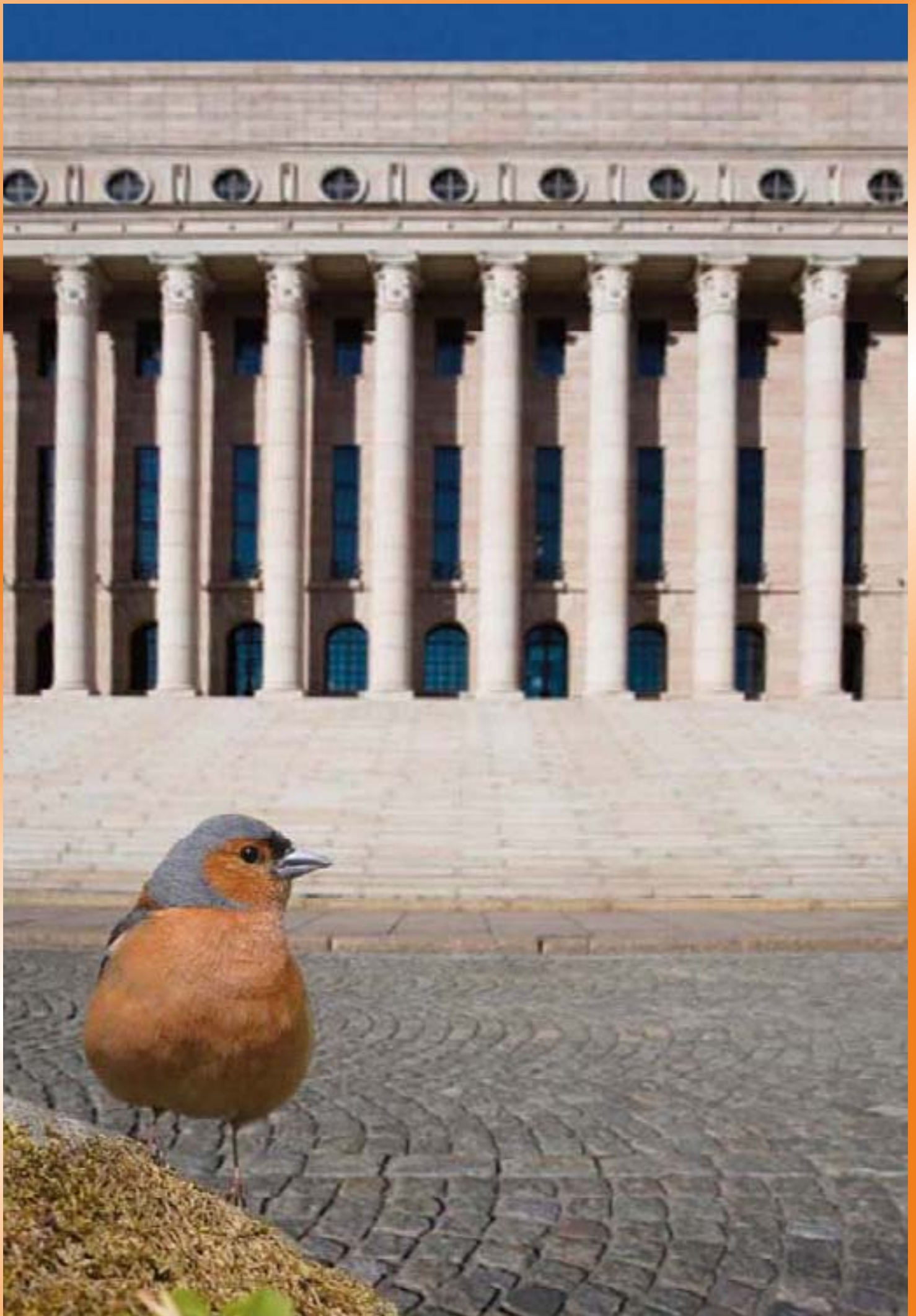
Suomen ydinjätehuoltoa ohjaavat vuonna 1988 voimaan astuneet ydinenergalaki (YEL 990/1987) ja ydinenergiaasetus (YEA 161/1988), joissa määritellään muun muassa ydinenergian tuottajan velvollisuudet, ydinjätehuollon toteuttaminen, lupakäsittelyt ja valvontaoikeudet. Vuonna 1994 ydinenergalakia muutettiin niin, että kaikki Suomessa syntyvä ydinjäte on loppusijoitettava Suomeen. Ydinenergalaki kieltää myös ydinjätteen tuonnin Suomeen.

Valtioneuvosto antaa ydinjätehuoltoa koskevat yleiset turvallisuusmääräykset. Ydinjätteiden käsittelyä ja varastointia koskevat turvallisuusmääräykset sisältyvät ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevaan valtioneuvoston päätökseen (VNP 395/1991). Loppusijoituslaitosta koskee erityisesti valtioneuvoston tekemä päätös (478/1999) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta. Siinä asetetut säteilyannosrajat loppusijoituslaitokselle ovat tiukemmat kuin ydinvoimalaitoksille asetetut vastaavat rajat. Päätöksessä todetaan muun muassa, että loppusijoituksesta ei saa millään tarkasteluajanjaksolla aiheutua sellaisia terveydellisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia, jotka ylittäisivät loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidettävän enimmäistason. (Valtioneuvosto 1999.)

Päätöksen 478/1999 soveltamisesta käytäntöön STUK on antanut ohjeen YVL 8.4 ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus”. Ohje koskee loppusijoitusta kiteiseen kallioperään usean sadan metrin syvyyteen rakennettuihin loppusijoitustiloihin ja se käsittelee loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta. Lisäksi STUK on antanut ohjeen YVL 8.5 ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen käyttö”, joka antaa yksityiskohtaisempia ohjeita laitoksen suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä.

Ydinenergiaa koskevaa lainsäädäntöä uudistetaan parhaillaan. Eduskunta hyväksyi 7.5.2008 hallituksen esityksen laiksi ydinenergalain muuttamisesta (HE 117/2007) ja uudistettu laki tuli voimaan 1.6.2008. Myös ydinturvallisuutta koskevien valtioneuvoston päätösten (VNP 395–398/1991, 478/1999) uudistaminen on jo pitkällä. Säteilyturvakeskuksessa on samanaikaisesti käynnistynyt YVL-ohjeiston pitkäjänteisempään uudistamiseen tähtäävä valmistelutyö, jonka tavoitteena on ajanmukaistaa ohjeiston rakenne ja toimittaa kokonaisuus uudelleen niin, että ohjeiden määrä vähenee nykyisestä.





# 5 Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat, ilmoitukset ja päätökset

## 5.1 Kaavoitus

Haettaessa valtioneuvoston rakentamislupaa loppusijoituslaitokselle tulee sen rakentamisalueella olla voimassa oleva asemakaava. Olkiluodon asemakaavoitusta ollaan päivittämässä vastaamaan uuden maankäyttö- ja rakennuslain sisältövaatimuksia sekä huomioimaan tarpeet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen sijoittamiseksi Olkiluotoon. Asemakaavassa varataan alueet maanpäällisille tiloille. Suunnitellun loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei edellytä laajempia aluevarauksia asemakaavassa.

## 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.

## 5.3 Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat

### 5.3.1 Periaatepäätös

Käytetyn ydinpolttoaineen 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 määriteltäviä että muita tarpeelliseksi 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 Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio hankkeesta.

Hakijan on ennen periaatepäätöksen tekemistä julkaistava TEM:n ohjeiden mukaan laadittu ja sen tarkastama yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, laitoksen arvioiduista ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta siten, että selvitystä on yleisesti saatavilla. YVA-selostus on liitettävä periaatepäätöshakemukseen.

TEM:n 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 suunnittelun 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.

### 5.3.2 Rakentamislupa

Valtioneuvoston periaatepäätöstä seuraa varsinainen lupamenettely. Luvan ydinlaitoksen rakentamiseen ja käyttämiseen myöntää valtioneuvosto. Lupa ydinlaitoksen rakentamiseen voidaan myöntää, mikäli ydinlaitoksen rakentaminen on eduskunnan voimaan jättämässä periaatepäätöksessä katsottu yhteiskunnan kokonaisedun



mukaiseksi ja mikäli ydinenergilain 19 §:ssä säädetyt edellytykset ydinlaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle täyttyvät.

Posiva jättää loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle nykyisten aikataulujen ja KTM:n päätöksen mukaan vuoden 2012 loppuun mennessä (KTM 2003). Periaatepäätöksen mukaan loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa on haettava viimeistään vuonna 2016 (Valtioneuvosto 2000 ja 2002).

KTM on myös todennut, että Posivan valmiutta rakentamisluvan jättämiseen tarkastellaan vuonna 2009 raportoivan aineiston perusteella. TEM:lle tulee esittää vuonna 2009 alustavat ydinenergia-asetuksen 32 §:ssä luetellut rakentamislupaa varten tarvittavat selvitykset. Selvityksistä on käytävä ilmi, miltä osin rakentamisluvan edellyttämä asiakirja-aineisto on puutteellinen sekä millä tavalla ja missä aikataulussa aineisto on tarkoitus täydentää.

Loppusijoituslaitoksen rakentamislupakäsittelyä varten Posivan on toimitettava viranomaisille muun muassa useita ydinenergilain ja -asetuksen mukaisia laitoksen turvallisuuden osoittavia selvityksiä. Tällaisia ovat esimerkiksi yksityiskohtaiset tekniset suunnitelmat, turvallisuus selvitykset sekä ajantasaiset selvitykset laitoksen ympäristövaikutuksista kaikkien niiden jätteiden osalta, jotka loppusijoituslaitokseen aiotaan sijoittaa, sekä ajantasaiset selvitykset niistä suunnitteluperusteista, joita Posiva aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi. (Valtioneuvosto 2000.)

### 5.3.3 Käyttölupa

Ydinlaitoksen käyttäminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää käyttölupaa. Lupa ydinlaitoksen käyttämiseen voidaan myöntää sitten, kun lupa sen rakentamiseen on myönnetty edellyttäen, että ydinenergilain 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 käyttöluva myönnetään aina määräaikaikaisena. Luvan kestoa harkittaessa kiinnitetään huomiota erityisesti turvallisuuden varmistamiseen ja toiminnan arvioituun keston. STUK voi keskeyttää ydinlaitoksen käytön, mikäli turvallisuuden varmistaminen sitä edellyttää.

#### 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 polttoainetta 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 loppusijoituspaikka sekä erityisesti kapselointilaitos vaativat rakentamisen ja käyttötoiminnan aikana muita lupia, joita ovat muun muassa rakennuslupa, ympäristölupa ja vesilain mukaiset luvat pohjaveden muuttamiseen sekä veden johtamiseen. Nämä luvat haetaan ennen toiminnan aloittamista voimassa olevien kansallisten ja kunnallisten säädösten mukaisesti. Hankkeen ympäristö- ja vesilakien mukaisten lupien viranomainen on Länsi-Suomen ympäristölupavirasto.

Kullekin rakennukselle haetaan oma rakennuskohtainen rakennuslupa kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Tämän hetken suunnitelmien mukaan rakennuslupa haetaan ainakin IV-kuilurakennukselle, kapselointilaitokselle, maanalaisille loppusijoitustiloille ja käyttörakennukselle. Lisäksi esimerkiksi murskaukselle tarvitaan oma lupa. Louheen varastoinnille on tällä hetkellä voimassa oleva lupa.

Maanalainen tutkimustila ONKALO on luvitettu itsenäisenä kokonaisuutena. ONKALOLle ja sitä palvelevalle maanpäälliselle aluerakentamiselle on haettu Eurajoen kunnan rakennuslupa, jonka kunnan rakennuslautakunta myönsi 12.8.2003. Rakennuslupa on voimassa viisi vuot-

ta. Posiva haki jatkolupaa toukokuussa 2008. Jatkolupa myönnettiin 11.6.2008 kolmeksi vuodeksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus on ydinergiain lain 8 §:n perusteella luvanvaraista, ja kuljetukselle on haettava ydinerurgia-asetuksen 56–60 §:ien mukainen lupa. 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 (277/2002)
- valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (195/2002) ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (278/2002)
- asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta kappale-tavarana aluksessa (666/1998)
- STUK:n ohjeet YVL 6.4 ”Radioaktiivisten aineiden kollit ja pakkaukset” ja YVL 6.5 ”Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetukset”.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana on erikseen luvanvaraista toimintaa ja Suomessa tarvittavat luvat ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetuksiin myöntää STUK. 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 (YEA 56 §, 115 §). Ensimmäisen kuljetusluvan hakeminen on ajankohtaista vuoden 2020 tienoilla.





# 6 Hankkeen suhde ympäristönsuojelua koskeviin säädöksiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin

## 6.1 Hankkeen suhde voimassa oleviin ympäristönsuojelusäännöksiin

Taulukossa 6-1 on esitetty hankkeen suhde voimassa oleviin, hankkeen kannalta keskeisiin ympäristönsuojelua koskeviin säädöksiin. Taulukossa on esitetty säädöksen sisältö ja sitovuus hankkeen kannalta. Maankäyttöä ja kaa-voitusta on käsitelty luvussa 8.1.

## 6.2 Hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin

Taulukossa 6-2 on esitetty hankkeen suhde hankkeen kannalta keskeisiin suunnitelmiin ja ohjelmiin. Taulukossa on esitetty suunnitelmien ja ohjelmien sisältö ja sitovuus.

## 6.3 Hankkeen suhde suojeleohjelmiin

Luonnonsuojeleohjelmien avulla voidaan alueita varata luonnonsuojelutarkoituksiin valtakunnallisesti merkittävien luonnonarvojen turvaamiseksi. Luonnonsuojelualueet ovat luonnonsuojelulain nojalla rauhoitettuja alueita. Taulukossa 6-3 on esitetty hankkeen suhde hankkeen kannalta keskeisiin suojeleohjelmiin.

Taulukko 6-1 Hankkeen suhde voimassa oleviin ympäristönsuojelusäädöksiin.

NIMI	SISÄLTÖ	SUHDE HANKKEESEEN
Ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja -asetus (169/2000)	Ympäristön pilaantumisen torjunnan yleissäädökset.	Ympäristöluvan hakemisveloite.
Melun ohjearvot (Vnp melutason ohjearvoista 993/1992)	Melutason ohjearvot asumiseen käytettävillä alueilla ja virkistysalueilla taajamissa tai taajamien läheisyydessä ovat päiväaikana (klo 7–22) 55 dB(A) ja yöllä 50 dB(A). Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo 45 dB(A). Loma-asumiseen käytettävällä alueella ohjearvona on päivällä 45 dB(A) ja yöllä 40 dB(A). Niin sanottua kapeakaistaista melua koskevat ohjearvot ovat tavanomaista melua koskevia ohjearvoja tiukemmat. Jos melu todetaan kapeakaistaiseksi, mitattuun meluun lisätään 5 dB ennen vertaamista ohjearvoihin.	Melua aiheuttavat rakennusvaiheet suunnitellaan siten, että meluohjearvot loppusijoituslaitoksen ympäristössä yhdessä muiden toimijoiden kanssa eivät ylitä. Meluvaimennuksen suunnittelulla estetään kapeakaistaisten melun syntyminen.
Jätelaki (1072/1993) ja -asetus (1390/1993)	Tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä ehkäisemällä ja torjumalla jätteistä aiheutuvaa haittaa ympäristölle ja terveydelle. Tavoitteeseen tulee pyrkiä ensisijaisesti vähentämällä jätteiden muodostumista ja lisäämällä jätteiden hyötykäyttöä. Mikäli hyödyntäminen ei ole teknisesti tai kohtuullisin lisäkustannuksin mahdollista, tulee jätteet sijoittaa siten, että ympäristölle ja terveydelle aiheutuvat haitat minimoidaan.	Loppusijoituslaitoksella syntyvät jättejakeet lajitellaan ja hyödynnetään niin, että jätelain vaatimukset täyttyvät. Hyötykäyttöön kelpaamaton jäte sijoitetaan loppusijoituslaitoksen ympäristöluvassa edellytetyllä tavalla.

Taulukko 6-2 Hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin.

NIMI	SISÄLTÖ	SUHDE HANKKEESEEN
Vesien suojelun tavoiteohjelma (Valtioneuvoston periaatepäätös 23.11.2006 vesien suojelun tavoitteista vuoteen 2015)	Päätöksessä esitetään toimia vesien hyvän tilan saavuttamiseksi ja tilan heikkenemisen estämiseksi. Ohjelma koskee sisävesiä, rannikkovesiä ja pohjavesiä. Suuntaviivat tukevat alueellisten vesienhoitosuunnitelmien laatimista. Ne tukevat myös EU:n meristrategiadirektiivin ja Itämeren maiden yhteisen Itämeren suojelua koskevan toimintaohjelman laatimista ja toimeenpanoa. Tavoitteena on <ul style="list-style-type: none"> <li>– vähentää rehevöitymistä aiheuttavaa kuormitusta</li> <li>– vähentää haitallisista aineista johtuvia riskejä</li> <li>– vähentää vesirakentamisen ja vesistöjen säännöstelyn haittoja</li> <li>– suojella pohjavesiä</li> <li>– suojella vesiluonnon monimuotoisuutta</li> <li>– kunnostaa vesiä.</li> </ul>	Loppusijoituslaitos ja jätevesien puhdistamo edustavat parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa. Loppusijoituslaitoksella ei ole merkittäviä päästöjä vesistöön.

Taulukko 6-3 Hankkeen suhde suojeluohjelmiin.

NIMI	SISÄLTÖ	SUHDE HANKKEESEEN
Natura 2000 -verkosto (Valtioneuvoston Natura-päätös 20.8.1998, joka perustuu luontodirektiiviin 92/43/ETY ja lintudirektiiviin 79/409/ETY, muutos 91/244/ETY)	Natura 2000 -verkoston avulla pyritään vaalimaan luonnon monimuotoisuutta Euroopan unionin alueella. Suojelukohteiksi on valittu sekä arvokkaita luontotyyppejä että uhanalaisia eläin- ja kasvilajeja.	Lähin Natura 2000 -verkostoon kuuluva kohde on Rauman saariston alue (F10200073). Olkiluodon etelärannalla sijaitseva Liiklankarin vanha metsä kuuluu Rauman saariston Natura-alueeseen. Maanpäällisiä laitoksia ei rakenneta Natura-alueelle.
Vanhon metsien suojeluohjelma	Tavoitteena on säilyttää vanhojen metsien luonnonarvot riittävän laajoina kokonaisuuksina. Alueiden valintaperusteina ovat olleet muun muassa biologinen monimuotoisuus ja puuston rakenne.	Olkiluodon saaren etelärannalla, käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoitusalueen välittömässä läheisyydessä sijaitseva Liiklankarin luonnonsuojelualue kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelmaan. Maanpäällisiä laitoksia ei rakenneta vanhojen metsien suojelualueelle.
Lehtojensuojeluohjelma	Tavoitteena on säilyttää maamme lehtokasvillisuuden ja -kasviston monipuolisuus ja laatu.	Lehtojensuojeluohjelmaan ja Natura 2000 -verkostoon kuuluva Reksaaren rantalehtoalue sijaitsee noin viisi kilometriä Olkiluodosta etelään. Praminlehto ja Mäentaustan lehto sijaitsevat Raumalla Sorkan kylässä.
Rantojensuojeluohjelma	Perustavoitteena on säilyttää ohjelmaan sisältyvät alueet rakentamattomina ja luonnontilaisina meri- ja järviluonnon suojelemiseksi.	Rauman pohjoinen ulkosaaristo eli muun muassa Susikarit, Kalla ja Bokreivit kuuluvat rantojensuojeluohjelmaan. Myös Nurmeksen länsiranta kuuluu rantojensuojeluohjelmaan.
Arvokkaat kallioalueet	Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet. Kallioalueet sisältävät sellaisia biologisia, geologisia tai maisemallisia arvoja, joilla on maa-aineslain 7 §:n tarkoittamaa valtakunnallista tai muutoin huomattavaa merkitystä luonnonsuojelun kannalta.	Rannanvuoren ja Huikunvuoren kallioalueet sijaitsevat Raumalla Sorkan kylässä, noin kahdeksan kilometrin päässä loppusijoituslaitoksesta.
Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ja maisemanhoidon kehittämisen	Tavoitteena on velvoittaa eri viranomaiset laajaan yhteistyöhön maisemanhoidon järjestämiseksi ja turvaamaan kulttuurimaisemien arvokkaat piirteet. Valtakunnallisesti arvokkaiksi maisema-alueiksi arvioidut alueet edustavat parhaiten säilyneitä ja tyyppillisimpiä maaseudun kulttuurimaisemia. Valtion viranomaisten tulee toimillaan edistää maisemanhoidon tavoitteita ja huolehtia, että muilla hankkeilla ei samanaikaisesti vaaranneta kulttuuri-maiseman säilymistä.	Olkiluodon lähellä ei sijaitse arvokkaita maisema-alueita.
Luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategia 2006–2016 (jatkoa Suomen biologista monimuotoisuutta koskevalle kansalliselle toimintaohjelmalle 1997–2005).	Tavoitteena on pysäyttää luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen vuoteen 2010 mennessä, vakiinnuttaa Suomen luonnon tilan suotuisa kehitys vuosien 2010–2016 kuluessa, varautua vuoteen 2016 mennessä Suomen luontoa uhkaaviin maailmanlaajuisiin ympäristömuutoksiin, erityisesti ilmastonmuutokseen, sekä vahvistaa Suomen vaikuttavuutta luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä maailmanlaajuisesti kansainvälisen yhteistyön keinoin.	Maakunnallista suojeluarvoa on Omenapuumaan luonnonsuojelualueella ja Särkänhuivin niemellä. Omenapuumaan rehevä lehtosaari sijaitsee Rauman saaristossa Olkiluodosta noin viisi kilometriä etelään. Särkänhuivin matala, kapea, pitkälle työntyvä kaareva niemi on Irtanteenharjun uloin mereen työntyvä kärki. Kalattilan lehdolla on paikallista suojeluarvoa.





# 7 Ympäristövaikutusten arviointi ja siinä käytettävät menetelmät

## 7.1 Yleistä

Ympäristövaikutuksia selvittäessä painopiste on asetettu merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista on saatu tietoa muun muassa tiedottamis- ja kuulemismenettelyjen yhteydessä.

Ympäristövaikutusten merkittävyttä on arvioitu muun muassa tarkastelualueella olevan asutuksen ja luonnon ympäristön perusteella sekä vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristöasituksen suhteen. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa on hyödynnetty tehtyjen selvitysten lisäksi muun muassa olemassa olevia ohjeita.

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on koottu tähän ympäristövaikutusten arviointiselostukseen eli YVA-selostukseen. YVA-selostuksessa on esitetty kaikki oleellinen olemassa oleva ympäristötieto ja tulokset laadituista ympäristövaikutusselvityksistä. YVA-selostuksessa on esitetty myös suunnitelmat haitallisten ympäristövaikutusten lieventämiseksi.

Seuraavassa on esitelty vaikutuskohtaisesti ympäristövaikutusten arvioinnin rajaukset, tarkasteltavat ympäristövaikutukset ja arvioinnissa käytetyt menetelmät. Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaus on esitetty kunkin vaikutusarvioinnin kuvauksen yhteydessä.

## 7.2 Rakentamisen ja käytön aikaisten vaikutusten arviointi

### 7.2.1 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ja muun liikenteen ympäristövaikutusten arviointi

Hankkeen merkittävimmät liikennevaikutukset aiheutuvat loppusijoituslaitoksen laajennuksen rakentamisesta ja käytöstä sekä käytetyn polttoaineen 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.

Loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä polttoainetta omistajien ydinvoimalaitoksilta. Loviisan polttoaineen kuljetus Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan maantiekuljetuksena, mutta vaihtoehtoisina kuljetustapoina on tarkasteltu myös rautatie- ja merikuljetusta sekä näiden yhdistelmiä. YVA-selostuksessa 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 kuljetusriskitarkastelun päivitys” (Suolanen ym. 2004). Raportissa on selvitetty terveysriskit, jotka aiheutuvat Loviisan ydinvoimalaitokselta Olkiluodon loppusijoituslaitokselle tapahtuvista kuljetuksista (normaalikuljetukset) sekä toisaalta poikkeuksellisista tapahtumista (häiriö- ja onnettomuustilanteet). Tarkastellut reitit olivat maantie-, rautatie- tai merireittejä tai näiden yhdistelmiä. Kuljetusriskitarkastelussa väestölle normaalkuljetuksista aiheutuvia säteilyannoksia arvioitiin yhdysvaltalaisen RADTRAN-mallin avulla. Onnettomuustilanteita tarkasteltiin yksityiskohtaisesti Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) ARANO-mallin avulla. Kuljetusonnettomuuksista aiheutuvien säteilyannosten odotusarvoja ja terveysriskejä laskettiin RADTRAN-mallilla. Käyttämällä kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICRP:n esittämiä suositusarvoja kuljetuksista aiheutuvat säteilyannokset muunnettiin terveysriskiä kuvaaviksi arvoiksi.

Kuljetusten ja tieliikenteen vaikutuksia on tarkasteltu niillä teillä, joiden liikenteeseen hanke aiheuttaa muutoksia.

### 7.2.2 Maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi

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, maasto-

käyntien sekä kartta- ja ilmakuvatarkastelujen perusteella. Maisemalliset vaikutukset johtuvat 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 loppusijoitusalueen laajennus kohteiden maiseman luonnetta, mistä suunnista näkymät kohti loppusijoituslaitosalueetta muuttuvat merkittävästi ja aiheutuuko maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteisiin merkittäviä vaikutuksia. Erityisesti on tarkasteltu vaikutuksia loppusijoituslaitoksen läheisyydessä sijaitseviin asuin- ja virkistysalueisiin.

### 7.2.3 Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointi

Hankkeen vaikutukset laitosalueen maa- ja kallioperään on arvioitu alueen maastonmuotojen, maa- ja kallioperän laadun sekä laitoksen ja siihen liittyvien rakenteiden tarvitseman alueen ja maanalaisten osien laajuuden avulla. Käytetyn polttoaineen lämmöntuoton vaikutukset kallioperään on arvioitu.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelua varten Olkiluodossa on tehty ja tehdään runsaasti tutkimusta, kuten tutkimuskaivantoja, kairauksia, geofysiikkaalisia luotauksia, pohjaveden virtausmittauksia ja pohjaveden koostumukseen liittyviä tutkimuksia. Tutkimuksilla selvitetään kallion ominaisuuksia ja pohjaveden virtausreitit. Posivan kallioperätiedot perustuvat pääosin noin 50:een maanpinnalta kallioon kairattuun syvään reikään sekä niissä tehtyihin mittauksiin vuosien 1989–2008 aikana. Lisäksi ONKALON rakentamisen aloittamisesta lähtien on kerätty tietoa kallioperän ominaisuuksista muun muassa kartoittamalla tunnelin seinämät systemaattisesti.

Pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi on selvitetty loppusijoitusalueen laajennusosan 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 lukuisien hydrologiaan, geokemiaan, ympäristöön, kalliomekaniikkaan ja vierasaineisiin liittyvien parametrien mittauksella ja seurannalla. Hydrologian seurantaohjelmaan kuuluvat pohjaveden pinnankorkeus, pohjaveden painekorkeus, avoimien reikien virtausolosuhteet, pohjaveden virtaus (reikien poikkivirtaus), vedenjohtavuus, pohjaveden suolaisuus ja sähkönjohtavuus, sadanta (ml. 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 mikromaanjärjestyksen ja kallioperän liikkeen monitorointi. Malleja päivitetään kerättävän uuden tiedon perusteella.

### 7.2.4 Ilmaan ja ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten arviointi

Maarakennustyöt, työmaaliikenne sekä erillistoiminnot (esim. kivenmurskaus ja louheen läjitys) aiheuttavat toiminnan aikaista paikallista pölyämistä. Ajoneuvot ja työkooneet aiheuttavat pakokaasupäästöjä ilmaan. Nämä päästöt ja niiden vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä.

### 7.2.5 Vesistövaikutusten arviointi

Vedenhankintajärjestelyt on kuvattu ja veden hankinnan vaikutukset ympäristöön on arvioitu olemassa olevan tutkimustiedon ja asiantuntija-arvioiden perusteella.

Suunnitellun loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana syntyvien jätevesien käsittely ja niiden aiheuttama kuormitus on esitetty. Loppusijoituslaitoksen laajennuksen aiheuttama jätevesien lisäys on arvioitu. Jätevesien vaikutukset meriveden laatuun on arvioitu olemassa olevan tutkimustiedon ja asiantuntija-arvioiden perusteella. Arvioinnissa on käytetty hyödyksi Posivan suorittaman ympäristömonitoroinnin tuloksia.

### 7.2.6 Jätteiden ja sivutuotteiden sekä niiden käsittelyn vaikutusten arviointi

YVA-selostuksessa on kuvattu loppusijoituslaitoksessa syntyvien tavanomaisten jätteiden, ongelmajätteiden ja radioaktiivisten jätteiden määrä, laatu ja käsittely sekä arvioitu niihin liittyvät ympäristövaikutukset. Loppusijoituslaitoksen laajennuksen aiheuttama jätteiden lisäys on arvioitu.

### 7.2.7 Melun ja värinän vaikutusten arviointi

Loppusijoituslaitoksen tutkimus-, rakentamis- ja käyttövaiheessa melua aiheuttavia työvaiheita ovat lähinnä louhintaa, 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*). Meluselvytys perustuu suurelta osin aiemmin laadittuihin selvityksiin (*Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy 2005 ja 2006a*). 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 olemassa olevien rakennusten lisäksi muun muassa Posivan ONKALO-työmaa, louheen murskaus, rakenteilla oleva OL3-laitosyksikkö, suunniteltu OL4-laitosyksikkö, tuulivoimala, satama ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos.

Tärinä on arvioitu ONKALOn rakentamisen aikana saatujen seurantatulosten perusteella.

### 7.2.8 Kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi

Loppusijoituslaitoksen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä. Arvioinnissa on käytetty hyödyksi Posivan suorittaman ympäristömonitoroinnin tuloksia.



Hankkeen suorat ja mahdolliset epäsuorat vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimistöön on arvioitu asiantuntijatyönä. Näiden tulosten pohjalta on arvioitu hankkeen vaihtoehtojen 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.

### 7.2.9 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

Luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvilla vaikutuksilla tarkoitetaan sekä luonnonvarojen käyttöä että käytön estymistä. YVA-selostuksessa on kuvattu luonnonvarojen käyttö ja sen vaikutukset. Luonnonvarojen hyödyntämisessä on tarkasteltu muun muassa syntyvän louheen hyödyntämistä sekä hankkeen tarvitsemien materiaalien kulutusta (mm. bentoniitti ja kupari).

### 7.2.10 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on selvitetty loppusijoituslaitoksen laajennuksen vaikutuksia ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen, virkistykseen ja elinoloihin muun muassa maankäytön muutosten, maisemavaikutusten, radioaktiivisten päästöjen aiheuttaman säteilyannoksen lisäyksen, liikennevaikutusten ja melun osalta. Arviointiselostuksessa on tarkasteltu lisäksi 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 seurantar ryhmässä ja keskustelutilaisuuksissa tapahtunut vuorovaikutus sekä eri sidosryhmistä ja mediasta saatu tieto.

Vaikutuksia ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen on arvioitu käyttäen apuna Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus (Stakes) laatimaa ohjetta ”Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi” ([www.stakes.fi](http://www.stakes.fi)). Myös sosiaali- ja terveysministeriön ohjetta YVA-lain soveltamisesta terveysvaikutusten arvioinnissa ja sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa (*Sosiaali- ja terveysministeriö 1999*) on hyödynnetty arvioinnissa.

#### **Terveysvaikutukset**

Päähuomio terveysvaikutuksia koskevissa selvityksissä on kiinnitetty radioaktiivisten aineiden mahdollisesti aiheuttamiin terveyshaittoihin. Käytetyn polttoaineen kul-

jetusten ja loppusijoituslaitoksen laajennusosan käytön aikaisen radioaktiivisten päästöjen aiheuttaman säteilyannoksen lisäys ympäristön asukkaille on arvioitu. Hankkeesta aiheutuvia terveysvaikutuksia ja -riskejä on arvioitu säteilyaltistukseen perustuvien laskelmien avulla.

Säteilyvaikutusten lisäksi on arvioitu millaisia 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. Erikseen on selvitetty loppusijoitettavien materiaalien mahdollisia terveysvaikutuksia.

Pitkäaikaisturvallisuuden hallinnalla (luku 11) varmistetaan, että loppusijoituslaitoksesta ei aiheudu terveydellisiä vaikutuksia 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 2007” -tutkimuksessa, joka on osa ”Suomalaisten energia-asenteet” -seuranta-tutkimusta. Tutkimussarjalla on selvitetty ja seurattu suhtautumista energiapoliittisiin kysymyksiin jo 25 vuoden (1983–2007) ajan. Tutkimuksen keskeiset tulokset on esitetty tässä YVA-selostuksessa.

Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen on tutkittu syksyllä 2007 suoritetuilla laadullisella haastattelututkimuksella ja määrällisellä asukaskyselyllä (Aho 2008). Tutkimuksen tulokset on esitetty tässä YVA-selostuksessa.



Osayleiskaavoituksen yhteydessä (vuosina 2006–2007) tehdyn asukaskyselyn (Ramboll Finland Oy 2007) avulla pyrittiin selvittämään asukkaiden käsitystä asuin-ympäristönsä nykytilasta sekä saamaan tietoa Olkiluodon nykyisen toiminnan aiheuttamista vaikutuksista alueen lähiympäristössä. Tutkimuksen keskeiset tulokset on esitetty tässä YVA-selostuksessa.

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin tueksi on järjestetty teemahaastatteluja (Pöyry Environment Oy 2008), joiden avulla on kartoitettu loppusijoituslaitoksen lähiympäristön asukkaiden sekä Eurajoella asuvien nuorten aikuisten ja lapsiperheiden vanhempien näkemyksiä hankkeesta. Teemahaastatteluiden tarkoituksena oli lisätä vuorovaikutusta antamalla hankevastaavalle tietoa asukkaiden suhtautumisesta hankkeeseen ja antamalla asukkaille tietoa hankkeesta ja sen vaikutuksista elinympäristöön.

### **7.2.11 Yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon kohdistuvat vaikutukset**

Arviointiselostuksessa on arvioitu loppusijoituslaitoksen laajennuksen rakentamisen ja käytön luomien välittömien ja välillisten työpaikkojen määrää sijaintipaikkakunnan seudulla. Lisäksi on selvitetty hankkeen vaikutuksia elinkeinorakenteen kehitykseen, yhteiskunnan toiminnan suunnitteluun 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 loppusijoituslaitoksen rakentamisen vaikutuksista Eurajoen kunnan ja laitoksen laajempien vaikutusalueiden työllisyyteen, väestökehitykseen, rakentamiseen ja yhdyskuntarakenteeseen sekä kunnallistalouteen. 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 seuranta-tutkimuksena vuonna 1998 toteutetulle vastaavantyyppiselle tutkimukselle. Tutkimuksessa haastateltiin loka–joulukuussa 2006 puhelimitse 500 kuluttajaa, 200 yritysten edustajaa sekä 200 Eurajoen kuntalaista.



### 7.3 Häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi

YVA-selostuksessa on tarkasteltu onnettomuustilanteiden vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristöön turvallisuusanalyysihin 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.

### 7.4 Pitkäaikaisturvallisuuden arviointi

Suunnittelun loppusijoituslaitoksen laajennusosan turvallisuus suunnittelun perusteet radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten osalta on esitetty arviointiselostuksessa. Myös arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista on esitetty. Arvioinnin perustana on käytetty vuonna 2008 päivitettyjä 9000 uraanitonin loppusijoitukselle tehtyjä arvioita.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus osoitetaan niin sanotun turvallisuusperustelun avulla. Vuonna 2007 valmistui alustava turvallisuusperusteluaineisto vaakasijoitusratkaisulle (*Smith ym. 2007*). Parhaillaan käynnissä oleva pitkäaikaisturvallisuustutkimus tähtää turvallisuusperustelun laatimiseen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta varten.

Ensimmäinen suunnitelma Olkiluotoon rakennettavan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan turvallisuusperustelusta laadittiin vuonna 2005 (*Vieno & Ikonen 2005*) ja se on tarkistettu ja saatettu ajan tasalle vuonna 2008 (*Posiva Oy 2008*). 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 turvallisuusanalyysissä selvitetään sekä todennäköisenä pidettäviin kehityskuluihin että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviin epätodennäköisiin tapahtumiin liittyvät säteilyannokset useiden tuhansien vuosien päähän, ja tätä pidemmällä ajanjaksolla arvioidaan näihin tapahtumiin ja kehityskuluihin liittyvät radioaktiivisten aineiden päästönopeudet elinympäristöön.

Turvallisuusanalyysissä 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. Turvallisuusanalyysissä käsitellään myös loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymiseen sekä erilaisten mahdollisten tapahtumien ja kehityskulkujen arviointiin liittyviä epävarmuuksia. Riskejä arvioidessa otetaan huomioon tapahtumien todennäköisyys.

Säteilyannoksia ja päästönopeuksia on verrattu turvallisuusvaatimuksiin, jotka on esitetty lainsäädännössä, valtioneuvoston päätöksissä ja STUK:n julkaisemissa YVL-ohjeissa.

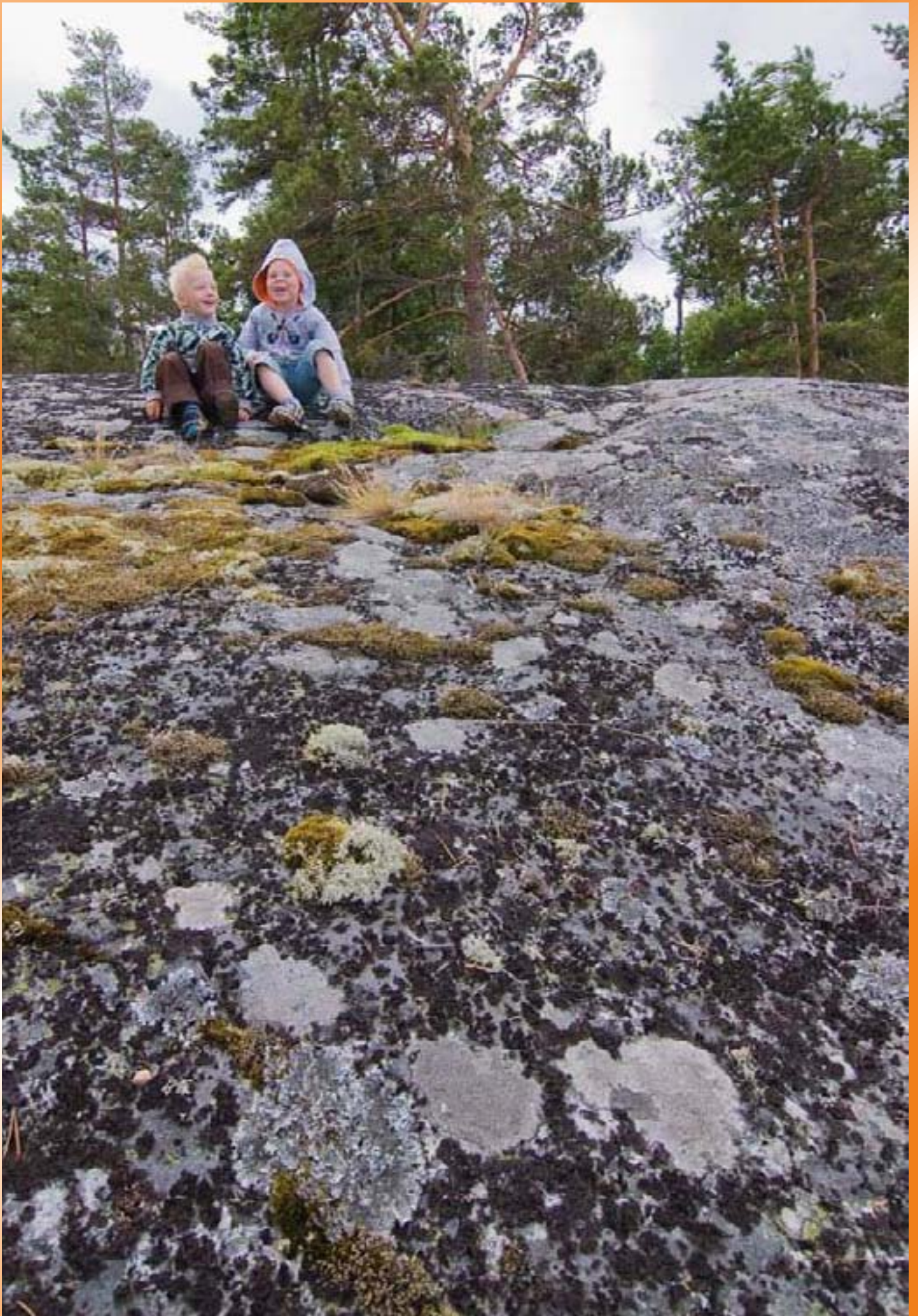
### 7.5 Hankkeen toteuttamatta jättämisestä aiheutuvien vaikutusten arviointi

Nollavaihtoehtona on hankkeen toteuttamatta jättäminen. Tämä merkitsee sitä, että ympäristön tila ja siihen kohdistuvan kuormituksen vaikutus vastaa tilannetta, jolloin loppusijoitettavan ydinpolttoaineen määrä on 9000 tU. Nollavaihtoehdon mukaisessa tilanteessa Olkiluodon loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine. Tässä tapauksessa seitsemännen ydinvoimalaitosyksikön käytettyä polttoainetta varastoitaisiin vesialtaissa käytetyn polttoaineen välivarastossa, kunnes päätetään polttoaineen käsittelyä tai sijoittamisesta pysyvällä tavalla.

Vuonna 1999 laaditun YVA-selostuksen tiedot ja hankkeen vaikutusarviot on päivitetty tämän päivän suunnittelutilannetta vastaaviksi. Yhteenveto tiedoista on esitetty tässä YVA-selostuksessa. Käytetyn polttoaineen välivarastoinnin jatkamisen mahdollisuudet Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla ja välivarastoinnista aiheutuvat vaikutukset on arvioitu.

### 7.6 Vaihtoehtojen vertailu

Vaihtoehtojen vaikutuksia on vertailtu kvalitatiivisen vertailutaulukon avulla luvussa 14.2. Vaihtoehtojen keskeiset, niin myönteiset, kielteiset kuin neutraalitkin ympäristövaikutukset on kirjattu havainnollisella ja yhdenmukaisella tavalla. Samassa yhteydessä on arvioitu vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella.



## 8 Ympäristön kuvaus

Olkiluodon ja sen lähialueen ympäristön tilaa kuvaavia selvityksiä on käytettävissä runsaasti, koska Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ja Posivan loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia on tutkittu laajasti. Ydinvoimalaitoksen lähiympäristön tilaa on seurattu jo yli 30 vuoden ajan. Viimeksi Posivan loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia on arvioitu kokonaisvaltaisesti YVA-menettelyn yhteydessä vuonna 1999 ja vuonna 2008 laadittaessa ajan tasalle saatettua selvitystä loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista. Posiva seuraa loppusijoituslaitoksen ympäristön tilaa säännöllisesti.

Tarkalleen ottaen hankkeen nykytilaa kuvastaa se ajankohta, jolloin laajentamista edellyttävä loppusijoitus aloitetaan eli aikaisintaan vuoden 2070 vaiheilla. Käytännössä vuonna 2070 vallitsevan ympäristön tilan kuvaamiseen liittyy epävarmuuksia. Tässä yhteydessä kuvataankin Olkiluodon nykytilaa ja muutoksia, joita loppusijoitustoiminta mahdollisesti siihen aiheuttaa.

### 8.1 Maankäyttö ja rakennettu ympäristö

#### 8.1.1 Olkiluodon ympäristössä sijaitsevat toiminnot ja maanomistus

Olkiluodon lähin kylä, Hankkila, sijaitsee noin kahdeksan kilometrin etäisyydellä Posivan 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.



Kuva 8-1 Olkiluoto. Kartalla näkyvät muun muassa OL1 ja OL2 (1), OL3-työmaa (2), KPA-varasto (3), VLJ-luola (4), Posivan ONKALO-työmaa (5) ja vierailukeskus (6).



Kuva 8-2 Havainnekuva Olkiluodon alueesta. Kuvan vasemmassa yläkulmassa näkyvät TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3. Kuvassa keskellä näkyvät rakennukset kuuluvat Posivan loppusijoituslaitokseen. Rakennusten oikealla puolella on Korvensuon vesiallas ja kuvassa oikealla louhekenttä.

Olkiluodon saaren länsipuoliskolla sijaitsee TVO:n 350 hehtaarin suuruinen ydinvoimalaitosalue. Alueella sijaitsevat TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt OL1 ja OL2. Lisäksi rakenteilla on OL3, jonka määrä aloittaa toimintansa vuonna 2011.

Olkiluodossa sijaitsee Posivan loppusijoituslaitosalue, joka on nykytilassaan ONKALO-työmaa. Ydinvoimalaitosyksiköiden ja ONKALO-työmaan lisäksi alueella on hallintorakennuksia, koulutuskeskus, vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaitos, raakavesiallas, raakaveden puhdistamo, 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 kaasaturpiinivoimalaitos varavoimatarpeisiin. Olkiluodossa sijaitsevat toiminnot on esitetty kuvassa 8-1.

Posiva on vuokrannut TVO:lta vuoteen 2103 asti käytetyn ydinpolttoaineen 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. Vuokra-alueen län-

sipuolella sijaitsee läjitysalue, jonne sekä Posivan maanalaisten louhintatöiden että voimalaitosalueen muiden rakennustöiden synnyttämät louheet kuljetetaan.

Kuvassa 8-2 on esitys loppusijoituslaitoksen suunnittelusta sijainnista Olkiluodon saarella. Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt näkyvät kuvan yläreunassa. Tulevaisuuden louhekenttä on kuvassa oikealla.

Posivan vuokraaman alueen maanpäälliseen osaan on vuoteen 2008 mennessä rakennettu kallioperän maanalaisten tutkimustilan, ONKALON, sisäänkäynnin lisäksi muun muassa projektitoimisto, kenttälaboratorio, erilaisia varasto- ja korjaamorakennuksia 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 suojarakennuksia 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 uusi 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 % Munakarinnon yhteisalueesta.

### 8.1.2 Kaavoitus

#### **Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet**

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto päätti maankäyttö- ja rakennuslain 22 §:n mukaisista valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 30.11.2000 ja päätös tuli lainvoimaiseksi 26.11.2001.

Olkiluodon osayleiskaavan suunnittelussa ovat olleet erityisen tärkeitä valtakunnan energiahuollon turvaamiseen tähtäävät tavoitteet. Alueiden käytössä on varmistettava ydinvoimaloiden edellyttämät suojavyöhykkeet sekä varauduttava ydinjätteen loppusijoitukseen. Yhteyks- ja energiaverkostoja koskevassa alueiden käytössä ja alueiden käytön suunnittelussa on otettava huomioon ympäröivä maankäyttö ja lähiympäristö, erityisesti asutus, arvokkaat luonto- ja kulttuuriobjektit ja -alueet sekä maaseuran erityispiirteet.

#### **Voimassa oleva seutukaava**

Ympäristöministeriön 11.1.1999 vahvistamassa Satakunnan 5. seutukaavassa lähes koko Olkiluoto on osoitettu yhdyskuntateknisen huollon alueeksi (ET-1). Aluetta koskevien erityismääräysten mukaan tulee alueen yksityiskohtaisessa kaavoituksessa ja suunnittelussa kiinnittää erityistä huomiota ympäristönsuojelukysymyksiin sekä järjestää radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ehdotetun turvallisesti. Lisäksi alueelle voidaan seutukaavan estämättä sijoittaa ydinvoimaloiden lisäksi myös muuta energiantuotantoa sekä alueen energiantuotantoon perustuvaa teollisuutta.

Olkiluodon pohjoisrannalla sijaitsee satama ja telakka (LV). Ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosalueesta etelään sijaitsee Liiklankarin Natura 2000 -alue ja suojeltu (SL) vanha metsä. Olkiluodon lounaispuolella sijaitsee Kuusienmaa (MY, maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on tunnustettu ympäristöarvoja).

Olkiluodon ydinvoimalaitosalueita ympäröi noin 5–7 kilometrin etäisyydelle ulottuva vaara-alue (va-1, kauko-suojavyöhyke), jolle ei tule yksityiskohtaisessa kaavoituksessa eikä suunnittelussa sijoittaa suuria asuinalueita tai laitoksia, joissa on paljon työpaikkoja tai hoitopaikkoja tai

joiden toiminnalle mahdollinen onnettomuustilanteen vaikutus olisi erityisen haitallinen. Alueelle ei saa myöskään sijoittaa laitoksia tai laitteita, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ydinvoimalaitokselle, kuten räjähdysainetehtaita tai -varastoja tai lentokenttiä.

#### **Valmisteilla oleva Satakunnan maakuntakaava**

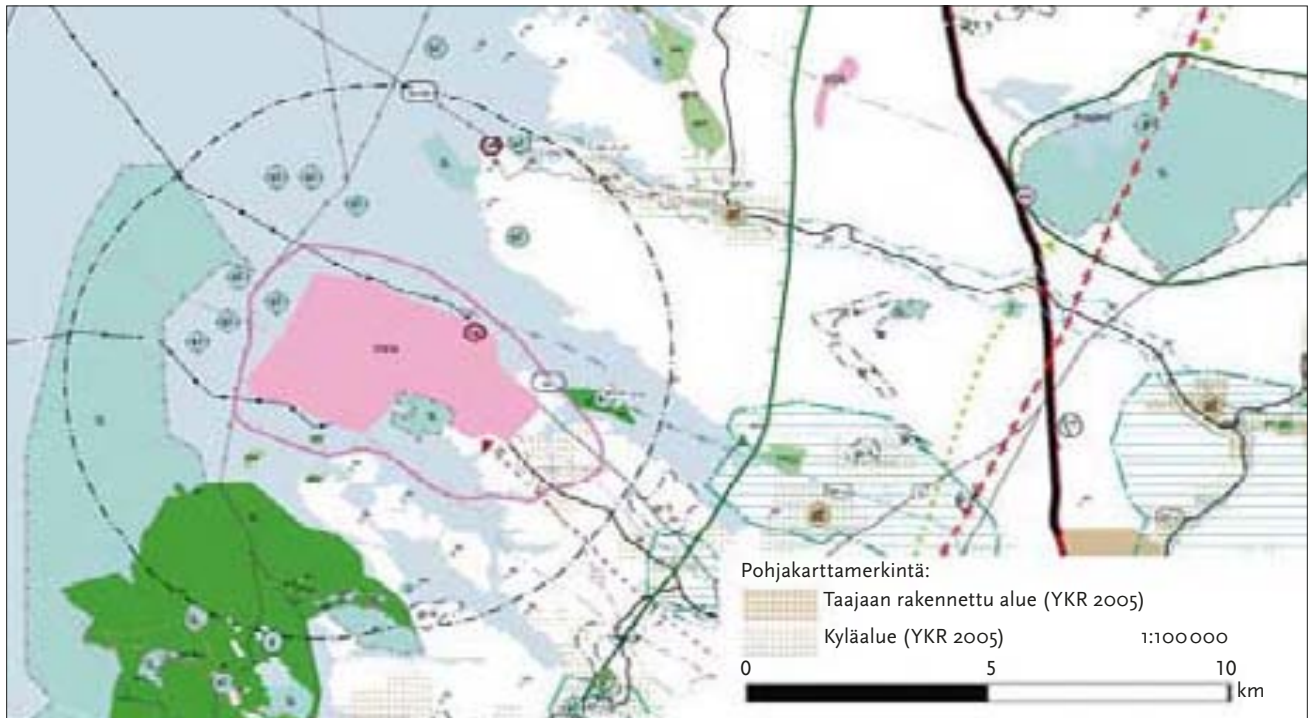
Satakuntaliitto on laatimassa maakuntakaavaa, joka korvaa voimassa olevan seutukaavan. Satakunnan maakuntakaavan laatiminen käynnistettiin vuoden 2003 helmikuussa. Lainvoimainen seutukaava vuodelta 2001 tarkistetaan ja ajantasaistetaan maankäyttö- ja rakennuslain vaatimuksia vastaavaksi. Maakuntakaavassa varataan yleispiirteisesti energiahuollon laitosalue (EN/la) ja osoitetaan voimalinjat, seututie, laiva- ja veneväylät sekä suojelualueet (kuva 8-3). EN/la-merkinnällä osoitetaan ydinvoimaloiden laitosalue, joka on varattu energiantuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia ja rakenteita sekä käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Alueella liikkuminen saattaa olla turvallisuussyistä rajoitettua. Alueella on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.

Ydinvoimalaitosalueen ulkopuolelle esitetään EN-merkinnällä energiantuotannon kehittämisen kohdealue. Kohdealueen suunnittelussa täytyy kiinnittää erityistä huomiota siihen, että alueiden käytöllä ei haitata energiahuollon tai loppusijoitustoiminnan ja -tutkimuksen kehittämistä. Erityistä huomiota tulee kiinnittää myös esimerkiksi kallioperän eheyden säilymisen vaatimiin toimenpiteisiin kyseessä olevan kohdealueen sisäpuolella.

Satakunnan maakuntakaavan luonnos ja siihen liittyvä valmisteluaineisto oli julkisesti nähtävillä 12.5.–18.6.2008. Saatujen lausuntojen ja mielipiteiden perusteella laaditaan maakuntakaavaehdotus, joka tulee myös aikanaan nähtäville. Lopulta maakuntakaavaehdotus esitetään maakuntavaltuuston hyväksyttäväksi ja edelleen ympäristöministeriön vahvistettavaksi. Tavoitteena on, että ympäristöministeriö voisi vahvistaa Satakunnan maakuntakaavan vuoden 2009 aikana.

#### **Rantayleiskaava**

Olkiluodon alueella on voimassa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen 25.10.2000 vahvistama Eurajoen rantayleiskaava. Voimalaitosalue ja sitä ympäröivät alueet on merkitty teollisuus- ja varastorakennusten alueeksi (T). Voimalaitosalueen itäpuolella suurin osa alueesta on maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M). Lisäksi rantayleiskaavaan on merkitty muun muassa loma-asuntoalueet (RA), maatilojen talouskeskusten alueet (AM) ja asuinpienalojen alueet (AP). Olkiluodon niemen etelärannalla sijaitseva Liiklankarin alue on merkitty luonnonsuojelualueeksi (SL).



Kuva 8-3 Ote Satakunnan maakuntakaavan luonnoksesta 28.4.2008.

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi 12.12.2005 rantayleiskaavan muutoksen, jolla osoitettiin Olkiluodon kaakkoisosaan majoituskylä sekä muita energiatuotantoa palvelevia toimintoja.

Rauman ranta-alueilla on voimassa 23.12.1999 vahvistettu Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaava.

#### **Olkiluodon osayleiskaava**

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi Olkiluodon osayleiskaavan 19.5.2008 (kuva 8-4). Rauman kaupunki on laatimassa pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutosta. Osayleiskaavat on valmisteltu oikeusvaikutteisina.

Eurajoen kunnan alueesta osayleiskaavan alueeseen kuuluvat Olkiluoto, sen pohjois- ja luoteispuolella olevat pienet saaret (Kornamaa, Mäntykari, Munakari sekä noin 20 pienempää saarta) sekä näitä ympäröivät vesialueet.

Osayleiskaava korvaa tältä osin Eurajoen rantayleiskaavan ja sen muutoksen majoituskylän aluetta ja ympäristöä varten.

Yhtä aikaa Olkiluodon osayleiskaavan kanssa on laadittu Rauman kaupungin puolella pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutosta. Rauman kaupungin alueesta kaava-alueeseen kuuluvat Olkiluodon edustalla sijaitsevat saaret Kuusisenmaa, Leppäkarta ja Lippo sekä näitä saaria ympäröivät vesialueet. Osayleiskaavalla muutetaan 23.12.1999 vahvistettua Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavaa.

Olkiluodon osayleiskaavan laadinnan aikana on tutkittu useita maankäyttöratkaisujen vaihtoehtoja. Suunnitte-

lussa on pyritty siihen, että valittu ratkaisu toteuttaa parhaiten osayleiskaavalle asetetut tavoitteet. Tärkeimpänä tavoitteena on ollut luoda maankäytölliset edellytykset Suomen suurimman energiantuotantoalueen ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen toteuttamiselle Suomen lainsäädännön ja toiminnan turvallisuuden asettamien vaatimusten mukaisesti.

Eurajoen kunnanvaltuuston Olkiluodon osayleiskaavan hyväksymispäätöksestä on jätetty kaksi valitusta, joiden käsittely on meneillään.

Osayleiskaavassa varataan alueet loppusijoituksen maanpäällisille toimintoille. EN-alueen määräyksessä todetaan muun muassa seuraavaa:

- *alueelle saa rakentaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergiain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Ne käsittävät maanalaisiin loppusijoitustiloihin johtavia sisäänkäyntirakennuksia ja -rakennelmia ja kapselointilaitoksia sekä niihin liittyviä aputiloja.*

Lisäksi osayleiskaavassa määritellään alue loppusijoituksen maanalaisille toimintoille ja muodostetaan sen suojavyöhyke seuraavilla määräyksillä:

- *Ohjeellinen maanalaisen loppusijoituslaitoksen alue: Alueen kallioperään saa toteuttaa korkea-aktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksen ydinenergiain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Alueen laajuus määräytyy loppusijoituksen kannalta edulli-*



Kuva 8-4 Ote Olkiluodon osayleiskaavan muutoksen kaavaehdotuksesta 28.4.2008. Loppusijoitustilojen ohjeellinen raja on osoitettu kaavassa.

simman kallion esiintymisen perusteella loppusijoitussyvyydellä.

■ **Loppusijoituslaitoksen suojavyöhyke:**

Alueella kallioperän louhimisessa ja poraamisessa on huomioitava, että alue on loppusijoituslaitoksen suojavyöhykettä. Ennen kallioperän louhimista ja poraamista on kuultava loppusijoitustoimintaa harjoittavaa tahoa.

Ydinenergialain 63 §:n 1 momentin 6 kohdan perusteella Säteilyturvakeskuksella on oikeus antaa kiinteistöä koskevia turvallisuuden varmistamiseksi välttämättömiä toimenpidekieltoja, kun kiinteistöllä on lopullisesti suljettu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustila. Säteilyturvakeskuksen on ydinenergiaasetuksen 85 §:n mukaan ilmoitettava ydinjätteiden loppusijoituspaikka samoin kuin edellä tarkoitettu toimenpidekielto merkittäväksi kiinteistörekisteriin, maarekisteriin tai tonttikirjaan.

Rauman kaupungin pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutosluonnos oli yleisesti nähtävänä 21.2.–22.3.2007. Kaavaehdotus valmistui 31.10.2007 ja 10.12.2007 kaavoitusjaosto asetti sen virallisesti nähtäville.

Rauman kaupungin pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutosluonnoksessa ei uloteta loppusijoitustilojen maanpäällisiä osia Rauman kaupungin puolelle.

**Asemakaavat ja ranta-asemakaavat**

Olkiluodon alueella on voimassa asemakaavat, jotka on vahvistettu vuosina 1974 ja 1997. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen alue on merkitty teollisuus- ja varastorakennuksien korttelialueeksi (T), jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia ja muita voimantuotantoon, -jakeiluun ja -siirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja laitteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu (kuva 8-5). Liiklankarin alue on merkitty puistoksi (P) ja erityisalueeksi (EL). Voimassa olevissa asemakaavoissa ei ole varattu alueita erityisesti loppusijoitustoimintaa varten.

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi 12.12.2005 kaksi asemakaavaa, joilla osoitettiin Olkiluodon kaakkoisosaan energiatuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialue (AS<sub>EN</sub>), toimitilarakennusten korttelialue (KTY), energiatuotantoa palveleva asuntovaunualue (RV-1<sub>EN</sub>), mastoalue (EMT), suojaviheralue (EV), maa- ja metsätalousalue (M) sekä maa- ja metsätalousalue, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY/s).

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.

Olkiluodon ja sen ympäristön kaavoitustilanne on koottu yhdistelmäkarttaan, jossa on esitetty voimassa olevat asemakaavat, ranta-asemakaavat sekä näiden ulkopuolisten alueiden osalta rantayleiskaava. Rauman puolelta tämä kaavakarttayhdistelmä vastaavasti käsittää yhden



Kuva 8-5 Olkiluodon ja Rauman pohjoisten rantojen asemakaavatilanne kaavoitetulla alueella.

asemakaavan sekä muilta osin Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavan.

#### Asemakaavojen muutos

Asemakaavojen luonnoksia valmistellaan sekä Olkiluodon että Rauman puolelle. Luonnokset on tarkoitus saada nähtäville vuoden 2008 aikana.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelman mukaan asemakaavan tavoitteena on varata alue käytetyn ydinpolttolaitoksen loppusijoitustoimintaa varten osayleiskaavan mukaisesti.

## 8.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

### 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 maakuntajajossa 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. Olkiluo-

don 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 merenpinnasta ja Selkänummenharju, joka kohoaa noin 15 metriä meren pinnan yläpuolelle. Olkiluodon maisemarakenteessa on karkeasti jaettuna seuraavanlaisia vyöhykeitä:

- 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 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 voimalaitostoiminnasta kertovat elementit, voimalaitosrakennukset piippuineen, tuulivoimalaitos ja voimajohtot, kohoavat näkyen kauko- maisemassa etäälle. Pohjoisrannan puustoisesta rantavyöhykkeestä erottuu teollisuussatama nostureineen. (Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.)



### Kulttuurihistoria

Olkiluoto on pääosin ollut vielä 1960-luvulla osa Satakunnan merkittävimpiin kulttuurihistoriallisiin rakennuksiin kuuluvan Vuojoen kartanon maita. Olkiluodon keski- ja länsiosat olivat asumaton metsämaastoa, jossa laidunnettiin Vuojoen kartanon hevosia. Itäpuolella oli pienialaisia kalastajatiljoja metsälaitumiseen ja pelto-tilkkuineen, 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 kalastajatiljoja, 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.

Alueella ei ole valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia tai muita kohteita (*Museovirasto 2007*). Muinaismuistoja Olkiluodon alueelta ei ole löydetty (*Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b*).

## 8.3 Ilmasto ja ilmanlaatu

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 (*Ikonen, A.T.K. 2007*). Vallitseva tuulen suunta on lounaasta. Olkiluodon vuotuinen sademäärä vaihtelee 400–700 millimetriin.

Päästöt ilmaan ovat Eurajoella vähäiset. Pienemmistä teollisuuslaitoksista eli pistelähteistä sekä niin sanotuita aluelähteistä (omakotitalot, saunat tms.) 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.

## 8.4 Vesistön kuvaus

Olkiluotoa rajaa pohjoispuolella noin 1,5 kilometriä leveä Eurajoensalmi ja eteläpuolella noin kolme kilometriä pitkä ja 0,7–1,0 kilometrin levyinen Olkiluodonvesi. Olkiluodon-

veden eteläpuolelta alkaa Rauman saaristo. Olkiluodosta länteen on matalaa rannikkoaluetta, jossa on verrattain runsaasti pieniä saaria ja luotoja. Luotovyöhykkeen länsipuolella avautuu Selkämeri.

Olkiluodon merialueen veden laatuun ja ekologiseen tilaan vaikuttavat Selkämeren rannikkovesien yleistila, jokien kuljettamat ravinteet ja muut aineet sekä paikallisesti ydinvoimalaitosyksiköiden jäähdytysvesien aiheuttama veden lämpötilan nousu ja virtausolojen muutokset sekä jäähdytysvesien mukana johdettavien jätevesien ravinnekuorma. (*Kirkkala & Turkki 2005*.)

Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallista ja biologista tarkkailua on tehty vuodesta 1979 alkaen. Tarkkailun tarkoituksena on selvittää Olkiluodon voimalaitosten jäähdytysvesien vaikutuksia ympäröivän merialueen veden laatuun ja käyttökelpoisuuteen sekä biologiseen tuotantoon. (*Turkki 2007*.)

Ympäristön säteilyvalvontaohjelman mukaisissa tutkimuksissa on mitattu Olkiluodon edustan levistä, sedimentoituvasta aineksestä 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. (*Taivainen 2007*.)

Olkiluodon alueella ei ole järviä, jokia tai puroja. Saaren ainoa järvi on kuivunut ojituksen seurauksena. Nykyään Olkiluodon kartassa näkyvä järvi (Korvensuon allas) on tehty 1970-luvulla voimalaitoksen raakavesialtaaksi.

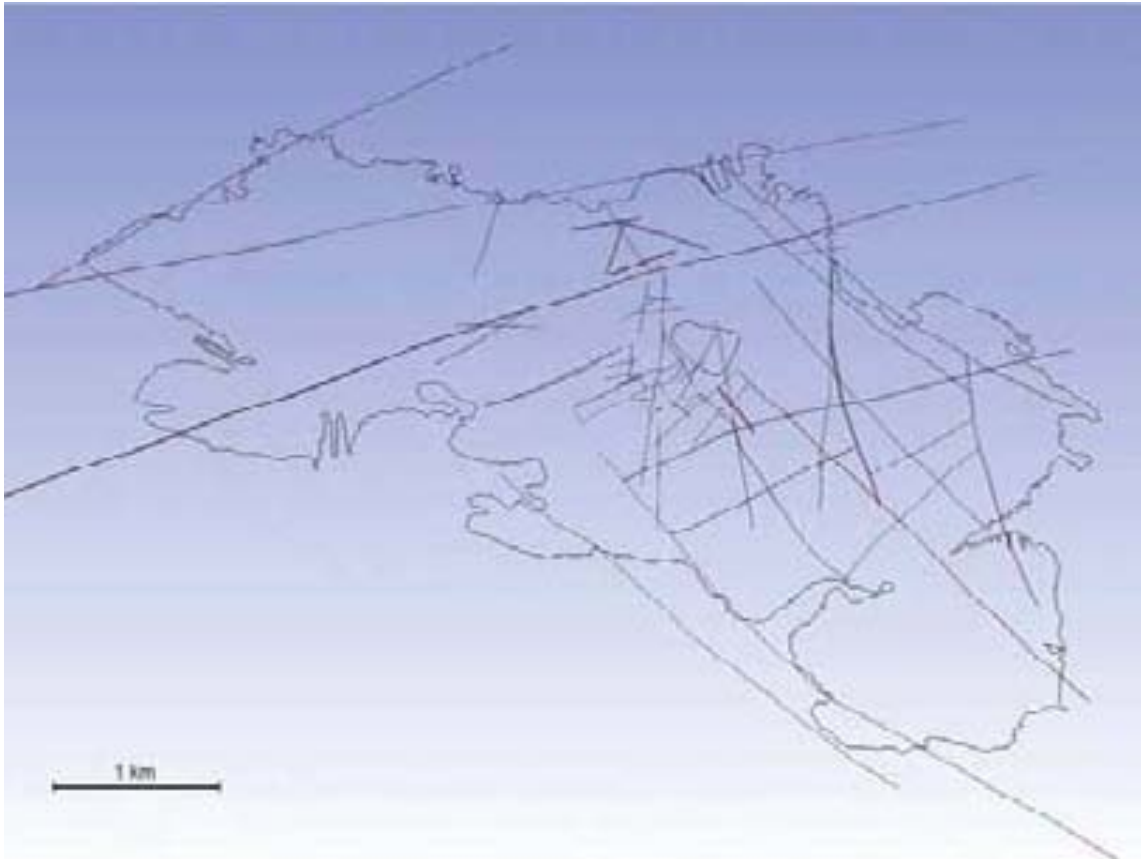
## 8.5 Geologia ja seismologia

### 8.5.1 Maa- ja kallioperä

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelua varten Olkiluodossa on tehty ja tehdään runsaasti kallioperän tutkimusta, kuten kaivantaja, kairauksia ja geofysikaalisia luotauksia. Tutkimuksilla selvitetään kallion ominaisuuksia ja pohjaveden virtausreitit sekä varmistetaan Olkiluodon tutkimusalueen kalliomallega.

Olkiluodon kallioperän pääkivilaji on migmatiitti, kiillegneissistä ja graniitista koostuva seoskivilaji. Kallioperä alueella on noin 1 800–1 900 miljoonaa vuotta vanhaa.

Posivan kallioperätiedot perustuvat pääosin noin 50 kallioon kairattuun syvään kairareikään sekä niissä tehtyihin reikämittauksiin vuosien 1989–2008 aikana. Lisäksi ONKALON rakentamisen aloittamisesta lähtien on kerätty tietoa kallioperän ominaisuuksista kartoittamalla tunnelin seinämät systemaattisesti. Tutkimusten perusteella kallion pintaosa noin 120–140 metrin syvyydelle asti on enemmän rakoillutta kuin syvemmällä oleva kallio. Lisäksi



Kuva 8-6 Olkiluodon saaren alueelle tulkitut kallioperän rikkonaisuusrakenteet.

kallion pintaosien raot ovat yleisesti selvemmin vettä johtavia kuin syvemmällä.

Olkiluodon saari on varsin tasainen eikä suuria korkeuseroja esiinny. Maanpinta on noin viisi metriä merenpinnan yläpuolella. Saaren korkein kohta (Liiklankallio) on noin 18 metriä merenpinnasta. Peruskallion pinnankorkeus 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 muostilassa ja muutokset tulevat jatkumaan 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 orgaani-

nen kerros on tyypillisesti kangashumusta tai turvemultaa. (Tamminen ym. 2007.)

#### **Olkiluodon geologinen malli**

Posiva julkaisi Olkiluodon geologisen paikkamallin alkuvuodesta 2006. Geologisen mallin ilmestymisen jälkeen päivitettiin hydrogeologinen virtausmalli. Myös hydrogeokemiallinen ja kalliomekaaninen malli päivitettiin vuonna 2006. Mainituista malleista laadittiin englanninkielinen koosteraportti (Andersson ym. 2007), joka julkaistiin vuoden 2007 alussa samoin kuin pintaympäristöä koskevien tutkimusten yhteenvedo (Haapanen ym. 2007). Luvussa 9.3.4 esitetyt pohjaveden pinnanmuutosten mallinnusarviot perustuvat vuonna 2008 päivitettyyn hydrogeologisen rakennemalliin.

Ensimmäinen versio Olkiluodon saaren itäisen osan geologisesta mallista on valmistunut ja se raportoidaan Olkiluodon paikankuvauksen Olkiluoto Site Descriptive Model 2008 yhteydessä. Malli perustuu maanpinnalta tehtyihin geofysikaalisiin mittauksiin, koko saaren kattavaan lineamenttitulkintaan ja kahteen itäisellä alueella olevaan kairareikään (OL-KR40 ja OL-KR45). Lineamenttitulkinta tarkoittaa tulkintaa kallioperän topografian ja maanpinta-geofysikaalisten aineistojen perusteella geologisesti jatkuvista piirteistä, kuten kallioperän rikkonaisuusrakenteista,

kivilajiyksiköistä tai kivilajikontakteista. Saaren keskiosan tutkimuksissa on todettu, että Olkiluodon alueella lineamentti vaatii aina varmistuksen joko kairauksella tai maanpintakartoituksella, ennen kuin se voidaan varmasti tulkita esimerkiksi rakenteeksi.

Olkiluodon saaren keskiosaa on tutkittu jo lähes 20 vuotta ja sinne on kairattu noin 50 syvää kairareikää. Niistä saatu tieto voidaan osin siirtää kattamaan myös itäistä aluetta. Esimerkiksi 3D-seismiikan perusteella (Cosma ym. 2008) saaren keskiosasta itään on havaittu noin 20 asteen kulmassa etelä-kaakkoon kaatuvat, vettä johtavat laajalaiset rakenteet (tunnetaan yleisesti nimillä R19, R20 ja R21). Lineamenttitulkinnan mukaan itäisellä alueella esiintyy useita pitkiä pystyjä lineamenttejä, jotka mallissa on tulkittu pystyiksi rakenteiksi. Niiden luonteen selvittämiseksi tarvitaan tulevaisuudessa lisää kairareikiä.

Koko Olkiluodon saaren alueelle tulkittujen uusien rakenteiden maanpintaleikkaus näkyy kuvassa 8-6. Itäisen alueen loppusijoitustilojen suunnittelussa (kuva 3-5) on käytetty kaikkein varmimmin tunnettuja rakenteita, joista on kairareikäläivistys, kaivanto- tai kalliopaljastuma tai useita muita viitteitä esimerkiksi eri geofysikaalisista mitauksista. Muiden rakenteiden olemassaolo ja luonne varmistetaan itäisen alueen kairausohjelman aikana ja malli päivitetään uuden tiedon perusteella viimeistään vuonna 2010.

#### **Hydrologinen malli**

Olkiluodon hydrologinen malli, jonka laatiminen aloitettiin vuonna 2007, käsittelee sekä saturoitumatonta että saturoitunutta veden virtausta maakerroksessa kytkien

pintaosassa tapahtuvan virtauksen kalliopohjaveden virtaukseen. Mallinnuksen lähtötietoihin kuuluvat muun muassa Olkiluodon saaren ojaverkosto (kuva 8-7), maankäyttö- ja kasvillisuustiedot, maakerroksen hydrologiset mittaukset 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. Saaren alueelta tunnistettiin 15 mereen päätyvää valuma-aluetta (kuva 8-7).

Mallinnustulosten mukaan vuosittainen pintavalunta edustaa noin 32 % ja kokonaishaihdunta 56 % sadannasta (Karvonen 2008). Mallin avulla arvioitiin myös kalliopohjavedeksi suotautuvan veden määrää. Tulosten mukaan se on noin 10 millimetriä vuodessa ja vastaa noin 1,7 %:a pitkän ajan keskimääräisestä vuosisadannasta. Mallinnusta on jatkettu vuonna 2008 ottamalla huomioon myös Korvensuon altaan mahdollinen vaikutus virtausolosuhteisiin.

#### **Maankohoaminen**

Tulevan sadan vuoden aikana ei tapahdu merkittäviä maankohoamisesta aiheutuvia vaikutuksia Olkiluodon alueella. Munakarista tulee osa Olkiluotoa ja nykyisen, niitä erottavan salmen kohdalle muodostuu järvi tai kosteikkoalue (kuva 8-8). Olkiluoto yhdistyy mantereeseen niitä nykyisin erottavan kapean salmen kuivuuksa.



Kuva 8-7 Olkiluodon saaren maastonkorkeus (liioiteltu) ja ojaverkosto.



Kuva 8-8 Olkiluodon topografiaa 2050-luvulla.

### 8.5.2 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 vuosittain 10–20. Nämä järitykset ovat suhteellisen heikkoja, suuruusluokaltaan (Richter) 1–4. Vuoden 1965 jälkeen voimakkain 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 (tilastot 1880-luvulta asti; Marcos ym. 2007). Vuosina 1977–2001 lähes puolet kaikista Suomessa havaituista maanjäristyksistä sattui Kuusamon alueella. Suomesta tunnetaan maanjäristyshavaintoja lähes 400 vuoden ajalta. Suomessa esiintyneet maanjäristykset vuosina 1965–2006 on esitetty kuvassa 8-9 (Helsingin yliopisto 2007). Kuvassa 11-2 on esitetty Pohjois-Euroopassa tapahtuneet maanjäristykset vuodesta 1375 asti.

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. Hietaasti 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 (La Pointe & Hermanson 2002, Enescu ym. 2003, Saari 2006, Saari 2008).

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, mittaus-tarpeet. Vuoden 2006 alussa asemaverkkoa on laajennettu neljällä asemalla, joista yksi on sijoitettu maan alle VL-luolaan ja kolme muuta kauemmaksi Olkiluodon saaren ulkopuolelle.

Mikromaanjäritysmittausten avulla pyritään lisäämään tietoa Olkiluodon kallioperän rakenteesta, liikkeistä ja stabiilisuudesta. Tutkimuksen kohteena ovat tektoniset ja louhinnan indusoimat mikromaanjäritykset. Mittaukset ovat myös osa ONKALON ydinsulkuvalvontaa.

Vuonna 2006 Olkiluodon alueelle paikallistettiin raportoidulla ajalla yhteensä 2041 mikromaanjäritystapausta. Havaittujen tapausten magnitudit vaihtelivat välillä  $ML=-1.1$  ja  $ML=3.1$ . Lähes kaikki havainnot olivat räjäytyksiä. Kaksi tapausta voitiin luokitella louhinnan aiheuttamaksi mikromaanjäritykseksi. (Saari & Lakio 2007.)

### 8.5.3 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 vaapa-ajan käytössä. Lähin luokiteltu pohjavesialue sijaitsee Kuivalahdella Eurajoensalmen pohjoispuolella, noin kuusi kilometriä loppusijoituslaitokselta koilliseen.

Kalliossa esiintyvä pohjavesi on makeaa ensimmäisten kymmenien metrien matkalla. Tämän jälkeen esiintyy murtovettä (suolaa 1–10 g/l). Loppusijoitusvyvyydellä, noin -400 metrissä, vesi on suolaista (11–21 g/l). Tämän jälkeen suolapitoisuus lisääntyy syvyyden kasvaessa. Suurin mitattu suolapitoisuusarvo 84 g/l on 860 metrin syvyydellä (Andersson ym. 2007).

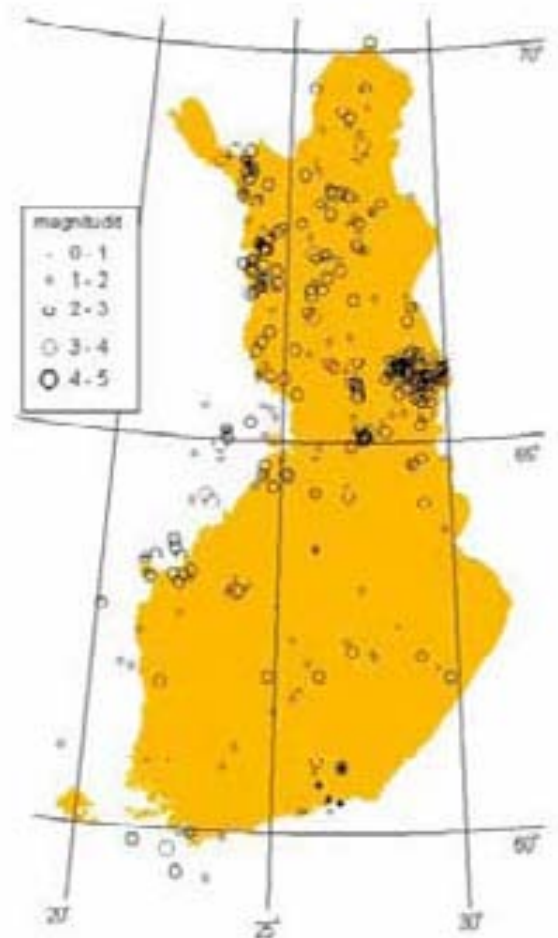
ONKALON rakentaminen vaikuttaa Olkiluodon kallioperässä liikkuvan veden virtausreitteihin ja -nopeuksiin sekä sitä kautta myös veden hydrogeokemiallisiin ominaisuuksiin. Näitä muutoksia havainnoidaan vuonna 2003 kuvatun ONKALON rakentamisen aikaisen monitorointiohjelman puitteissa (Posiva Oy 2003b). 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 (ml. lumi), meriveden pinnankorkeus, pintavalunta, suotautuminen, routa, vuotovedet tunneleissa, tunnelijärjestelmän vesitase ja Korvensuon altaan vesitase.

## 8.6 Kasvillisuus ja eläimistö

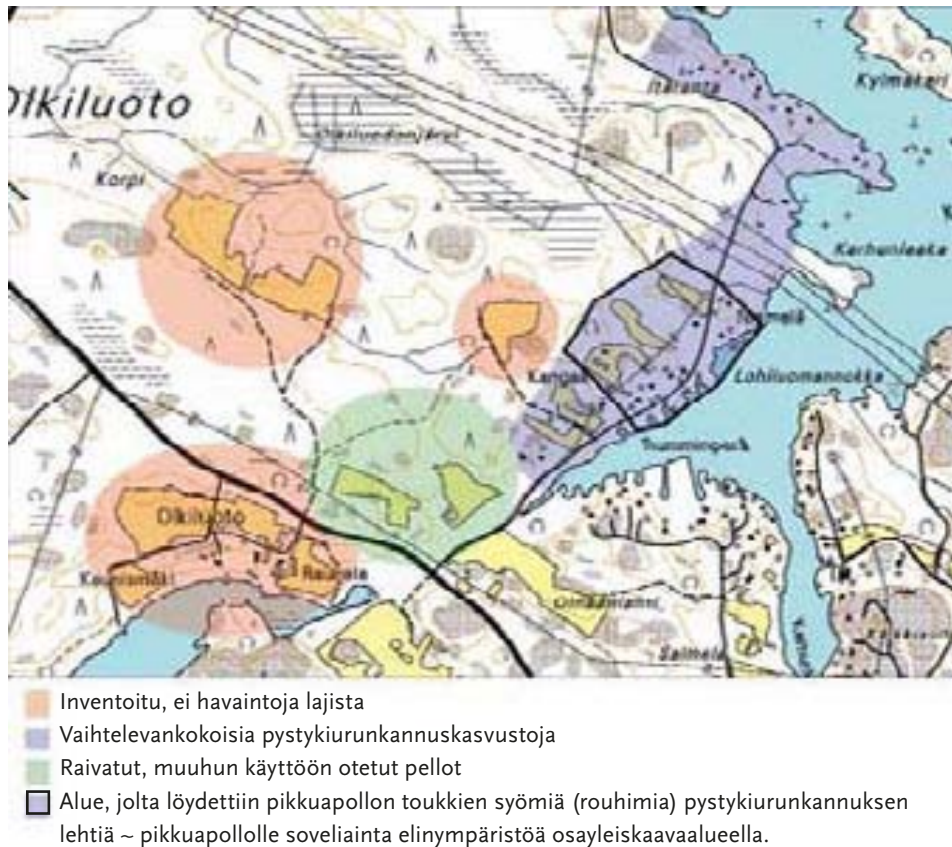
Olkiluoto kuuluu Pohjanlahden rannikkoon, jossa maankohoaminen on nopeaa, noin kuusi millimetriä vuodessa (Eronen ym. 1995). Alavuus ja nopea maankohoaminen aiheuttavat muutoksen kasvillisuudessa elinympäristön muuttuessa. Maankohoamisalueiden soistuvia niittyrautoja reunustaa pensasvyöhyke, joka koostuu lähinnä pajusta, tyrnistä ja myrtistä. Pensaiden ja metsän väliin jää leppävyöhyke, joka Olkiluodon alueella koostuu lähes yksinomaan tervalepistä.

Kasvimaantieteellisessä aluejaossa Olkiluoto kuuluu eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen ja siinä edelleen vuokovyöhykkeeseen, jota luonnehtivat sini- ja valkovuokon kaltaiset vaateliaat metsäkasvit. Alueen rannikkokasvillisuudelle on ominaista 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

Suomen maanjäritykset 1965–2006



Kuva 8-9 Suomen maanjäritykset vuosina 1965–2006 (Helsingin yliopisto 2007).



Kuva 8-10 Pystykiurunkannuskasvustot.

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 lounaissaomalainen 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. (Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Olkiluodon saarella 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 ja tästä määrästä 19 hehtaaria on metsätaloudessa olevia korpia. Nuorten kasvatusmetsien pääpuulaji on mänty, varttuneemmissa metsissä pääpuulaji on 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. (Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Hakkuukypsien metsien osuus kokonaispinta-alasta on 18 %. 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/suosivien putkilokasvien suurempana määränä. Pensaita metsissä on vähän ja valtaosa pensaskerroksesta on alueella kasvavien puulajien taimia sekä katajaa. Alueen metsätaloudessa olevissa metsissä ei pääsääntöisesti myöskään ole lahoppua. (Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Kalliometsille on ominaista luonnontilaisuus. Kaikissa kalliometsissä on avokallioalueita, joilla kasvaa jäkäliä ja matalia varpuja. Myös turvepiteisiä 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. (Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Olkiluodossa on tehty maalinuston linjalaskenta ja vesilintujen pistelaskenta vuonna 1997. Linnustoselvityksen mukaan vesilinnuston yleisin laji on haahka ja harvinaisin Olkiluodossa tavattu laji on lapasotka. Suomessa harvinainen ristisorsa sekä pilkkasiipi ovat pesineet Olkiluodon alueella. Edellä mainittuja havaintoja on luonnehdittu arvokkaiksi, mutta ei poikkeukselliseksi. Olkiluodon saaren vesilinnustollisesti arvokkain osa on alueen pohjoisranta. (Yrjölä 1997.) Saari rajoittuu koilliskulmastaan Eurajoen suiston FINIBA-alueeseen (Finnish Important Bird Areas 120075).

Olkiluoto ei poikkea maalinustoltaan ympäröivistä alueista; lajisto on runsas, mutta harvinaisuuksia ei alueella juurikaan ole. Alueen yleisimmät lajit ovat muun maan tapaan peippo ja pajulintu. 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 soveltuva, sillä Olkiluodon alueella on ohutläpimittaista haapaa erittäin niukasti ja kolopuut alueelta puuttuvat lähes kokonaan. (Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Olkiluodon luotolinnusto on inventoitu kesällä 2007. Alueen linnusto oli Eurajoen merialueelle tyypillistä luotoja merilinnustoa. Arvokkaimmat lajit, jotka inventoinnissa havaittiin, olivat naurulokki (VU), pilkkasiipi sekä merikihu. Lisäksi havaittiin lintudirektiivin liitteen I lajeista alueella pesivinä kalatiira ja lapintiira. (Loikkanen 2007.)

Nisäkkäiden esiintymistiedot Olkiluodon alueella perustuvat aktiiviseen talvella tapahtuvaan jälkihavainnointiin sekä metsästysseuroilta saatuihin tietoihin ja lentolaskentatietoihin. Olkiluodon hirvikannan suuruudeksi on arvioitu 10–15 yksilöä ennen metsästyskauden alkua ja 10 metsästyskauden päätyttyä. Valkohäntäkauriskannan kooksi on arvioitu 10–25 yksilöä ja metsäkauriin 5–20 yksilöä. Populaatiokoot vaihtelevat vuosittain mutta pysyvät vakaina. Muita alueella yleisiä nisäkkäitä ovat supikoira, kettu, minkki, kärppä, hilleri, mäyrä, jänis, rusakko sekä jyrnsijät. Eläimille tärkeimpiä alueita saarella ovat rannikko ja saaren pohjoisosat. (Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.)

Olkiluodon alueella on tehty uhanalaisen (VU, vaarantuneet lajit) ja lain nojalla rauhoitetun pikkuapollon inventointeja keväällä ja kesällä 2007 (Ramboll Oy 2007). Inventointi liittyi Olkiluodon osayleiskaavoitukseen. Pikkuapollo (*Parnassius mnemosyne*) on täysin riippuvainen pystykiurunkannuksesta (*Corydalis solida*), joka on sen toukkien ainoa ravintokasvi. Olkiluodon saaren itä- ja koillisosasta voidaan vuonna 2007 hankitun inventointitiedon, aikaisempien vuosien havaintojen sekä toukkien syönnösjälkien perusteella todeta, että alue mitä toden-

näköisimmin on pikkuapollon elinympäristöä ja että alue on osa suurempaa metapopulaatiota, jonka osa-alueet sijaitsevat Olkiluodon saarella ja sen lähiympäristössä (kuva 8-10). Pikkuapollon kannalta tärkeitä kasvustoja ovat koillisosan paisteiset peltojen reunat ja pihapiirit; pohjoisrannan pihapiireissä kasvavat pystykiurunkannuskasvustot ovat liian kosteita ja varjoisia ollakseen pikkuapollolle soveliasta elinympäristöä. (Ramboll Oy 2007.) Liiklankarin luonnonsuojelualue ei ole eikä tule koskaan olemaan pikkuapollolle soveliasta elinympäristöä, sillä pikkuapollo elelee avoimien peltojen metsäisillä reunoilla lämpimillä paikoilla.

## 8.7 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 luontotyyppiinventointi. Luontodirektiivin liitteen I luontotyypeistä Liiklankarin Natura-alueella esiintyy boreaalisia luonnonsiemeniä. Luontotyyppi kuuluu niin sanottuihin priorisoituihin eli ensisijaisen tärkeisiin suojeltaviin luontotyypeihin. Liiklankarin alueen inventoinnissa todettiin alueella uusia luontotyyppinä 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 sammat, käävät, kovakuoriaiset ja makrosienet. Alueelta ei löytynyt luontodirektiivin liitteen II lajeja, valtakunnallisesti tai alueellisesti uhanalaisia lajeja eikä silmälläpidettäviä lajeja. Borealisen metsän indikaattorilajeista alueelta löytyi kaksi aarnisammalen esiintymää. Alueella tehtiin yksi havainto silmälläpidettävästä (NT) ruostekäävästä. Muita huomionarvoisia kääväkkäitä olivat oravuotikka, punahäivekääpä, kuusenkääpä, aarnikääpä, riukukääpä ja ruskohaprakääpä. Huomionarvoisista makrosienilajeista alueella tavattiin isovoirouskua. Aikaisemmin alueella on tavattu lisäksi lakkakääpä. (Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006b.)

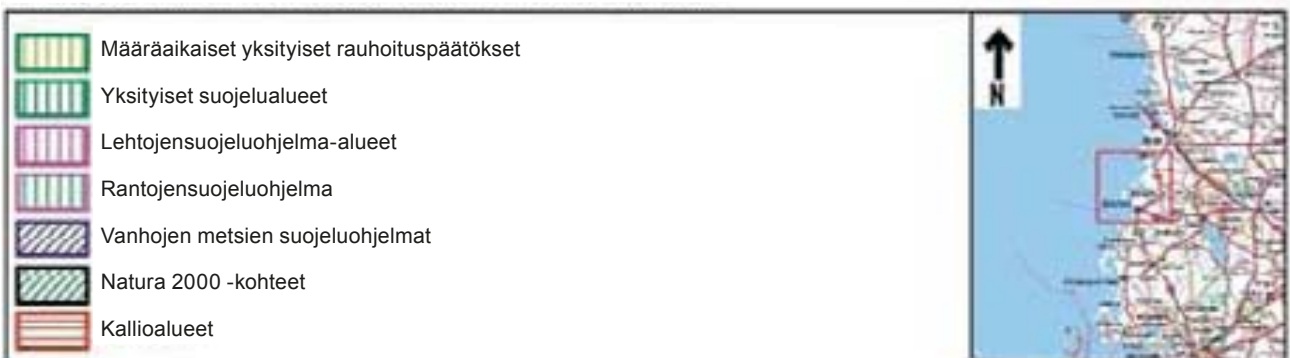
Rauman saariston (Flo200073) Natura 2000 -verkkoon kuuluva alue sijaitsee Olkiluodon saaren edustan merialueella. Kohde on sisällytetty Natura 2000 -verkos-



Mittakaava 1:200 000

Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk

Nurkkapisteen koordinaatit: 6786820:3183999-6823420:3222799



Kuva 8-11 Olkiluodon ympäristön suojelukohteet ja -alueet.



toon SCI-alueena (Sites of Community Importance, luontodirektiivin perusteella Natura 2000 -verkostossa). Alueen pinta-ala on 5350 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 avomerensuonissa. Alue on edustava saaristo- ja maisemakokonaisuus. Sillä on merkitystä elämistön lisääntymisalueena ja muuttolintujen levähdyspaikkana. Olkiluodon ympäristön suojeluohjeet ja -alueet on esitetty kuvassa 8-11.

Maakunnallista suojeluarvoa on sisäsaariston Omenapuumaan luonnonsuojelualueella ja Särkänhuivin niemellä. Omenapuumaan 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 laitosat, varsinkin eteläranta, ovat rehevää rantalehtoa. Keskosassakin 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 lehtokieli on runsas. Harvinaisuutena alueella kasvaa kevätesikko ehkä pohjoisimmalla kasvupaikallaan. Särkänhuivin matala, kapea, pitkälle työntyvä kaareva niemi on Irijanteenharjun 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.

Muita arvokkaita luontokohteita Olkiluodon läheisyydessä ovat muun muassa Pyrekarit ja Kaunissaari, joilla on valtakunnallista suojeluarvoa. Pyrekarit sijaitsevat noin neljän kilometrin päässä loppusijoituslaitosalueelta Olkiluodon pohjoispuolella. Pyrekarit ovat kivikkoisia, pieniä ulkuluotoja, joilla esiintyy uhanalaisia kasvilajeja. Ne toimivat myös opetuskohteina. Olkiluodon saaren itäpuolella sijaitseva Kaunissaari on kulttuurihistoriallinen alue.

Kalattilan lehdolla on paikallista suojeluarvoa. Kalattilan lehdossa on omaleimainen, Rauman pohjoiselle saaristolle tyypillinen, rehevä lehtokasvillisuus (*Satakuntaliitto 1996*).

## 8.8 Ihmiset ja yhteisöt Olkiluodon ympäristössä

Olkiluodon saarella on hyvin vähän asutusta. Lähin talo sijaitsee noin kilometrin päässä loppusijoituslaitoksesta Kornamaan saarella. Pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja Olkiluodon saarella, Ilavaisten kylää lukuun ottamatta, on kolme. Ilavaisten kylä käsittää saaren itäosimman osan ja siellä on useita pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja.

Saarella sekä läheisillä rannikkoalueilla ja saarilla on runsaasti loma-asutusta. Olkiluodon saarella sijaitsee noin 30 lomakiinteistöä ja ne sijaitsevat saaren itäosassa. 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 saarella. Etelä-lounas-sektorilla sijaitsevista loma-asunnoista lähimmät ovat Leppäkartan saarella.

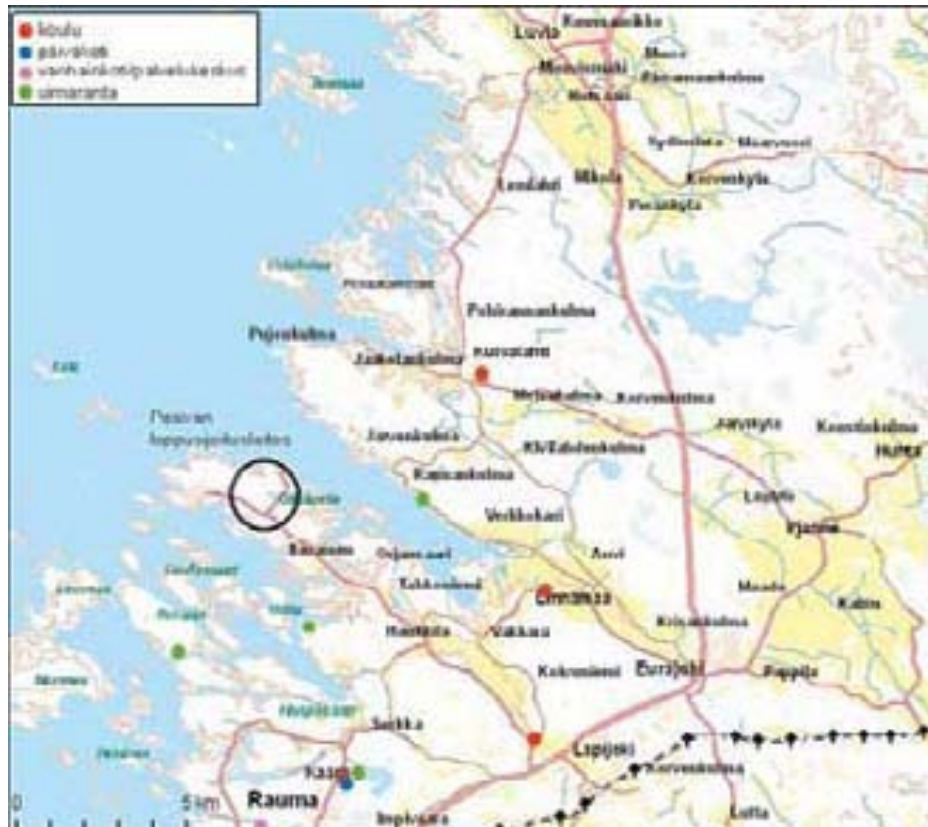
Eurajoen kunnan asukasluku oli vuonna 2006 runsaat 5800. Vuosien 1960 ja 2006 välillä asukasluku on vaihdellut välillä 5200–6200 (*Ollikainen & Rimpiläinen 1997, Tilastokeskus 2007*). Vuonna 2004 yli puolet kunnan työvoimasta työllistyi palveluelinkeinoista, alle 40 % jalostuksesta ja alle 10 % perustuotannosta. Kunnan suurin työnantaja on TVO.

Loppusijoituslaitoksesta noin 10 kilometrin säteellä sijaitsee neljä koulua. Koulut ovat alakouluja. Loppusijoitusalueen läheisyydessä sijaitsevat koulut, päiväkodit, vanhainkodit ja palvelukeskukset sekä uimarannat on esitetty kuvassa 8-12.

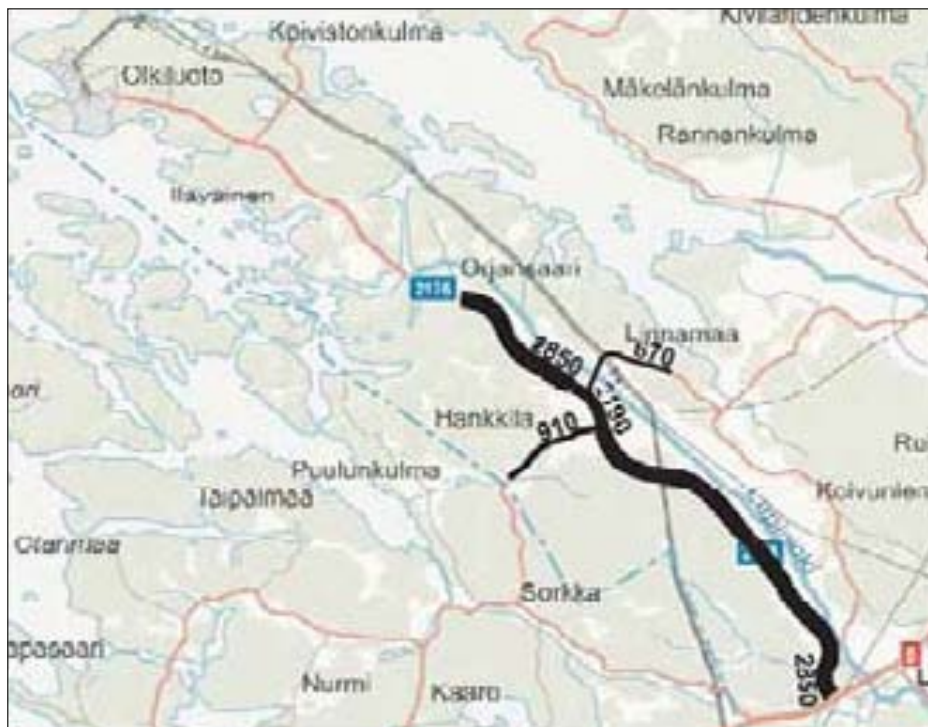
## 8.9 Liikenne

Eurajoen kirkonkylä sijaitsee valtatie 8:n varrella Rauman ja Porin välissä. Olkiluotoon johtava Olkiluodontie (yhdistie 2176 Lapijoki–Olkiluoto) erkanelee 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 vuoden 2007 tilanteessa lasketut keskimääräiset liikennemäärät (ajoneuvoa vuorokaudessa) on esitetty kuvassa 8-13.

Olkiluodon liikennemäärät vaihtelevat hyvin voimakkaasti suurten rakennushankkeiden ja voimalaitoksen vuosihoitojen johdosta. Vuonna 2007 Olkiluotoon johtava



Kuva 8-12 Loppusijoituslaitoksesta noin kymmenen kilometrin etäisyydellä sijaitsevat koulut, päiväkodit, vanhainkodit ja palvelukeskukset sekä uimarannat.



Kuva 8-13 Olkiluotoon johtavat tiet ja elo-syyskuussa 2007 lasketut liikennemäärät (ajoneuvoa vuorokaudessa) (Ramboll Finland Oy 2008).



liikenne on ollut normaalia vilkkaampaa OL3:n ja ONKALON rakennustyömaiden aiheuttaman liikenteen vuoksi. Olkiluodontien vilkkaat tieosuudet on heti valtatie 8:n liittymästä noin kilometri Olkiluodon suuntaan. Olkiluodontien mitattu keskimääräinen vuorokausiliikenne vuoden 2007 elo-syyskuun vaihteessa kahden viikon mittausjakson aikana oli keskimäärin 2 850 ajoneuvoa vuorokaudessa (Ramboll Finland Oy 2008). Suurin osuus liikenteestä on työmatkaliikennettä.

Sorkasta Hankkilaan kulkevan maantien (12766) vuoden 2007 elo-syyskuussa mitattu liikennemäärä oli keskimäärin 910 ajoneuvoa vuorokaudessa ja Linnamaalta Hankkilaan ja Olkiluodontielle kulkevan maantien (12771) liikennemäärä oli keskimäärin 670 ajoneuvoa vuorokaudessa (Ramboll Finland Oy 2008). Vuonna 2007 valtatiellä 8 Rauman ja Eurajoen välillä kulki keskimäärin 10 440 ajoneuvoa vuorokaudessa. Eurajoen ja Luvian välillä kulki keskimäärin 5 790 ajoneuvoa vuorokaudessa. (Tiehallinto 2007.)

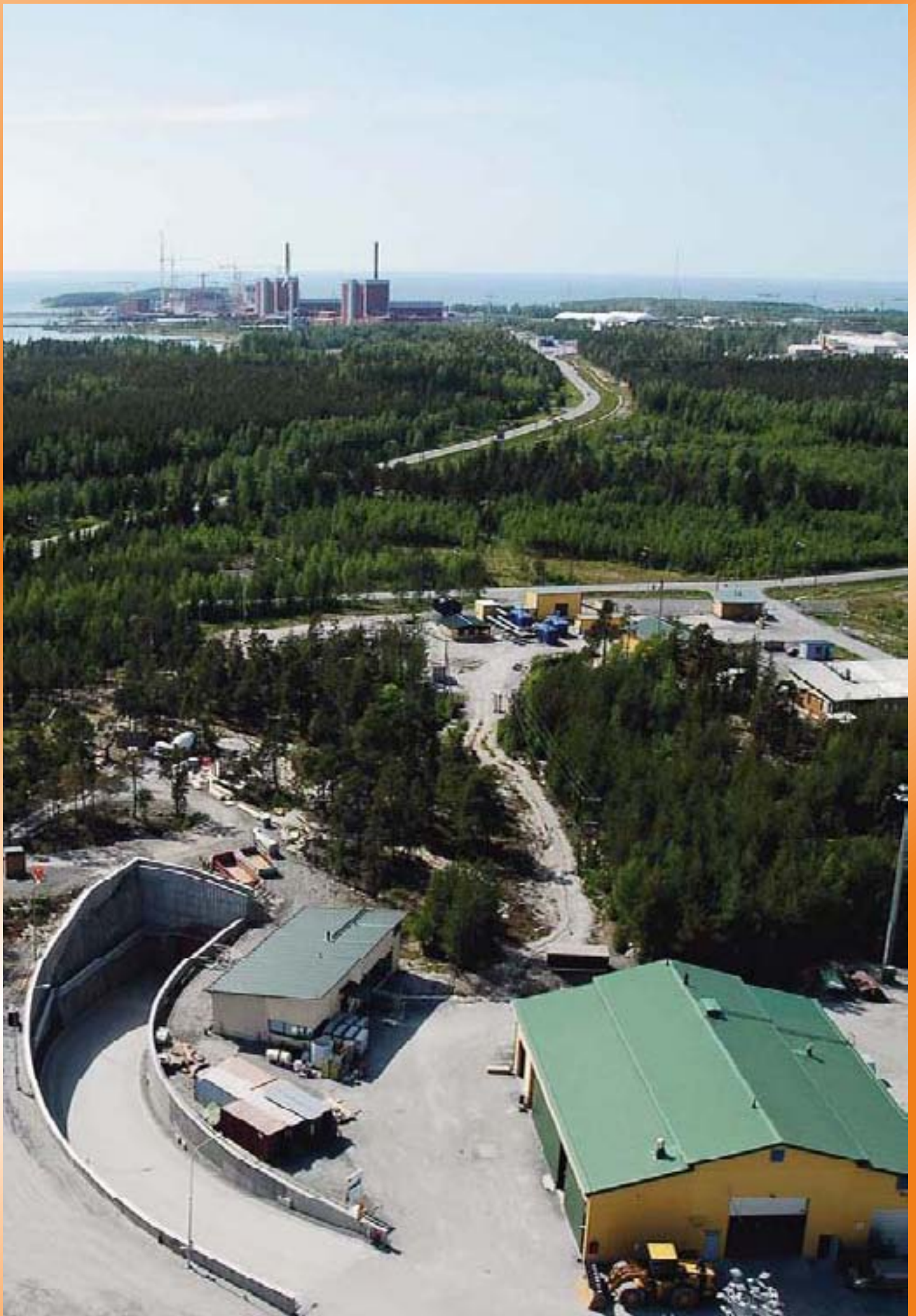
### 8.10 Melu

Olkiluodon alueella melutasoon vaikuttavat Posivan ONKALO-työmaa, TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt OL1 ja OL2, rakenteilla olevan voimalaitosyksikön OL3:n rakennustyömaa, TVO:n tuulivoimalaitos, satama ja Fingrid

Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos. Olkiluodon melua on selvitetty mittauksin ja laskennallisesti vuosina 2005, 2006 ja 2007.

Olkiluodon lähisaarissa tehtyjen melumittausten tulokset vaihtelivat välillä LAeq 42–46 dB. Mittaukset tehtiin päiväaikana OL3:n 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 OL3:n 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 OL3-yksikön 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).



# 9 Rakentamisen ja käyttötoiminnan ympäristövaikutukset

## 9.1 Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset

Olkiluodon nykyisellä voimalaitosalueella on entuudestaan ydinvoimatuotantoon tarvittava infrastruktuuri. 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.

### 9.1.1 Liikennemäärät

Olkiluodon liikennemäärät vaihtelevat voimakkaasti ydinvoimalaitosalueen suurien rakennus- ja huoltotöiden mukaisesti. Työmatkat muodostavat pääosan Olkiluodon suuntautuvasta liikenteestä. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käyttötoiminnan raskas liikenne koostuu muun muassa huolto-, rakennusmateriaali-, laite-, louhe-, bento- niitti-, polttoaine- ja kapselikuljetuksista.

Olkiluodon osayleiskaavan liikenne-ennusteessa (Ramboll Finland Oy 2008) tarkasteltiin nykytilannetta, kun OL1 ja OL2 ovat käytössä sekä OL3 ja Posivan maanalainen

tutkimustila ONKALO ovat rakenteilla. Tulevaisuuden osalta tarkasteltiin liikennettä vuonna 2015, jolloin loppusijoituslaitos on rakenteilla. Lisäksi liikenne-ennusteen ajankohdaksi valittiin vuosi 2020, jolloin loppusijoituslaitos ja TVO:n neljä ydinvoimalaitosyksikköä ovat käytössä. Liikenne-ennusteen yhteydessä esitetyt liikennemäärät nykytilanteessa vuonna 2007 sekä ennustevuosina 2015 ja 2020 on esitetty kuvassa 9-1.

Toimintavaiheen aikana 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 2000 ajoneuvoa/vrk) on noin 5 %. Mikäli loppusijoitustoiminta ei aiheuta vuosihuollon aikana ylimääräistä liikennettä, vuoden 2020 liikenne-ennusteesta ydinvoimalaitosten vuosihuollon aikana (yhteensä 4500 ajoneuvoa/vrk) Posivan osuus on 2–3 %.

Liikenteen vaikutukset keskittyvät tieosuuksille Olkiluodosta valtatielle 8 sekä Rauman keskustaan. Posivan



Kuva 9-1 Olkiluodon liikenne-ennuste. Kuvassa on esitetty liikennemäärät vuoden 2007 tilanteessa sekä ennustevuosina 2015 ja 2020 (Ramboll Finland Oy 2008).

loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne on vähäistä (noin 5 % kokonaisliikennemäärästä) eikä sillä ole suurta vaikutusta liikennemääriin ja niistä aiheutuviin vaikutuksiin. Loppusijoitustilojen laajentaminen ei vaikuta liikennemääriin vuorokausitasolla.

### 9.1.2 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutukset ja kuljetuksiin liittyvät riskit

Loppusijoituslaitokselle tuodaan käytettyä ydinpolttoainetta Olkiluodon ydinvoimalaitoksen lisäksi myös Loviisan ydinvoimalaitokselta. Loviisan polttoaineiden kuljetus Olkiluotoon on suunniteltu tapahtuvan maantiekuljetuksena, mutta vaihtoehtoisina kuljetustapoina on tarkasteltu myös rautatie- ja merikuljetusta sekä näiden yhdistelmiä. Polttoainekuljetusten määrä riippuu polttoaineen määrästä, polttoainetyypistä, palamasta, jäähtymisajasta ja kuljetussäiliön koosta. Enimmillään vuodessa on kymmenen kuljetusta.

Loppusijoituslaitoksen laajentaminen tarkoittaa kuljetusten kannalta sitä, että toiminta jatkuu vastaavana kuin aiemminkin, mutta kuljetukset jatkuvat aiempaa pidemmän ajan. Kaikissa eri kuljetustapavaihtoehdoissa pakokaasupäästöistä aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat kuljetusten pienestä määrästä johtuen merkityksettömät.

Eri kuljetusvaihtoehdoille on suoritettu kuljetusriski-tarkastelu (*Suolanen ym. 2004*), jossa on selvitetty terveysriskit, jotka aiheutuvat Loviisan ydinvoimalaitokselta Olkiluodon loppusijoituslaitokselle tapahtuvista kuljetuksista (sekä normaalikuljetukset että häiriö- ja onnettomuustilanteet). Tarkastellut reitit olivat maantie-, rautatie- tai merireittejä tai näiden yhdistelmiä.

#### **Normaalikuljetukset**

Tarkastelussa on käytetty mittaustuloksiin pohjautuvaa todellista yhden metrin etäisyydellä säiliön ulkopinnasta vallitsevaa säteilyn annostasoa 0,03 mSv/tunti. Mittaus on tehty 3–4 vuotta jäähtyneelle käytetylle polttoaineelle, joten annosnopeus ja edelleen sen perusteella lasketut annokset ovat konservatiivisia pitkään jäähtyneen käytetyn polttoaineen osalta.

Normaalikuljetuksissa säteilyn vaikutusalue ulottuu käytännössä enintään noin 300 metrin etäisyydelle reitistä. Käytetyn polttoaineen kuljetussäiliön seinämän lävitse aiheuttama säteilyannosnopeus ympäristössä on viimeistään noin 30 metrin etäisyydellä säiliöstä samalla tasolla kuin mikä luonnossa normaalistikin esiintyy.

Väestön eniten altistuvan henkilön saama säteilyannos normaalikuljetuksista vuoden aikana oli 0,0009 mSv, kun hänen oletettiin oleskelevan kymmenen metrin etäisyydellä säiliöstä yhteensä kaksi tuntia.

Normaalikuljetuksista (30 tU/vuosi) väestölle aiheutuva suurin annos tarkastelluilla reiteillä oli 0,00027 manSv/vuosi, kuljetushenkilöstölle 0,00089 manSv/vuosi ja säiliöiden käsittelijöille 0,0028 manSv/vuosi. Yleisesti voidaan todeta, että maantiereitit aiheuttivat suurimman ja merireitit pienimmän väestöannoksen. Työntekijöille aiheutui kuljetuksista suurempi säteilyannos kuin väestölle, koska kuljetushenkilöstö ja säiliöiden käsittelijät ovat lähempänä säiliöitä kuljetustoimintojen aikana.

#### **Kuljetusten häiriö- ja onnettomuustilanteet**

Kuljetuksen häiriötapaussena on tarkasteltu tapausta, jossa polttoainekuljetus joutuu pysähtymään reitillä tavallista pidemmäksi ajaksi. Pysähtymispaikan lähiympäristöön saattaa tällöin kerääntyä ihmisiä, jotka siten altistuvat säiliöstä tulevalle säteilylle.

Häiriötilanteessa, jossa kuljetus joutuu pysähtymään tavanomaista pidemmäksi ajaksi, säiliön lähettyvillä oleskelevalle 50 henkilön ryhmälle aiheutuisi noin 0,0002 manSv:n annos kahdeksan tunnin kuluessa. Säiliön ulkopinnalle välivarastossa jääneiden radioaktiivisten aineiden (aktiivisuus 10 000 Bq) irtoaminen kuljetuksen aikana aiheuttaisi eniten altistuvalla henkilöllä annoksen, joka on noin 10 % vuotuisesta taustasäteilyn aiheuttamasta annoksesta, vaikka kaikki säiliön ulkopinnalla olevat radionuklidit joutuisivat hengitysilmään.

Onnettomuustilanteissa on mahdollista, että kuljetussäiliö menettää tiiveytensä, kuljetusastian sisällä olevat polttoainepipit vaurioituvat ja osa kuljetussäiliön sisältämistä radioaktiivisista aineista vapautuu ympäristöön. Kuljetussäiliö on suunniteltu ja valmistettu siten, että tiiveyden menetyksen todennäköisyys on hyvin pieni. Mahdollisia onnettomuuksia ovat törmäys kiinteään esteeseen, tulipalo (kuten törmäys palavia nesteitä kuljettavaan ajoneuvoon ja laivapalo), tahallinen vahingonteko ynnä muut sellaiset.

Yksittäisiä päästöjä aiheuttavasta törmäysonnettomuudesta aiheutuisi yksilölle neutraalissa säätyypissä yhden kilometrin etäisyydellä enintään  $2 \cdot 10^{-9}$  Sv suuruinen vuosiansa. Tulipalon vaikutuksesta päästön alkukorkeus on suurempi ja suurin annos aiheutuu noin kilometrin etäisyydellä säiliöstä. Ilman tulipaloa säteilyaltistus on suurimmillaan säiliön välittömässä läheisyydessä.

Kuvitelluissa vakavissakaan säiliön 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  $7 \cdot 10^{-14}$  manSv/vuosi ja maantiereiteillä  $4 \cdot 10^{-13}$  manSv/vuosi. Junareittien maantiereittejä alhaisempi annosten odotusarvo johtuu muun muassa pienemmästä matkustajien ja muun väestön määrästä reitillä kuljetusten aikana.

#### ***Yhteenveto kuljetusten vaikutuksista***

Normaalikuljetusten aiheuttama vakavien syöpätapausten riski oli tarkastelluilla reiteillä pienempi kuin 0,00007/vuosi ja onnettomuuksien osalta odotusarvo oli vielä alhaisempi. Tämä tarkoittaa, että kuljetuksista ei ole odotettavissa yhtään syöpäkuolemaa. Kuljetushenkilöstölle ja säiliöiden käsittelijöille säteilyannoksista aiheutuva terveysriski oli noin kymmenkertainen väestöön verrattuna. Käytetyn polttoaineen kuljetuksiin liittyvä säteilystä aiheutuva riski oli noin kymmenen kertaa pienempi kuin liikenneonnettomuuksista aiheutuva kuljetusten tavanomainen riski.

## **9.2 Vaikutukset maankäyttöön, kulttuuriperintöön, maisemaan, rakennuksiin ja rakenteisiin**

### ***Vaikutukset maankäyttöön***

Olkiluodon alue on ollut lähes 30 vuoden ajan ydinvoimalaitoskäytössä ja se on osoittautunut hyvin tarkoitukseen soveltuvaksi sijaintipaikaksi. Loppusijoituslaitoksen maanpäällinen osa sijaitsee Olkiluodon saaren keskiosassa. Loppusijoituslaitoksen sijaintipaikan maankäyttö on sopusoinnussa Olkiluodon saaren muun maankäytön kanssa ja loppusijoituslaitos tukeutuu hyvin jo olemassa olevaan Olkiluodon infrastruktuuriin. Loppusijoituslaitos voi käyttää hyväkseen nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden

käyttöä tukevia toimintoja sekä niitä varten rakennettuja tiloja ja rakennelmia. Laitoksen tarvitsema ulkopuolinen infrastruktuuri muodostuu liikenneyhteyksistä. Tämä infrastruktuuri on jo nyt pääosin olemassa ONKALON rakentamisen ansiosta.

Osayleiskaavassa varataan alueet loppusijoituksen maanpäällisille toiminnoille. Alueelle saa rakentaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergiain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Ne käsittävät maanalaisiin loppusijoitustiloihin johtavia sisäänkäyntirakennuksia ja -rakennelmia ja kapselointilaitoksia sekä niihin liittyviä aputiloja.

Lisäksi osayleiskaavassa määritellään alue loppusijoituksen maanalaisille toiminnoille ja muodostetaan sen suojavyöhyke. Alueen kallioperään saa toteuttaa korkea-aktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksen ydinenergiain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Alueen laajuus määräytyy loppusijoituksen kannalta edullisimman kallion esiintymisen perusteella loppusijoitusyvytydellä.

Kallioperän louhimisessa ja poraamisessa on huomiotava, että alue on loppusijoituslaitoksen suojavyöhykettä. Ennen kallioperän louhimista ja poraamista on kuultava loppusijoitustoimintaa harjoittavaa tahoa.

Laitosalue on voimassa olevassa asemakaavassa osoitettu alueeksi, jolle kaavamerkinnän mukaan saa rakentaa voimantuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja ja laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu.

Loppusijoituslaitoksen normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt tai onnettomuudet eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle maanpäällisen laitosalueen ulkopuolella. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä



varaudutaan kuitenkin vakavan onnettomuuden mahdollisuuteen laatimalla lähialueiden käyttöä ja väestön suoje-  
lua koskevia suunnitelmia. Loppusijoituslaitoksen kohdal-  
ta tarvittavissa valmius- ja turvajärjestelyissä tukeudutaan  
näihin järjestelyihin.

Loppusijoituslaitoksen sulkemisluvan myöntämisen  
yhteydessä voidaan asettaa maankäytön rajoituksia, jotka  
merkitään asianomaisiin rekistereihin (YEL 990/1987). Ra-  
joitukset voivat koskea esimerkiksi kairaus- tai maankai-  
vuutoimintaa alueella. Samassa yhteydessä tulee päättää,  
millaisia rajoituksia vaatimus loppusijoitustilan avattavuus-  
desta asettaa maankäytölle esimerkiksi loppusijoitustilan  
merkitsemisen osalta.

#### ***Vaikutukset rakennuksiin, rakenteisiin ja maisemaan***

Maanpäällä sijaitsevat kapselointilaitoksen lisäksi tilat apu-  
ja oheistoimintoja varten. Näitä ovat esimerkiksi kuilu-  
rakennukset, konttori- ja laboratoriotilat, varasto- ja kor-  
jaamotilat sekä LVIS-järjestelmien vaatimat tilat. Louheen  
ja murskeen varastoinnille sekä tarvittaville työmaatoimin-  
noille varataan omat alueensa. Maanpinnalta alas loppu-  
sijoitustiloihin johtaa ajotunneli sekä tarvittava määrä pys-  
tykuiluja 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 varastokent-  
tä Olkiluodon satamasta tulevan tien varteen. Varastoalue-  
ella on tilaa sadalle kontille. Kaukolämpöjohdot sekä put-

kiverkko talousvedelle kulkevat kaivannoissa laitosalueella  
pääasiassa tielinjoja pitkin. Muita putkiverkkoja ovat pe-  
rusvesiviemäröinnin putkiverkko sekä sadevesiviemäröin-  
tiverkko. Kaapeleille rakennetaan omat kaivantonsa.

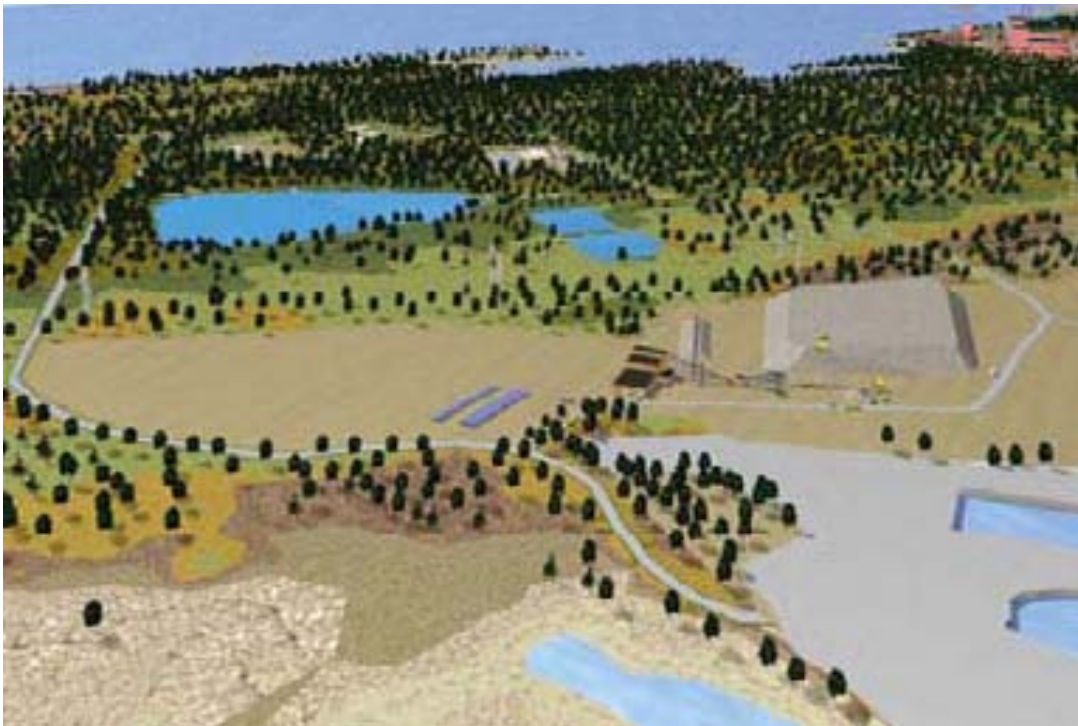
Laitosalueelle toteutetut ja suunnitellut rakennukset  
on esitetty kuvassa 3-1. Kuusikerroksiseksi suunniteltu  
kapselointilaitos on näistä keskeisin. Kerroksista kolme on  
maanpäällisiä ja rakennuksen korkeus on noin 15 metriä.  
Kapselointilaitos erotetaan aidalla muusta laitosalueesta.

Kuvassa 9-2 on esitetty Olkiluodon loppusijoituslai-  
tosalue ympäristöineen mereltä pohjoisesta katsottuna.  
Tästä suunnasta näkymää hallitsee louhekenttä. Lou-  
heenmurskausasema ja murskevarasto ovat louhekentän  
vieressä. Täyteaineen valmistuslaitos on murskevaras-  
ton vieressä. Louhekentän vasemmalla puolella sijaitsee  
bentoniittikonttien varastokenttä. Pohjoisrannan satama  
ja telakka-alue säilynevät myös tulevaisuudessa ja niiden  
vaikutus maisemaan on merkittävä. Olkiluodon länsiosan  
maisemaa hallitsevat nykyiset voimalaitokset.

Loppusijoituslaitoksen maisemavaikutukset jäävät vä-  
häisiksi. Vaikutusta voidaan edelleen lieventää jättämällä  
riittävän tiheä puusto loppusijoituslaitosalueen ja kuilura-  
kennusten ympärille.

#### ***Vaikutukset kulttuuriperintöön***

Loppusijoitusalueella ei ole valtakunnallisesti tai maakun-  
nallisesti arvokkaita kulttuurihistoriallisia rakennuksia tai  
muita kohteita. Olkiluodon alueelta ei ole löydetty mui-  
naismuistoja.



Kuva 9-2 Havainnekuva Olkiluodon loppusijoituslaitosalueesta ympäristöineen.



## 9.3 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

### 9.3.1 Maanpäälliset rakenteet

Rakennusvaiheessa kalliota louhitaan maanpinnalla muutamana kuukauden ajan. Tämä pintalouhinta tehdään rakennuksia, teitä ja pihvoja rakennettaessa. Näistä jo suurin osa on tehty ONKALOA varten. Jatkossa myös kapselointilaitoksen pohjan louhinnasta tuleva kiviaines sijoitetaan läjitysalueelle.

Loppusijoitustilojen laajentaminen voi edellyttää ilmanvaihdon ja poistumisteiden järjestämiseksi uusien pystykuilujen rakentamista nykyisen laitosalueen ulkopuolelle. Pystykuilun kohdalle tulotisiin rakentamaan noin 20 m<sup>2</sup>:n suuruinen rakennus, joka erotetaan aidalla ympäristöstään. Kuilut tehdään nousuporaustekniikalla, joten maanpäällistä rakentamista ei juurikaan tule niiden vuoksi.

Muut maanpäälliset rakennukset on rakennettu jo ennen loppusijoituksen aloittamista.

### 9.3.2 Maanalaisen loppusijoituslaitoksen vaikutus kallioperään

Maanalaisen laitoksen tarvitsema pinta-ala, kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 6 500 uraanitonniä, on noin 150 hehtaaria. Kun loppusijoitettava polttoainemäärä on 9 000 uraanitonniä, pinta-ala on noin 190 hehtaaria. Loppusijoitustilojen laajentaminen 9 000 uraanitonniästä

12 000 uraanitonniin kasvattaa loppusijoituksen tarvitsemaa pinta-alaä noin 50 hehtaarella. Maanalaisten tunnelien pituus kasvaa puolestaan 82 000 metristä 104 000 metriin.

Loppusijoitustilojen louhintatyöt loppusijoitusreikiä ja kuiluja lukuun ottamatta suunnitellaan tehtäväksi poraus-räjätys-menetelmällä. Louhinnan suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota louhintajälkeen ja louhinnan vaikutukseen tunneliteitä ympäröivään kallioon. Sallittava ylilouhintatoleranssi pidetään pienenä, jottei turhaan kasvateta myöhemmin täytettävää tilavuutta. Tunneliteitä louhittaessa voidaan tunnelin pohjaosa louhia erikseen, jolloin vaikutus lattian ja seinien alaosien kallioon jää pienemmäksi.

Louhinnassa käytettävä poraus-räjätys-menetelmä koostuu useista eri välivaiheista. Tunnelin perään porataan ensin yhden katkon irrottamiseen tarvittavat louhintareivät. 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 louhintareikiä poraus. Injektointi- ja lujitustöitä tehdään tarvittaessa eri vaiheiden välissä. Louhintatyön saattavat keskeyttää myös erilaiset kartoitukset ja tutkimukset.

Loppusijoitustunnelien lattiaan tehtävät loppusijoitusreivät 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 jo ONKALON rakennusvaiheessa. Tällöin toteutetaan 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 sijoitustunneleiden ja keskustunneleiden 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 polttoaineerän 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 jätekapselien määrään. Kapselien lähialueen lämpötilan ei kuitenkaan oleteta olevan erityisen herkkä loppusijoitustiloihin sijoitettujen kapseleiden kokonaisuuden suhteen, koska kapselit sijoitetaan joka tapauksessa toisistaan erilleen siten, että liiallinen lämpötilan nousu vältetään.

Käytetyn polttoaineen jälkilämpö aiheuttaa kallion laajentumista. Sekä elementtimenetelmällä että analyytisesti on laskettu maanpinnan kohoavan loppusijoitustilan keskikohdalla enimmillään noin seitsemän senttimetriä runsaan tuhannen vuoden kuluttua. (Ikonen, K. 2007.)

### **9.3.3 Syntyvän louheen ja muun kiviaineksen määrä**

Loppusijoitettavan polttoainemäärän lisääntyminen 9 000 uraanitonniin 12 000 uraanitonniin kasvattaa louheen määrää noin 410 000 m<sup>3</sup> ja louheen kokonaistuoton noin 1 670 000 m<sup>3</sup>:stä noin 2 080 000 m<sup>3</sup>:iin. Louhemäärä on noin 1 450 000 m<sup>3</sup>, jos polttoainemäärä on 6 500 uraanitonniä. Louhetta syntyy vuosittain keskimäärin noin 20 000 m<sup>3</sup>.

Maanalaisesta loppusijoitustilasta ylös tuotu kiviaines varastoidaan Olkiluodossa sijaitsevaan louheumaan. Louhe voidaan tarvittaessa murskata siten, että siitä saadaan sopivaa materiaalia loppusijoitustilojen täyteaineeksi. Kaikkea louhetta ei tarvita maanalaisten tilojen täyttömateriaa-

liksi, 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 kalliota tarvitaan vähemmän kuin pystysijoitusratkaisussa. Vaakasijoitusratkaisussa vastaavia loppusijoitustunneleita ei tarvitse louhia, vaan ne porataan täysporausmenetelmällä. Näin syntynyt murskaantunut kiviaines kuljetetaan louheen tapaan maanpinnalle ja läjitetään. Aineesta 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 kaatopaikalle. Läjitysalueen vedet kerätään tasaus-, selkeytys- ja tarkkailualtaaseen, josta ne johdetaan mittaus- ja tarkkailukaivon kautta purkuojaan. Vedet eivät aiheuta merkittäviä ympäristövaikutuksia.

### **9.3.4 Vaikutukset pohjavesiin**

ONKALON ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaikuttaa Olkiluodon kallioperässä liikkuvan veden virtausreiteihin ja -nopeuksiin sekä sitä kautta myös pohjaveden kemialliseen koostumukseen. Muutoksia havainnoidaan vuonna 2003 laaditun ONKALON rakentamisen aikaisen monitorointiohjelman avulla. Kuvassa 9-3 on esitetty matalien pohjavedentarkkailupisteiden 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 tunnelin ympärillä.

Loppusijoitustilojen laajennusosaan virtaavan pohjaveden määrää ja laajennusosan vaikutusta pohjaveden pinnankorkeuteen on arvioitu hyödyntämällä numeerista virtausmallinnusta. Mallinnuksen tarkastelualueena on koko Olkiluodon saaren alue. Numeerista virtausmallia on päivitetty vuoden 2006 versiosta (esim. Andersson ym. 2007) vastaamaan vuoden 2007 loppuun asti kerättyä havaintoaineistoa. Havaintoja on kerätty muun muassa tunneliin vuotaneen veden määrästä sekä rakennetun tunneliosuuden aiheuttamista pohjaveden painekorkeuden vaihteluista Olkiluodon syvissä kairareijissä. Havaintoihin nojautuen mallin tuottamia ennustearvioita tunneliin vuotavan veden määrästä on voitu pienentää mallin edel-

liseen versioon verrattuna mallintamalla kallion tiivistämisen aiempaa onnistuneemmaksi.

Nykyiset arviot on laskettu olettamalla loppusijoitustilojen tiivistäminen sekä hyvin onnistuneeksi että tyydyttävästi onnistuneeksi. Hyvin onnistuneen tiivistämisen oletetaan laskevan tunnelia leikkaavan, vettä johtavan raon tai rakovyöhykkeen transmissiviteettia eli vedenjohtokykyä arvoon  $10^{-9}$  m<sup>2</sup>/s. Tyydyttävästi onnistuneen tiivistämisen vaikutuksen oletetaan rajoittavan transmissiviteetin arvoon  $10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s.

Numeerinen malli ennustaa laajennusosaan vuotavan veden määräksi tiivistämisen onnistumisesta riippuen keskimäärin 0,11–0,14 l/min kullekin 100 metrin tunneliosuudelle. Koko laajennusosaan vuotaa pohjavettä 25–30 l/min tiivistämisen onnistumisesta riippuen. Tämä lisää koko tunnelistoon virtaavan veden määrää noin 20 %, kun sekä ONKALO että koko loppusijoitustila on oletettu yhtä aikaa avoimeksi. Todellisuudessa tunnelisto rakennetaan vaiheittain ja vain osa tunnelistosta on kerralla avoimena. Tämä pienentää todellisia vaikutuksia ennustetuista.

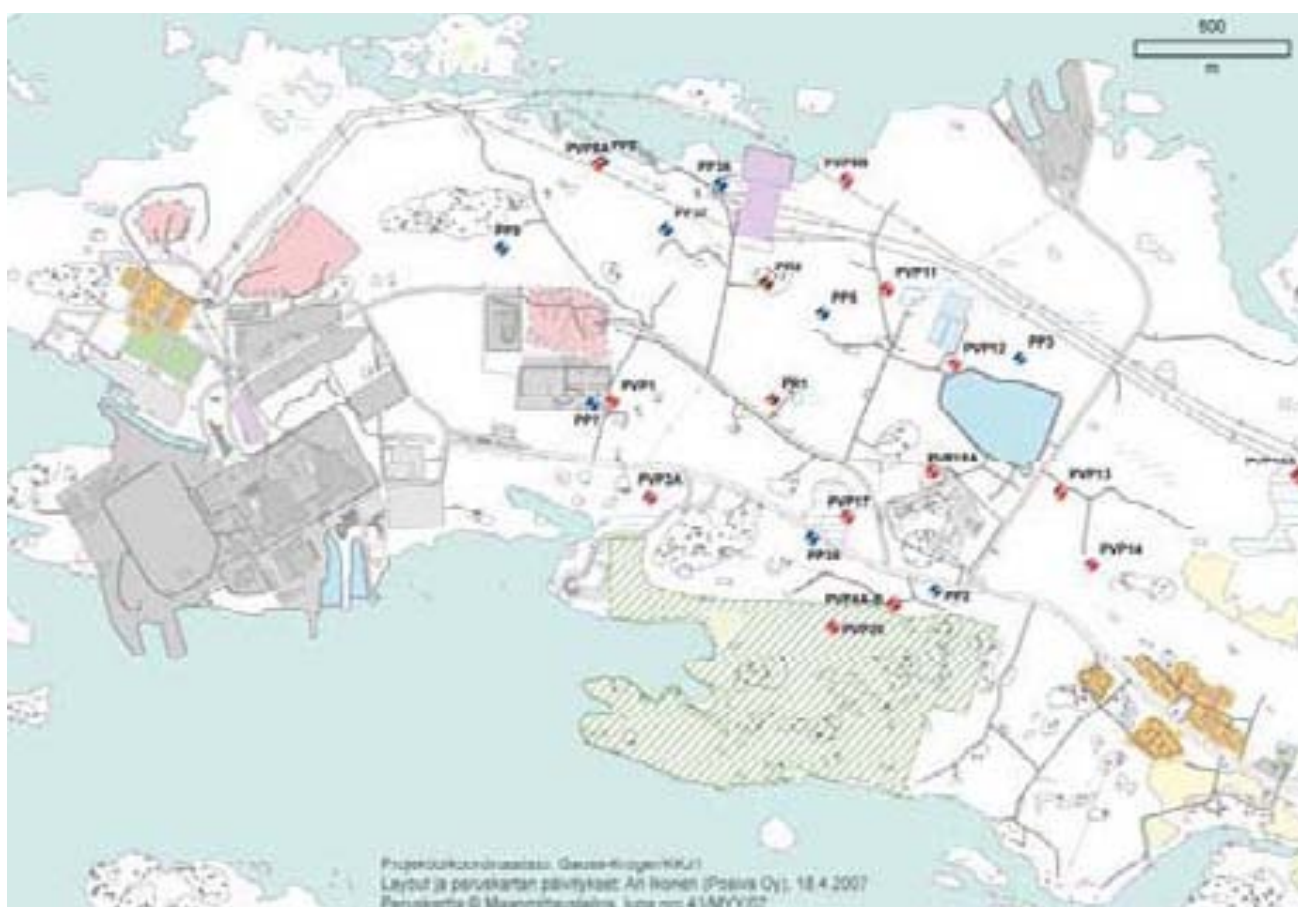
Vuotoveden lisääntyminen aiheuttaa tarkastelualueella keskimäärin 2–4 metrin aleneman pohjaveden pinnan korkeuteen tiivistämisen onnistumisesta riippuen. Paikallisesti alenema muodostuu suuremmaksi kohdissa, joissa keskimääräistä paremmin vettä johtavia kalliotilavuuksia

sijoittuu pinnan läheisyyteen. Kuvassa 9-4 on esitetty numeerisen mallin ennustama aleneman suuruus saaren eri kohdissa kahdella erilaisella tiivistämisen onnistumisella.

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 reikiä lävistäessä vettä johtavia vyöhykkeitä ja rakoja. Painekorkeus on kuitenkin palautunut ennalleen, kun vuoto on saatu tiivistettyä. Pitkänajan muutokset (alenema painekorkeudessa) ONKALON lähellä sijaitseissa rei'issä vuoden 2006 loppuun mennessä ovat noin yhden metrin suuruusluokkaa. (Klockars ym. 2007.)

Avoimien kairareikiä virtausolosuhteissa havaitut muutokset ovat paljastaneet muutamia hydraulisia yhteyksiä tiettyjen reikäjaksojen ja ONKALON välillä. Syvällä kallioperässä on havaittu sekä sähkönjohtavuuden arvojen kasvua että laskua. Injektoinnissa käytetty sementti on pienentänyt vedenjohtavuuksia myös huonosti vettä johtavissa raoissa ONKALON lähellä sijaitseissa rei'issä. (Klockars ym. 2007.)

Matalien pohjavesien pääioneissa selkeimmät muutokset ovat tapahtuneet syksyllä vuosina 2002, 2004 ja 2005. Osa näistä muutoksista johtuu mahdollisesti vuodenaikavaihtelusta, mutta myös alueen maarakennustoimin-



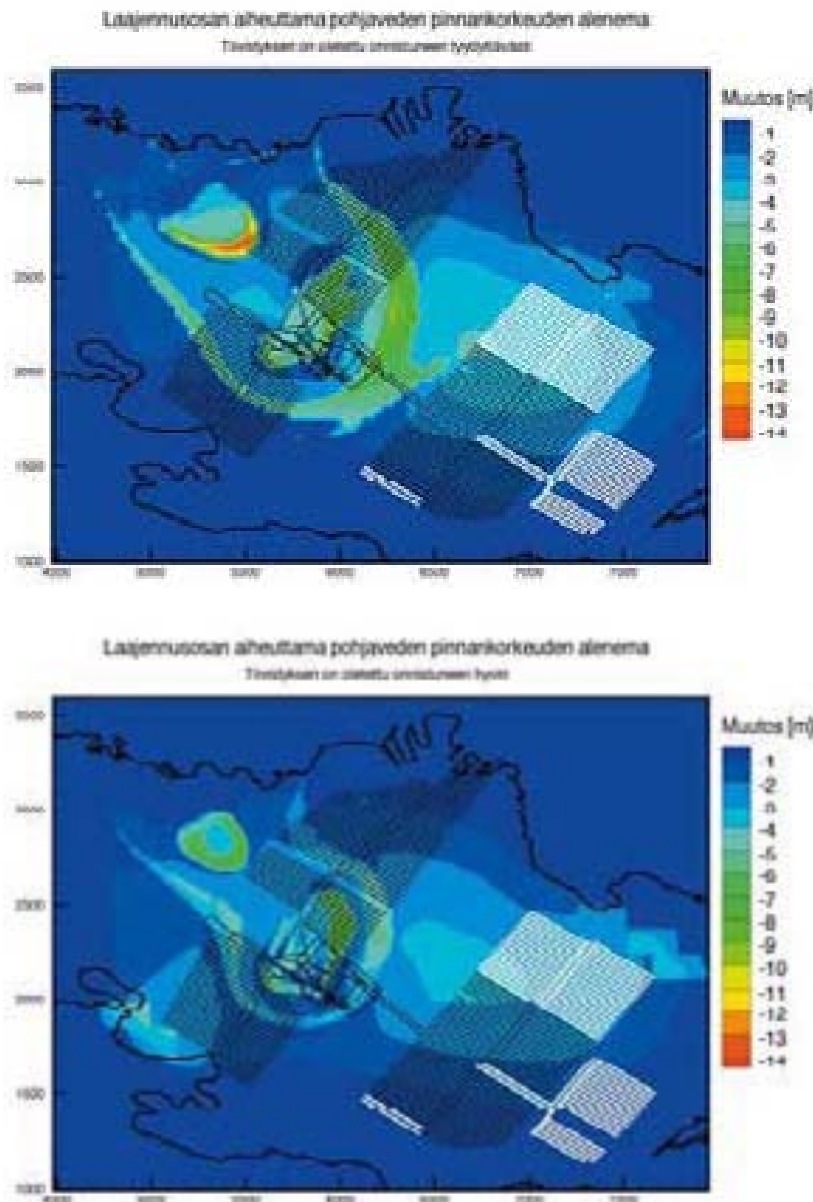
Kuva 9-3 Pohjaveden tarkkailupisteet (pohjavesiputket (PVP1) ja matalat kallioreiät (PP1)) Olkiluodossa vuonna 2007.

nalla on paikallisesti ollut vaikutuksia matalan pohjaveden laatuun. ONKALON rakentamisesta johtuvia muutoksia ei matalissa pohjavesissä ole havaittu. (Pitkänen ym. 2007.)

Syvien pohjavesien kaasukoostumus ja kemiallinen koostumus vastaavat edelleen läheisesti Olkiluodon saarella ennen ONKALON rakentamisen aloitusta vallinnutta niin sanottua perustilaa; suuria muutoksia ei ole tapahtunut. Monitoroinnin yhteydessä on yhdessä hydrogeologiassa vyöhykkeessä (HZ20) havaittu suolaisuuden muutoksia, jotka johtuvat todennäköisesti siitä, että pintavedet pääsevät sekoittumaan suolaisten pohjavesien kanssa

avoimista kairareijistä. Hydrogeokemiallinen monitorointijakso on kuitenkin ajallisesti vielä lyhyt ja ONKALON rakentamisesta johtuvat hydrogeokemialliset muutokset voivat syvällä kalliolla tulla näkyviin vasta useiden vuosien kuluttua. (Pitkänen ym. 2007.)

Muutokset ONKALON otetuissa pohjavesinäytteissä ovat myös olleet vähäisiä. Ainoat selkeät muutokset on havaittu ONKALON injektointisementin seurantaan kairatuissa rei'issä, joissa injektointisementin on selkeästi havaittu vaikuttavan kairareikien pohjavesikoostumukseen. (Pitkänen ym. 2007.)



Kuva 9-4 Ennustettu laajennustilojen aiheuttama pohjaveden pinnankorkeuden muutos, kun loppusijoitustilojen tiivistäminen on oletettu onnistuneen tyydyttävästi (ylempi kuva) ja hyvin (alempi kuva). Kuvissa on esitetty ONKALON tunnelisto, loppusijoitustilat sekä Olkiluodon saaren ääriiviivat. Suunniteltu loppusijoitustilojen laajennusalue on merkitty valkoisella viivoituksella. Kuva-alueen tai saaren ääriviivojen ulkopuolella ei tapahdu muutoksia pohjaveden pinnankorkeudessa. As-teikkojen mittaluvut ovat etäisyyksiä metreinä.

## 9.4 Vaikutukset ilmaan ja ilmanlaatuun

### 9.4.1 Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutus ilmanlaatuun

Pintaräjähdyksestä 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 ohjeiden ja Tielaitoksen ohjeiden avulla. Murskaus tehdään lämpimään vuodenaikaan ja pölyämistä rajoitetaan kastelemalla. Talvella pöylähteet suojataan peittein tai koteloinnein. Suojaetäisyys on 300 metriä. Mikäli pölyämistä rajoitetaan vasta tarpeen ilmetessä, on suojaetäisyys 500 metriä. Suojaetäisyyksissä ei ole huomioitu kasvillisuuden suojaava vaikutusta (*LT-Konsultit Oy 1998, Tolppanen 1998*).

Murskauksen ja läjityksen ympäristövaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienen ansiosta.

### 9.4.2 Ajoneuvoista aiheutuvat päästöt

Vuonna 1999 valmistuneessa Posivan ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa todettiin hankkeen aiheuttavan korkeintaan muutaman prosentin lisäyksen paikkakunnan tieliikenteen kokonaispäästöihin. Loppusijoituslaitoksen aiheuttamalla liikenteellä ei ole merkitystä paikallisen ilmanlaadun kannalta. Esimerkiksi typpioksidin pitoisuudet alittavat selvästi ohjearvot. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei vaikuta liikennemääriin vuorokausitasolla. Laitos vain toimii pidempään, mikäli polttoainetta loppusijoitetaan enemmän. Näin ollen loppusijoitustilojen laajennuksen aiheuttama liikenne ei aiheuta merkittäviä ajoneuvoista aiheutuvia vaikutuksia ilmanlaatuun.

## 9.5 Vaikutukset vesiin

### 9.5.1 Vedenhankinta

Käyttö-, poraus- ja sammutusvesijärjestelmä rakennetaan jo ONKALON rakentamisen aikana. Vettä tarvitaan eniten rakennusvaiheessa (150 m<sup>3</sup>/vrk). Käyttövaiheessa kulutus on noin 55 m<sup>3</sup>/vrk. Käyttövesi on normaalia vesijohtovettä ja se hankitaan Olkiluodon vesijohtoverkosta. Nykyinen kapasiteetti riittää tyydyttämään vedentarpeen. Poraus- ja

sammutusvesi otetaan Korvensuon altaasta humussuodatuksen jälkeen. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei vaikuta tarvittavan veden määrään vuorokausitasolla. Laitos vain toimii pidempään, mikäli polttoainetta loppusijoitetaan enemmän.

### 9.5.2 Talousjätevedet

Kalliosta vuotavat vedet sekä pesuvedet johdetaan viemäröintijärjestelmän kautta selkeytysaltaaseen, josta vesi pumpataan henkilökuilun viemäriä pitkin ylös maanpinnalle. WC-likavedet kerätään suljettuun säiliöön ja kuljetaan maanpinnalle puhdistettaviksi.

Loppusijoituslaitoksessa syntyy talousjätevettä noin 30 m<sup>3</sup>/vrk. Jätevesi johdetaan saassa olevalle jätevedenpuhdistamolle. Talousjätevedestä ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei vaikuta talousjätevesien syntyyn vuorokausitasolla. Laitos vain toimii pidempään, mikäli polttoainetta loppusijoitetaan enemmän.

### 9.5.3 Kapselointilaitoksen jätevedet

Kaikki kapselointilaitoksen valvotulla alueella käytetyt vedet käsitellään puhdistusmassan avulla. Käytetty puhdistusmassa loppusijoitetaan ja puhdistettu vesi johdetaan seurantamittausten jälkeen mereen. Valvotun alueen pesuvesistä ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia.

### 9.5.4 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 sijoittelusta 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 valunnamuutosten lisäksi arvioitu loppusijoituspaikan maatoiden ja asfaltoinnin vaikutus pintavesiuomien ja läheisen merialueen ravinne- ja kiintoainekuormitukseen. Maatoiden 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 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<sup>2</sup>) ja Lapinjoen (valuma-alue 462 km<sup>2</sup>) kuljettamat ravinteet ja ainemäärät. Myös saarella sijaitsevan ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesillä on selvä vaikutuksensa. Edellä mainittuihin kuormituslähteisiin verrattuna loppusijoituslaitoksen aiheuttama lisäkuormitus Olkiluotoa ympäröivälle merialueelle on erittäin pieni.

### 9.5.5 Louhinnan, murskauksen ja läjityksen vaikutukset vesiin

Louhinnasta jää louheeseen ja kallioon pieniä räjähdysainejäämiä, kuten typen yhdisteitä (nitriitti ja nitraatti). Mahdolliset jäämät kallioon liukenevat tunnelin vuotovesiin, jotka johdetaan loppusijoituslaitoksen selkeytysalustaan. Selkeytetty vesi pumpataan maanpinnalle ja johdetaan lähivesistöön. ONKALOSSA käytettävien porausvesien kemiallisia ominaisuuksia on seurattu niin ONKALON menevästä kuin sieltä pois pumpattavastakin vedestä. Vedet eivät aiheuta merkittäviä ympäristövaikutuksia. Jäämien esiintymistä voidaan vähentää patrunoidun räjähdysaineen käytöllä ja louhekasojen kastelulla ennen lastausta.

Louhe- ja murskekasojen tulevat vedet johdetaan selkeytyksen jälkeen vesistöön. Louhinnalla, murskauksella ja läjityksellä ei ole vaikutusta pintavesien laatuun.

### 9.5.6 Loppusijoituslaitoksen vaikutukset talousvedeen ja porakaivoihin

Olkiluodon saaren pohjavesitilannetta seurataan jatkuvasti tiheän havaintoverkon avulla. Osana tätä havainnointia eräitä Olkiluodon saaren käyttövesikaivoja seurataan säännöllisesti. Tämän tarkkailun avulla saadaan hyvä käsitys loppusijoitustoiminnan vaikutuksista Olkiluodon saaren pohjavesiolosuhteisiin. Lisäksi Posivan pohjavesiasiantuntijat ovat hankittuun tietoon nojautuen todenneet, että ONKALON vaikutus pohjaveden pinnan alentumiseen rajoittuu työmaa-alueelle sekä sen välittömään läheisyyteen ja on sielläkin hyvin vähäinen. Seurattujen kaivojen talo-

usvesitutkimusten tuloksissa ei näy mitään kehitystrendiä, joka voisi aiheutua Posivan toimista.

Kapseleiden ja niiden sisällön aiheuttamia ympäristöriskejä on arvioitu (Raiko & Nordman 1999). Ympäristövaikutusten kannalta merkityksellisten alkuaineiden pitoisuudet kaivovedessä on arvioitu konservatiivisesti olettaen muun muassa kapselin menettävän täysin tiivytensä 10 000 vuoden kuluttua. Laskelmat osoittavat, että talousvedelle asetetut pitoisuusrajat alittuvat selvästi.

### 9.5.7 Loppusijoituslaitoksen vaikutus yleisiin uimarantoihin

Loppusijoituslaitoksen läheisyydessä sijaitsevat yleiset uimarannat on esitetty kuvassa 8-12. Loppusijoitusalueen vesistä ei aiheudu vaikutuksia yleisien uimarantojen vedenlaatuun.

## 9.6 Jätteiden ja sivutuotteiden vaikutukset

### 9.6.1 Rakennusjäte ja muu jätehuolto

Rakennustyömaiden jätehuolto Suomessa ohjaavat jätelaki (1072/1993) ja -asetus (1390/1993) sekä valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä (295/1997). Lisäksi jätteiden keräystä ohjaavat Eurajoen kunnan yleiset jätehuoltomääräykset. Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti rakennustyömaille tulee lajitella ainakin seuraavat jätelajit: ylijäämämaat, kivipohjaiset ainekset, puuainekset ja metallit.

Laitoksen rakentamisessa ja käytössä muodostuu pieniä määriä tavanomaiselle teollisuustoiminnalle tyypillisiä jätteitä ja ongelmajätteitä, kuten jätteöljyjä, liuottimia, paristoja, loisteputkia, keräyspaperia ja talousjätteitä, joiden koostumus ja ominaisuudet eivät poikkea muiden teollisuuslaitosten vastaavista jätteistä. Ongelmajätteet välivastoidaan laitoksella asianmukaisissa tiloissa ja toimitetaan joko kunnan ongelmajätteiden käsittelylaitokseen tai ongelmajätteiden käsittelylaitokseen. Talousjätteistä lajitellaan hyödyntämiseen soveltuvat jakeet: paperi, puu, lasi sekä mahdollisesti ruokajäte ja hyödynnettävä muovi ja metalliromu. Nämä jätteet toimitetaan hyötykäyttöön. Jäljelle jäävät aineet, joilla ei ole hyötyarvoa, viedään määräkset täyttävälle kaatopaikalle. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei vaikuta jätteiden syntyyn vuorokausitasolla. Laitos vain toimii pidempään, mikäli polttoainetta loppusijoitetaan enemmän.

### 9.6.2 Kapselointilaitoksen ydinjätehuolto

Kapselointilaitoksella ei synny aktiivista jätettä muualla kuin polttoaineen käsittelykammiossa ja poistettaessa polttoaineen kuljetussäiliön pintakontaminaatiota.

Korkea-aktiiviset jätteet loppusijoitetaan yhdessä polttoainepölyjen kanssa. Käsittelykammiossa aktiivinen karsta sekä mahdolliset polttoainefraktiot kerätään talteen imuroimalla. Imurin säiliöstä jätteet valutetaan loppusijoituskapseloiden pohjalle ennen polttoainepölyjen asennusta.

Nestemäisiä jätteitä syntyy lähinnä polttoaineen kuljetussäiliön ulkopinnan pesussa. Pesuvesi puhdistetaan aktiivisuudesta ja kierrätetään. Suodatinmassat kiinteytetään ja viedään loppusijoitustilaan.

Käsittelykammioista poistettavat laitteet puhdistetaan radioaktiivisuudesta ennen korjausta. Puhdistusliuoksien suodatinmassat kiinteytetään. Jos laitteita ei voida korjata, ne pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan.

Valvotun alueen ja käsittelykammion ilmastoinnin suodattimet sekä imurointijärjestelmän suodattimet pakataan ja toimitetaan loppusijoitustilaan.

Eniten jätteitä syntyy kapselointilaitoksen käytöstä poistossa. Kapselointilaitoksen käytöstä poiston yhteydessä on huolehdittava kontaminoitumisen seurauksena järjestelmiin ja laitteisiin mahdollisesti jääneistä radioaktiivisista aineista. Kaikki käsittelykammion laitteet pakataan ja viedään loppusijoitustilaan. Käsittelykammion ja aktiivisen korjaamon teräsvuoraukset pestään puhtaiksi, mutta vuorauksia ei pureta. Pesuvedet kiinteytetään betoniin. Jätteiden loppusijoitustilan tarve, käytöstä poistojätteet mukaan lukien, on noin 5000 m<sup>3</sup> (Kukkola 2006). Loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrän kasvaessa kapselointilaitoksen käytöstä poisto siirtyy. Laajennus lisää hieman kapseloinnissa syntyvän jätteen määrää, kun kapseloidaan polttoaineen määrä kasvaa.

## 9.7 Melu- ja värinävaikutukset

Maarakennustöistä, räjäytyksistä ja louheen käsittelystä ja murskauksesta sekä ajoneuvojen ja työkonien käytöstä aiheutuu melua ja värinää. Maarakennustöissä merkittävimmät melua aiheuttavat toiminnot ovat louhinta, louheen murskaus ja poraus.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilaa rakennetaan vaiheittain sitä mukaa kun käytettyä polttoainetta loppusijoitetaan. Rakennustöiden aikana louheen murskaus aiheuttaa melua päiväaikaan. Louheen murskaus päättyy, kun Olkiluodon kallioperään sijoitettava käytetty polttoaine on loppusijoitettu.

Pintalouhinnan räjähdysäänien 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. Loppusijoituslaitoksen laajennukseen ei näillä näkymin liity pintalouhintaa.

Maanalaisen räjähdysäänien kuulumista on arvioitu vastaavalla syvyydellä olevien kaivosten perusteella. Kaivoksissa käytetään suurempia räjähdysainemääriä avoimessa tilassa, jolloin äänilähde on voimakkaampi. Loppusijoitustilojen louhinnasta syntyvä ääni ei kuulu laitosalueen ulkopuolelle (Tolppanen & Kokko 1998).

Murskaamon melu on arvioitu Tielaitoksen ohjeiden mukaan. Meluntorjuntalain ohjeisto 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 1200 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 lyhimmat etäisyydet murskausasemasta rantaan tai mökkiin ovat noin 500 metriä (LT-Konsultit Oy 1998).

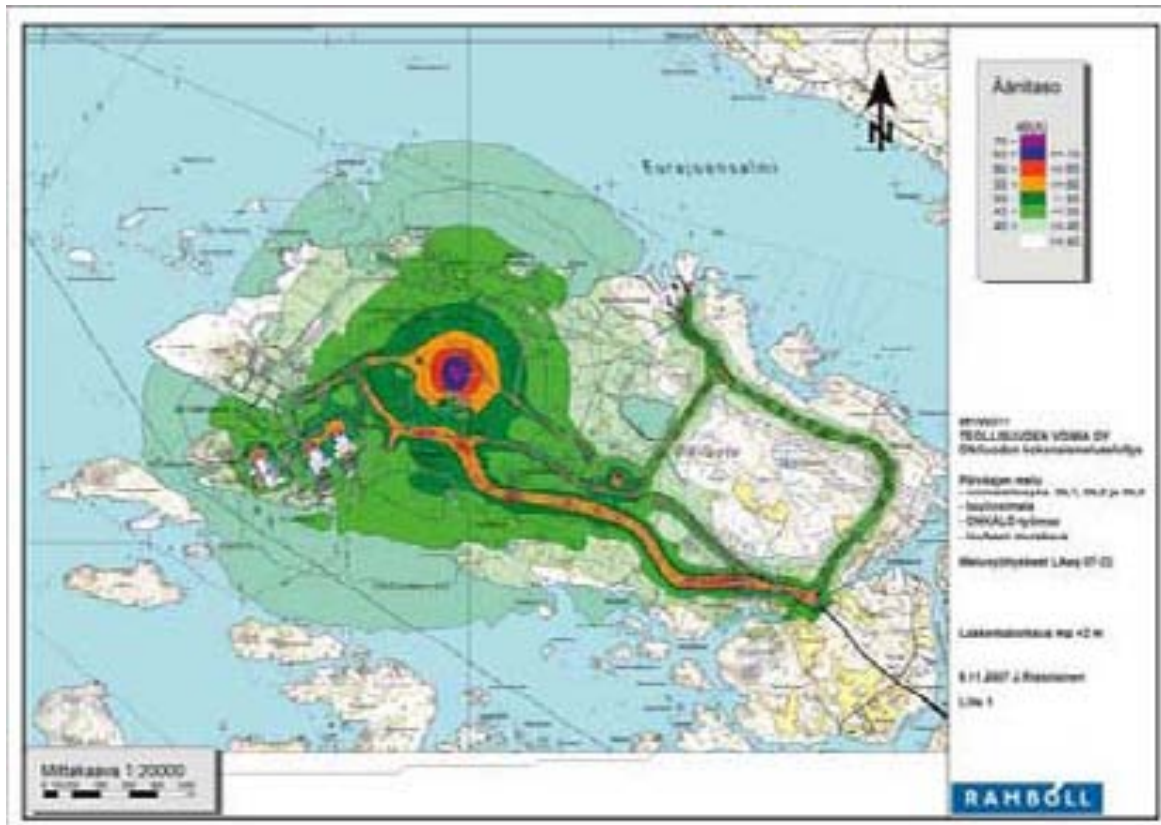
Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei käytännössä vaikuta melu- ja värinävaikutuksiin. Loppusijoitettavan polttoaineen määrän kasvaessa toiminta vain jatkuu pidempään. Mahdollisesti tarvittavien uusien kuilujen louhinnasta ja porauksesta voi aiheutua melua. Vaikutukset jäävät kuitenkin vähäisiksi nousuporaustekniikan ja sen vaatiman toiminnan lyhyen keston ansiosta.

Laitoksen aiheuttama liikenne leventää teiden melu- ja värinävaikutusalueita jossain määrin.

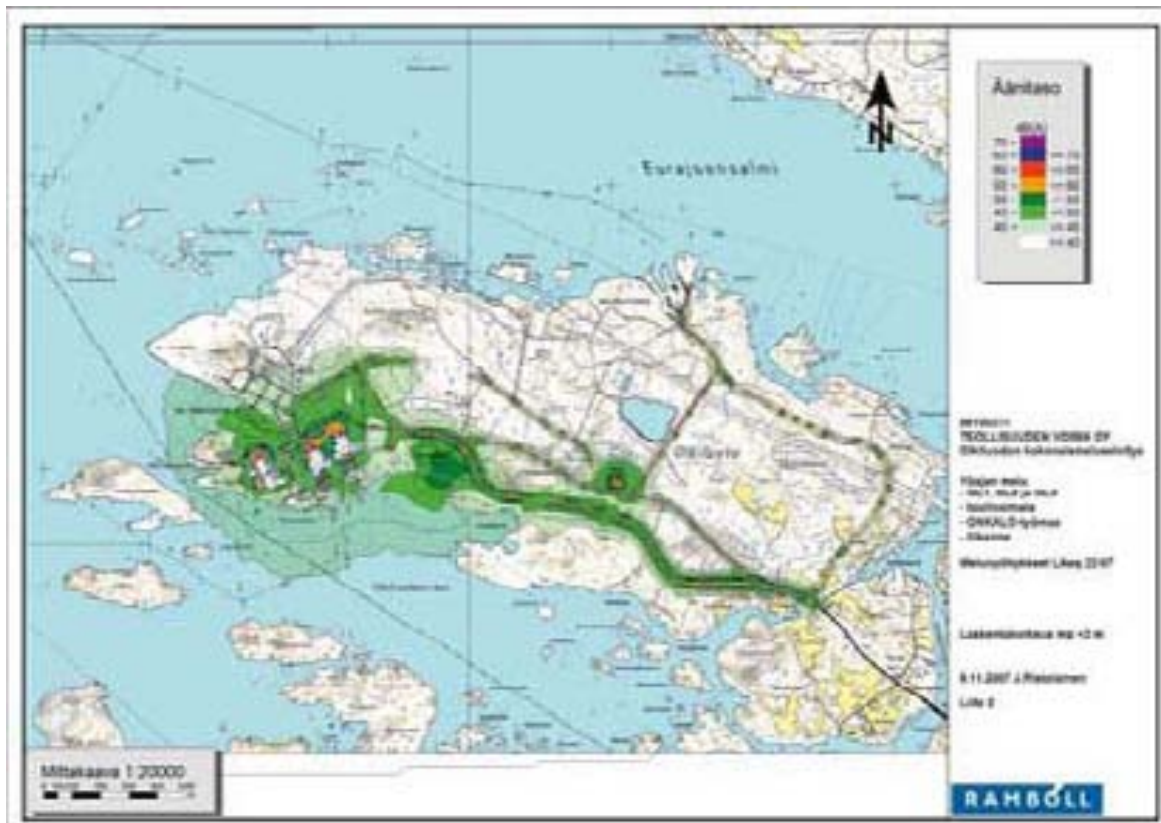
Kuten seuraavassa esitetään, murskauksen ja läjityksen meluvaikutukset eivät ole merkittäviä toimintojen lyhyen keston ja vaikutusalueen pienen ansiosta.

### Olkiluodon meluselvityksen tulokset

Olkiluodon toimintojen aiheuttamat päivä- ja yöajan melu- ja värinävaikutukset (L<sub>Aeq</sub> 7-22 ja L<sub>Aeq</sub> 22-7) on esitetty kuvissa 9-5–9-8. Kuvissa 9-5 ja 9-6 on esitetty päivä- ja yöajan melu- ja värinävaikutukset tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä ja loppusijoituslaitos on rakenteilla. Kuvassa 9-7 on esitetty päiväajan melu- ja värinävaikutukset tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä ja OL4 ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla. Kuvassa 9-8 on esitetty päiväajan melu- ja värinävaikutukset tilanteessa, jossa TVO:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2, OL3 ja OL4 ovat käytössä ja loppusijoituslaitos on rakenteilla. Kaikissa lasketuissa tilanteissa melutasot jäävät ohjeistojen alle lähimpien vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla sekä päivällä että yöllä.

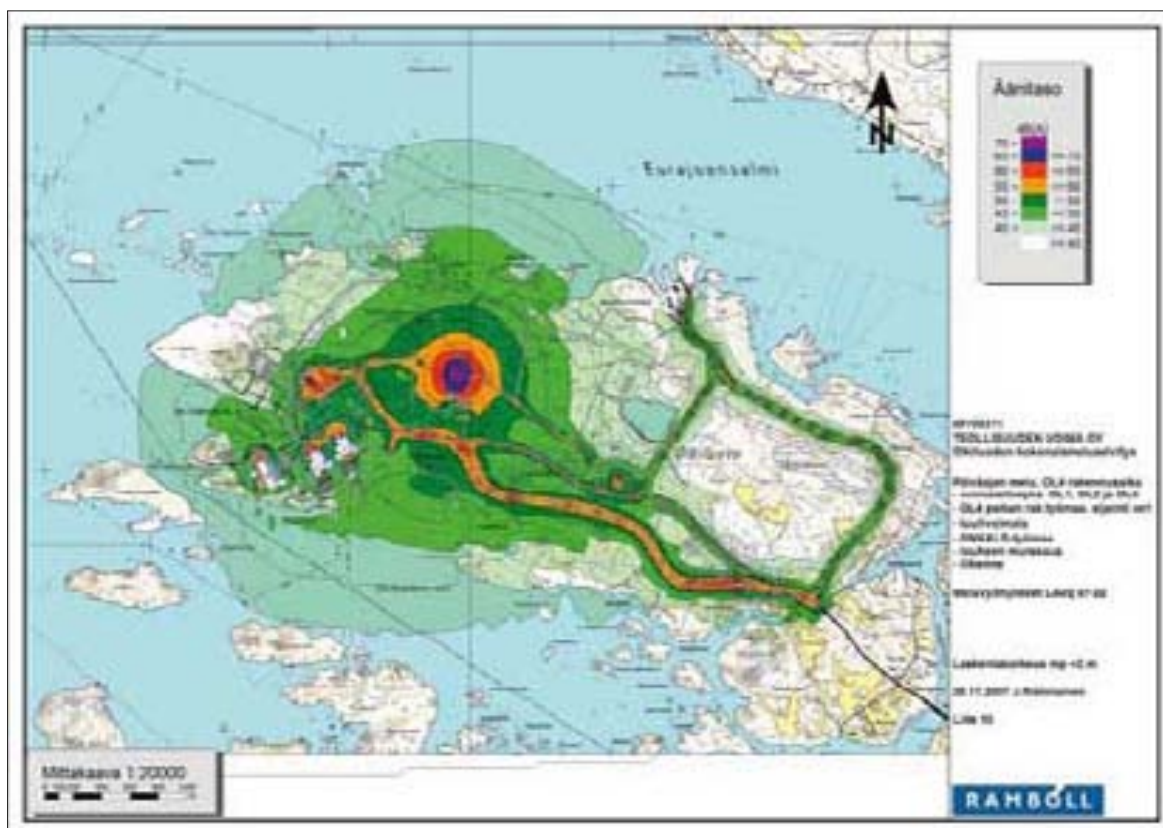


Kuva 9-5 Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, loppusijoituslaitos on rakenteilla ja louhetta murskataan.

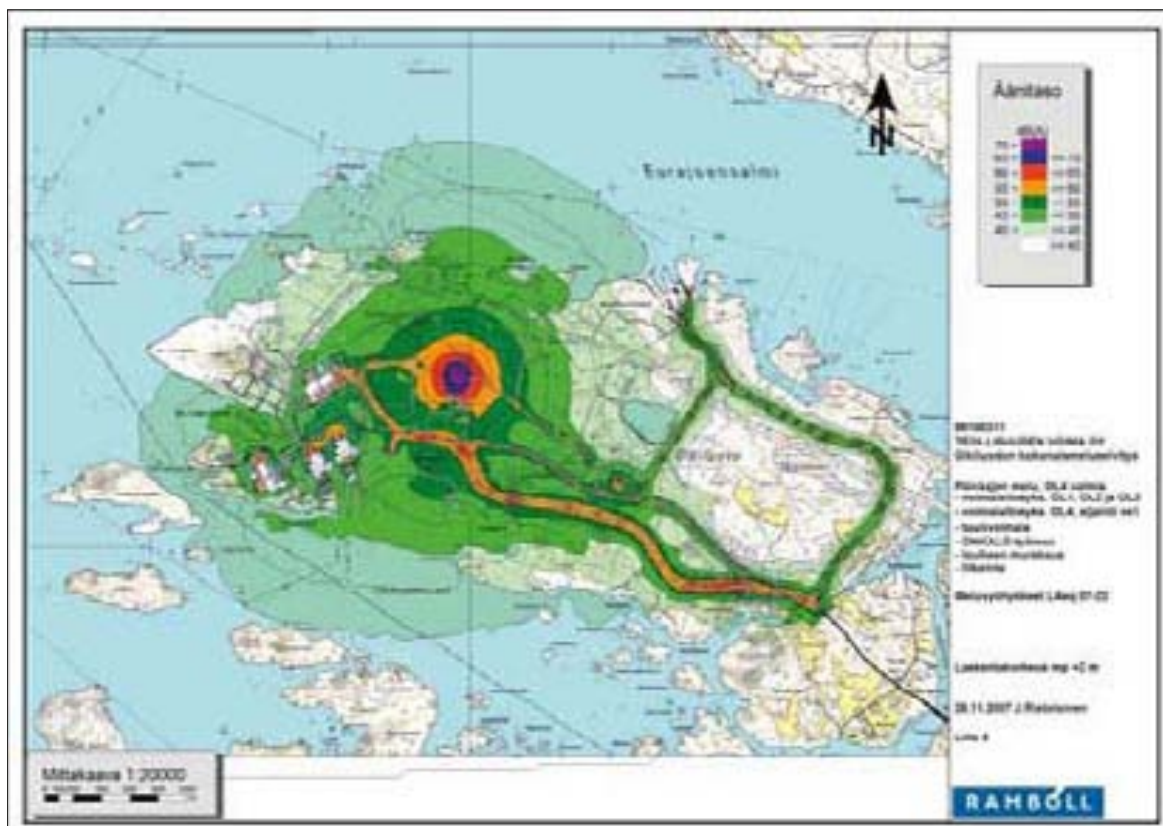


Kuva 9-6 Yöajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, loppusijoituslaitos on rakenteilla ja louhetta ei murskata.





Kuva 9-7 Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, OL4 ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta murskataan.



Kuva 9-8 Päiväajan melu tilanteessa, jossa ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2, OL3 ja OL4 ovat käytössä, loppusijoituslaitos on rakenteilla ja louhetta murskataan.

TVO:n kolmannen laitossyksikön valmistuttua normaalityötoiminnan 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 voimallaisiksi ja murskauslaitosta enemmän alueen melutilanteeseen. (*Ramboll Analytics Oy 2007*.)

TVO:n ydinvoimalaitossyksikön OL4 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 maanalaisen tutkimustilan eli 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.

## 9.8 Vaikutukset kasvillisuuteen ja 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.

Viimeaikaisen, myös OL3-laitossyksikön louheen käsittävän, läjitys- ja murskaustoiminnan ympäristövaikutuksia on seurattu märkälasseumaa keräämällä ja analysoimalla neulasnäytteitä alueen työalueen lähiympäristöstä (*Haa-panen ym. 2007*). Latvustoon on kertynyt kivipölyä, osin myös tiepölyä, joka näkyy pesemättömien neulasten suurempina alumiini- ja rautapitoisuuksina. Neulasnäytteiden pintaa hieman rikkovan kloroformipesun perusteella voidaan kuitenkin todeta, että korkeammat pitoisuudet eivät kuitenkaan pääse solukoihin asti, eikä näin ollen puustolle aiheudu fysiologista haittaa.

Pääosa kasveista ottaa vetensä kalliopinnan yläpuolisesta maavedestä. Tällöin maanalaisten tilojen aiheuttama kalliopohjaveden alenema ei vaikuta kasveihin. Kuten edellä kohdassa 9.3.4 on todettu, merkittävää vedenpinnan alenemaa maakerroksissa ei ole odotettavissa.

Pintalouhinnan melu häiritsee pesimälinnustoa metissä noin 100–300 metrin etäisyydelle asti. Linnuston kannalta parhaat alueet eivät kuitenkaan ulotu mahdollisille rakennusalueille. Nisäkkäät eivät yleensä häiriinny voimakkaastakaan melusta. Melun vaikutukset luontoon ovat tuskin havaittavissa.

Tutkimuksen perusteella louhintatärinän vaikutus kalastoon on lyhyen keston 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. Loppusijoituslaitosta lähin Natura 2000 -verkkoon kuuluva kohde on Olkiluodon etelärannalla sijaitseva Liiklankarin vanha metsä, joka kuuluu Rauman saariston Natura 2000 -alueeseen. Olkiluodon pintahydrologian mallilla (*Karvonen 2008*) tehtyjen laskelmien mukaan kalliotunneliä 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-luontotyyppit on selvitetty vuonna 2006 valmistuneissa inventoinneissa. Alueella on tehty lajistoselvityksiä (kovakuoriaiset, kääväkkäät, sammalet ja makrosienet) syksyllä 2006. Vuonna 2006 tehdyssä Natura-arvioinnissa päädyttiin siihen, että 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 suojelutason säilyttämiseen eteläisen Suomen vanhojen metsien verkostossa. (*Insinööri-toimisto Paavo Ristola Oy 2006b*.)

## 9.9 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.

sa. 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 sijaitsevaan louheumaan. 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. Loppusijoitettavan polttoaineen määrän lisääntyminen ja ajotunnelin rakentaminen lisäävät myyntiin jäävän kiviaineksen määrää.

## **9.10 Vaikutukset ihmisten terveyteen**

Terveysvaikutuksilla tarkoitetaan tässä selvityksessä sosiaali- ja terveysministeriön oppaan (*Sosiaali- ja terveysministeriö 1999*) mukaisesti hankkeen aiheuttamia muutoksia ihmisten terveydessä tai heidän elinympäristönsä terveydellisissä oloissa tai muutosten uhkaa (terveysriskit). Oppaan 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 sä-

teilylle käytetyn polttoaineen kuljetusten yhteydessä, kapaselointi- ja loppusijoitusvaiheessa sekä tilojen sulkemisen jälkeen. Tarkastelu koskee sekä normaalitilannetta (toiminta sujuu suunnitelmien mukaan) että erilaisia häiriö- ja onnettomuustilanteita. Pitkäaikaisturvallisuuden arviointi (luku 11) koskee todennäköisenä pidettävien kehityskulujen ja pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviin epätodennäköisten tapahtumien ja niihin liittyvien todennäköisyyksien ja epävarmuuksien arviointia. Kussakin tapauksessa arvioidaan ihmisille aiheutuvat seuraukset. Käytetyt arviointimenetelmät selostetaan arvioiden yhteydessä.

### **9.10.1 Epäpuhtauksista, melusta ja tärinästä aiheutuvat terveysvaikutukset**

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 fyysiset 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.

### **9.10.2 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 suurella ekvivalenttiansios, jonka yksikkö on sievert (Sv). Ekvivalenttiansios lasketaan absorboituneesta annoksesta kertomalla se säteilylajista riippuvalla luvulla. Luku on 1

beeta-, gamma- ja röntgensäteilylle, neutronisäteilylle lu-  
ku 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 ( $\mu$ Sv).

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 säteily sairauteen. 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 kynnyksarvon, 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 kynnyksarvon alapuolella säteilyä ei ole haitallisia vaikutuksia. Varovaisuusperiaatteen mukaisesti säteilysuojelussa oletetaan kuitenkin, että esimerkiksi syövän todennäköisyys on suoraan verrannollinen säteilyannokseen ilman kynnyksarvoa. Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta ICRP käyttää riskikertoimena syöväälle 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 säteilyästä (ICRP 2007, Paile 2002, UNSCEAR 2000).

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 säteilyä saattavia 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 säteilyä 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 säteilyä suomalaiset saavat noin 0,3 mSv:n annoksen vuodessa. Ihmiset myös syövät, juovat ja hengittävät luonnon radioaktiivisia aineita. Kehossa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuu suomalaisille keskimäärin noin 0,4 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa. Tshernobylin laskeumasta arvioidaan aiheutuvan noin 0,02 mSv:n säteilyannos vuodessa (STUK 2008a, 2008b).

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<sup>3</sup>. Asuminen enimmäisarvon 400 Bq/m<sup>3</sup> 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 avaruussäteilyä noin 2 mSv:n ylimääräisen säteilyannoksen vuodessa (STUK 2008b, 2008c, 2008d, 2008e, 2008f).

Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten aiheuttama säteilyannos voimalaitosten lähialueiden eniten altistuneelle ryhmälle on alle tuhannesosa suomalaisten keskimääräisestä säteilyannoksesta (STUK 2008a, 2008b, 2008g).

Säteilyn hyötykäytöstä aiheutuva säteilyannos on Suomessa peräisin lähes kokonaan säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Suomessa tehdään vuosittain noin 4,2 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 2008a, 2008h).

### **Loppusijoituslaitoksesta johtuvat terveysvaikutukset**

Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitokselta voi normaalisti 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 ym. 1999). Normaaleissa oloissa radioaktiiviset aineet ovat kaiken aikaa tiiviisti eristettyinä luonnosta ja ihmisistä. Päähuomio onkin kiinnitetty erilaisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden seurauksiin (luku 10) ja loppusijoituksen pitkäaikais- turvallisuuksiin koskeviin arvioihin (luku 11).

Loppusijoituslaitokselta normaalitilanteessa tapahtuvat radioaktiivisten aineiden enimmäispäästöt on esitetty taulukossa 10-1. Normaalit vuosittaiset radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömät.

Normaaleista yhden vuoden päästöistä aiheutuva annos 50 vuoden kuluessa väestöön kuuluvalla henkilöllä 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 (n. 3 mSv/vuosi). Myöskään ympäristöön pääsevistä luonnon radonista ja sen hajoamistuotteista aiheutuvat annokset eivät ole merkittäviä.

Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvaessa loppusijoituslaitoksen käyttövaihe pitenee. Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvulla tai pidemmällä käyttöajalla ei ole oleellista vaikutusta säteilyannoksiin, joita väestöön kuuluva henkilö saa laitoksen normaalikäytön, odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien seurauksena. Sen sijaan väestön loppusijoituslaitoksen käytöstä saama kokonaisannos ja todennäköisyys, että koko käyttövaiheen aikana tapahtuu käyttöhäiriö tai onnettomuus, kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti

polttoainemäärän kasvuun. Suurempi polttoainemäärä ei siis lisää yksilötason terveysriskejä. Kun tarkastellaan terveysriskejä koko väestön osalta, ne kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.

Kalliotilojen louhinnasta aiheutuvan luonnon radonkaasun lisääntymistä ympäristössä on arvioitu Säteilyturvakeskukseen mittausten sekä Posivan kairaustulosten perusteella (Vesterbacka & Arvela 1998). Leviämistä arvioitiin pistemäisen lähteen gaussilaisella leviämismallilla, jolloin saatiin todellisuutta korkeammat pitoisuudet. Nämäkin pitoisuudet jäivät 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 kapselointilaitoksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin määriin. Kapselointilaitoksesta ei pääse ympäristöön haitallisia määriä säteileviä aineita siinäkään tapauksessa, että polttoaineen käsittelyssä tapahtuisi häiriö.

Loppusijoitusjärjestelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus sekä turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan turvallisuusanalyysillä. Niissä tarkastellaan sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikais- turvallisuuksiin heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia ja arvioidaan kussakin tapauksessa ihmisille ja muulle luonnolle aiheutuvat seuraukset (luku 11).

## **9.11 Suhtautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen**

### **9.11.1 Suomalaisen suhtautuminen ydinjätteiden loppusijoitukseen**

Suomalaisen suhtautumista ydinjätteisiin on tutkittu osana ”Suomalaisen energia-asenteet” -seurantatutkimusta. Tutkimussarjalla on selvitetty ja seurattu suhtautumista energiapoliittisiin kysymyksiin jo 25 vuoden (1983–2007) ajan. Vuoden 2007 tutkimustulokset perustuvat yhteensä 1 278 henkilön antamiin vastauksiin. Vastaajista 979 edustaa koko maan väestöä, muut (299 henkilöä) tutkimuksen erityiskohdekuuntien Loviisan ja Eurajoen väestöä. Koko seuranta-aikaa koskevissa aikasarjatarkasteluissa vastaajien kokonaismäärä on 33 114.

Aineisto kerättiin kirjallisena kyselynä marras–joulukuussa 2007. Se edustaa 18–70-vuotiasta väestöä keskeisten demografisten, taloudellisten-sosiaalisten ja alueellisten tekijöiden suhteen. Tutkimus toteutettiin kaksikielisenä, toisin sanoen kohdehenkilöt saivat oman äidinkielenä

mukaisesti joko suomen- tai ruotsinkielisen kyselylomakkeen. Tutkimuksen toteuttivat Yhdyskuntatutkimus Oy ja ÅF-Consult Oy Fortum Oyj:n ja Teollisuuden Voima Oyj:n yhteisestä toimeksiannosta. Tutkimustuloksista tiedottamisen hoitaa Energiategollisuus ry.

Ydinjätteisiin on aiemmissa tutkimuksissa todettu kohdistuvan selviä epäluuloja. Vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa kolmannes (32 %) vastaajista katsoi ydinjätteiden loppusijoittamisen Suomen kallioperään turvalliseksi. Epäileviä oli enemmän, lähes puolet (46 %) väestöstä. Suhtautuminen loppusijoitukseen on luottavaisempaa kuin vuotta aikaisemmin tehdyssä tutkimuksessa, mutta jokseenkin sama kuin kaksi vuotta aiemmin tehdyssä tutkimuksessa ja muutoinkin tulokset ovat lähellä viimeisen kymmenen vuoden keskimääräistä arvoa. Pysyvyys ker- too, etteivät jätekannat ole suoraan sidoksissa ydinvoiman kannatukseen. Seurannan ensimmäisellä kymmenvuotis- kaudella (1983–1993) luottamus oli kuitenkin astetta niu- kempaa kuin nykyisin.

Varauksellisuutta selittää yhtäältä kahden kolmasosan (68 %) näkemys, jonka mukaan ydinjätteet muodostavat jatkuvan uhan tulevien sukupolvien elämälle. Eri mieltä on vain noin joka seitsemäs (15 %). Tämän mittarin valossa jätehuoli on jokseenkin tarkasti kahden edellisen vuoden tasolla ja siten hieman tavanomaisen tasonsa alapuolella. Koko tutkimuskautta koskeva asennekehitys ei ole 25 tutki- musvuoden aikana muuttunut neutraalimpaan suuntaan.

Ajatus, jonka mukaan ydinjätteet olisi parempi pitää nykyisissä välivarastoissaan ja odottaa uusia ratkaisuja kuin sijoittaa ne lopullisesti kallioperään, sai vuoden 2007 tutkimuksessa runsaan kahden viidesosan (45 %) hyväk- synnän. Eri mieltä oli noin joka viides (21 %). Vaikka ”tuu- maustauon” kannatus ei ollut viime mittauksesta juuri muuttunut, tutkimuksen seuranta-aikana se on heikenty- nyt selvästi. Tämän suuntainen kokonaisuusmuutos 1990-lu- vun alusta (62 % kannatti välivarastointia vuonna 1991) on suuri. Tuloksinna tosin tulee huomata vuonna 1994 tehty ydinjätteiden vientikieltopäätös, joka rajasi ratkaisumah- dollisuudet kapeammalle alueelle.

Voimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtaudutaan aiem- paan tapaan vähemmän vieroksuvasti kuin maassa kes- kimäärin. Luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen on niissä laajempaa. Tarkasteluyhteydessä on paikallaan pa- lauttaa mieliin myös tutkimussarjan aiempien osien tulok- set. Niissä on tullut toistuvasti esiin niin eurajokelaisten kuin loviisalaistenkin periaatteellinen valmius ydinjätteiden vastaanottoon, eli sijoitukseen oman kuntansa alueel- le. Tämänkertaisessa tutkimuksessa kuntien viime vuosi- en asennekehitys näyttäytyy hieman erilaisena. Eurajoella ydinjätteisiin suhtaudutaan jokseenkin samalla tavoin kuin kahtena edellisenä vuonna. Loviisassa kannanotoissa näh- dään merkkejä asteittaisesta varauksellisuuden kasvusta.

Voimalaitoskuntien ero koko maan keskiarvoon on viime vuosina pikemminkin pienentynyt kuin kasvanut. (*Suoma- laisten energia-asenteet 2007.*)

### 9.11.2 Eurajoen kuntalaisten luottamus käytetyn ydin- polttoaineen loppusijoitukseen

Talvella 2007–2008 suoritettussa tutkimuksessa (Aho 2008) tarkasteltiin Eurajoen kuntalaisten luottamusta käytetyn ydinpolttoaineen turvalliseen loppusijoitukseen. Keskeistä tarkastelussa oli luottamuksen syntyminen sekä luottamuksen jaottelu luottamustyyppeihin.

Tutkimusmenetelmänä oli sekä laadullinen haastatte- lututkimus että määrällinen kysely. Kyselytutkimus posti- tettiin syksyllä 2007 satunnaisotoksella valituille 400 Eu- rajoen kuntalaiselle. Vastausprosentiksi muodostui 49. Kyselylomakkeen avulla pyrittiin saamaan yleistettäviä tuloksia kuntalaisten suhtautumisesta käytetyn ydinpol- toaineen loppusijoitukseen sekä Posivaan ja sen henkilö- kuntaan. Haastattelututkimuksessa selvitettiin 18 eurajo- kelaisen näkemyksiä teemahaastatteluiden avulla, jotka tehtiin tammikuussa 2008.

Tutkimuksen avulla etsittiin vastauksia seuraaviin ky- symyksiin:

- Millainen luottamus Eurajoen kuntalaisilla on ydin- polttoaineen loppusijoituksen turvallisuuteen ja Posivan asiantuntijuuteen?
- Mitkä tekijät vaikuttavat tämän luottamuksen muo- dostumiseen?
- Millaista kuntalaisten luottamus on loppusijoitus- ta ja Posivan asiantuntijuutta kohtaan luottamuk- sen lajien mukaan tarkasteltuna?
- Mitkä asiat loppusijoituksessa huolestuttavat kun- talaisia ja miten vakavina nämä huolenaiheet koe- taan?
- Mitkä asiat aiheuttavat epäluottamusta loppusi- joituksen turvallisuutta ja Posivan asiantuntijuutta kohtaan?
- Millaisia tiedontarpeita kuntalaisilla on loppusijoi- tusta koskevien kysymysten osalta, miten ja mistä tietoa hankitaan ja onko informaatio riittävää?
- Millaisia vaikutuksia kuntalaisten positiivisilla vs. negatiivisilla asenteilla ja mielikuvilla on luotta- muksen tai epäluottamuksen syntyyn?

Haastattelussa käytiin aluksi läpi haastateltujen suhtautu- mista ydinvoimaan. Suhtautuminen oli pääosin myönteis- tä, kuten lomaketutkimuksen tuloksetkin osoittivat (59 %). Useat haastatellut kertoivat ydinvoiman olevan paras ener- giantuottamistapa tällä hetkellä. He eivät nähneet vaihto- ehtoisia energiantuottamiskäytäntöjä 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 ydinvoimalatominnan 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. Riskinä nähtiin erityisesti polttoainekuljetukset, minkä vuoksi nimenomaan Eurajokea pidettiin sopivana loppusijoituspaikkana. Käytetyn ydinpolttoaineen 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 pitivät 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 näkyi heidän mukaansa kunnan varakkuus, minkä arveltiin olevan peräisin Olkiluodosta. (*Aho 2008.*)

### **Suhtautuminen Posivaan**

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 lou-

hintatyö 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 kyvykkästä 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 kriittikittömyyttä. Asiat ovat heidän mielestään aivan liian hyvin ollakseen totta. Kriittikittömyys ja ainoastaan positiivisten seikkojen esilletuominen tuntuvat epäluottavaisesti suhtautuvien mielestä asioiden silottelulta ja peitteltyltä.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmenetelmää koskeva tieto haastateltujen keskuudessa oli puutteellista. Parhaiten tunnettiin loppusijoituspaikka, loppusijoituskapseli ja loppusijoitusyvyys.

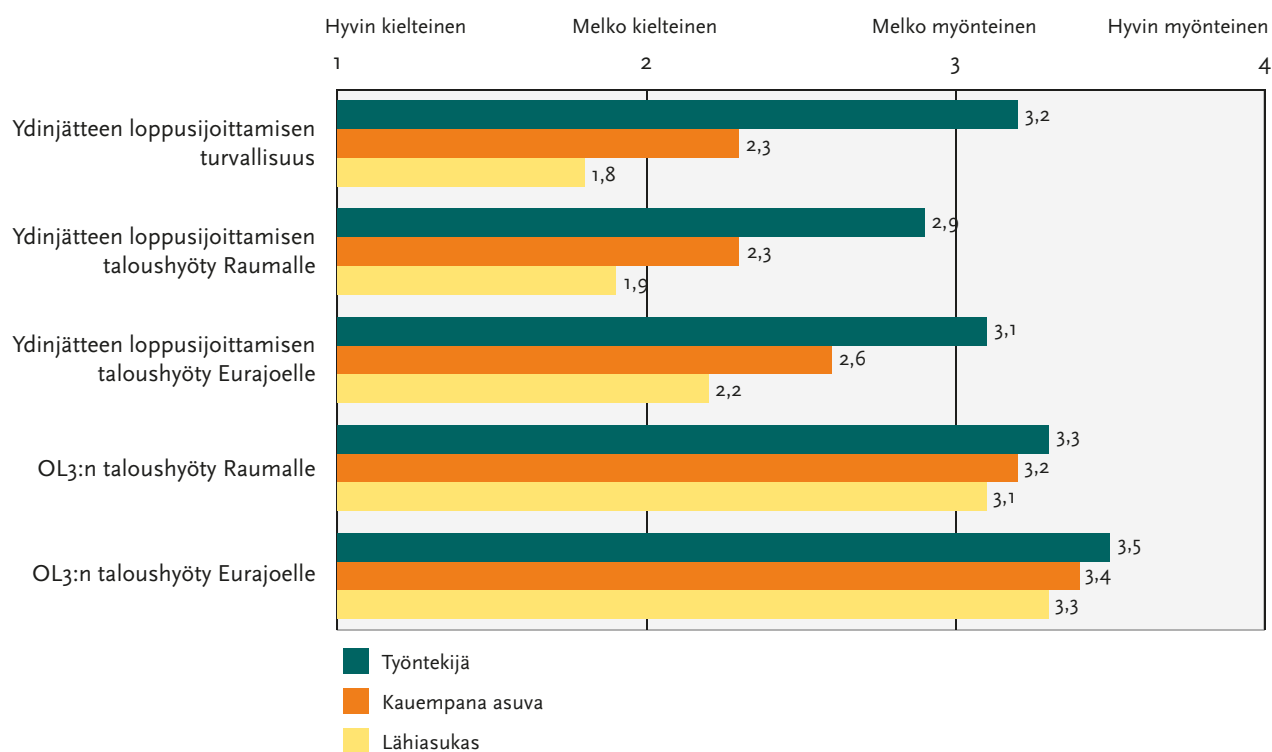
Kukaan haastatelluista ei kertonut tunteneensa erityistä tarvetta tietää loppusijoitukseen liittyvistä asioista. Yli puolet (noin 56 %) vastanneista koki saaneensa riittävästi informaatiota loppusijoitukseen liittyvistä asioista. Heidän mukaansa tietoa aiheesta tulee kotiin ilmaisjakeluna niin usein, 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 Posivala 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.*)

### **9.11.3 Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työntekijäkysely**

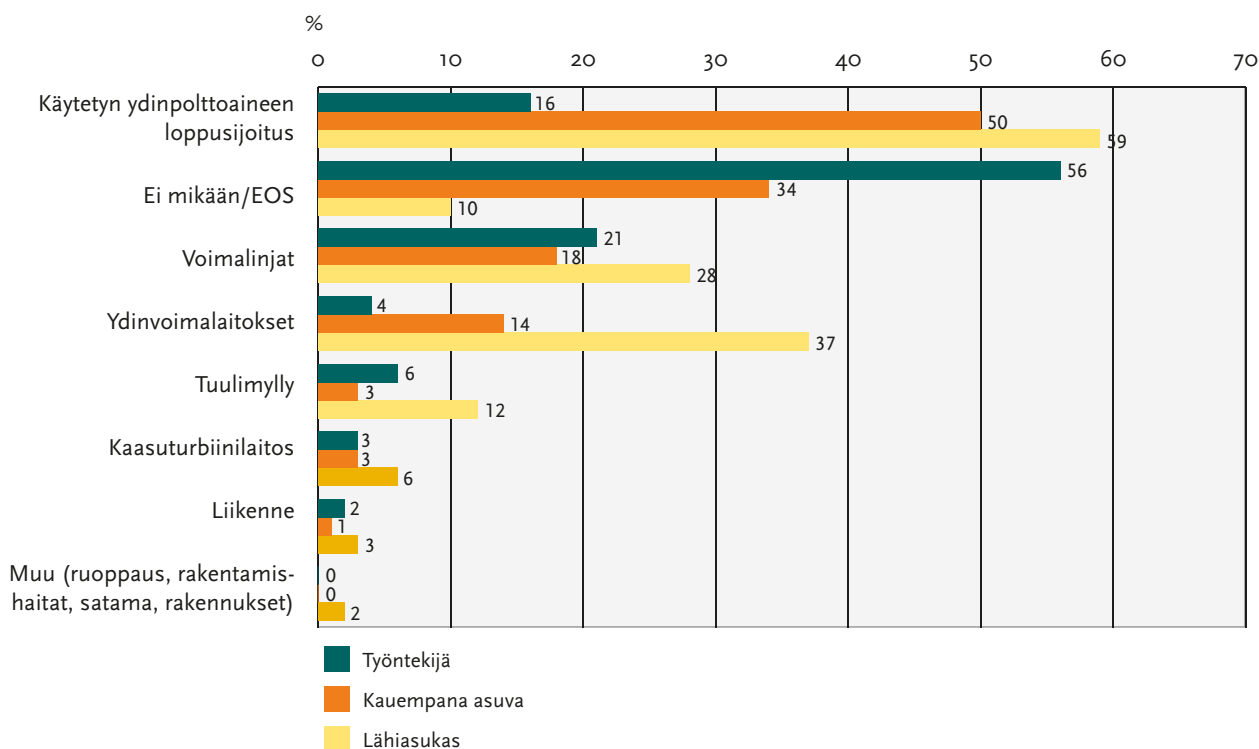
Olkiluodon osayleiskaavoituksen yhteydessä tehtiin asukaskysely ”Olkiluodon voimalaitosalueen asukas- ja työn-

## Suhtautuminen loppusijoittamiseen ja kolmanteen ydinvoimalaan, keskiarvot kohderyhmittäin



Kuva 9-9 Suhtautuminen loppusijoittamiseen ja Olkiluodon kolmanteen ydinvoimalaan kohderyhmittäin. En osaa sanoa -vastaukset jätetty pois. (Ramboll Finland Oy 2007.)

## Haitallisimmat voimalaitostoiminnot



Kuva 9-10 Haitallisimmat voimalaitostoiminnot kohderyhmittäin (Ramboll Finland Oy 2007).



tekijäkysely” vuosina 2006–2007 (*Ramboll Finland Oy 2007*). Kyselylomakkeita postitettiin yhteensä 1500 kappaletta Olkiluodon lähiasukkaille, Eurajoella tai Raumalla asuville henkilöille ja TVO:n työntekijöille. Vastauksia saatiin yhteensä 774 kappaletta ja vastausprosentiksi muodostui 52. Kyselyn avulla pyrittiin selvittämään asukkaiden käsitystä asuinympäristönsä nykytilasta sekä saamaan tietoa Olkiluodon voimalaitoksen 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 suunnittelu tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Kysely toimi myös osayleiskaavoissa edellytetyn sosiaalisten vaikutusten arvioinnin tukena.

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 merkittävästi 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 9-9). Olkiluodossa työskentelevät suhtautuivat sekä loppusijoitukseen että OL3-laitosyksikköön myönteisesti.

Puolet kyselyyn vastanneista asukkaista piti haitallisimpana voimalaitostoimintona käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta (kuva 9-10). 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 halusivat tietoa myös ydinvoimalan toimintaan liittyvistä asioista sekä vaikutuksista loma-asutukseen. (*Ramboll Finland Oy 2007*.)

#### 9.11.4 Teemahaastatteluiden tulokset

Eurajokelaisten loppusijoitusta koskevia mielipiteitä, asenteita ja mahdollisia huolia tutkittiin teemahaastattelututki-

muksella (*Pöyry Environment Oy 2008*) kesäkuussa 2008. Yhteensä haastateltiin henkilökohtaisesti 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. Posivan edustaja tiedusteli ensin henkilöiden halukkuutta osallistumiseen ja Pöyryn haastattelija sopi tarkemmin haastatteluista. Haastatteluilla selvitettiin haastateltujen näkemyksiä loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksesta turvallisuuteen ja Eurajoen kunnan tulevaisuuteen.

Haastatellut eivät pitäneet loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksia olennaisina verrattuna siihen, että loppusijoituslaitos kuitenkin rakennetaan kuntaan. Kokonaiskuvaksi muodostui, että suurin osa haastatteluista suhtautui loppusijoituslaitokseen neutraalisti tai melko myönteisesti. Kalliosijoitusta pidettiin mahdollisista loppusijoitusvaihtoehdoista parhaana. Kuitenkin myös turvallisuusriskejä nähtiin, pääasiassa pidemmällä aikavälillä. Kukaan haastatteluista ei kokenut varsinaisia pelkoja loppusijoitukseen liittyen, vaikka joitain huolia olikin. Kunnan kannalta positiivisena vaikutuksena nähtiin 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 haastatteluista piti loppusijoitusta kallio-perään kohtalaisen turvallisenä ja totesi, ettei parempaakaan vaihtoehtoa ole. Käsittelyä Suomessa pidettiin ulkomaille viemistä turvallisempina ja myös suomalaisten moraalisenä velvoitteena. Muutamat haastatellut kritisivat 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 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 henkilökohdaiselle 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 energiyhtiöiden ulkomaiset omistukset ja sijoituslaitoksen

omistajien mahdollinen ahneus. Haastatellut pitivät erittäin negatiivisena ajatusta, että Suomesta tulisi Euroopan ”ydinjätekaatopaikka” ja katsoivat, että kunkin maan kuu- luvu hoitaa omat jätteensä omalla alueellaan.

Loppusijoituslaitoksen laajentaminen verrattuna siihen, että hieman pienempi laitos joka tapauksessa tulisi, oli lähes kaikkien haastateltujen mielestä turvallisuuden kannalta joko neutraali tai positiivinen seikka. Useimmat neutraalisti suhtautuvat katsoivat, että ydinjätettä tulee joka tapauksessa paljon. Jos jotakin sattuu, ei ole väliä, vaikka sitä olisi enemmänkin. Laajentamisen puolesta puhuvia argumentteja oli useita. Jos hyvä paikka on löytynyt, sitä kannattaa käyttää ja toiminta keskittää. Käytön aikainen laajentaminen arvioitiin vaaralliseksi. Yleissuhtautumisena välittyi, että ”tehdään nyt kerralla riittävän iso laitos”. Laajentaminen herätti huolta lähinnä siinä mielessä, että useat arvioivat sen liittyvän suunnitelmiin tuoda ydinjätteitä ulkomailta.

### **”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 tulevaisuudensuunnitelmat 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 ollut 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 Eurojoen 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 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 loppusijoituslaitos saattaisi hieman parantaa omia mahdollisuuksia saada työtä paikkakunnalta. Osa haastatelluista arvioi, että laajempi loppusijoituslaitos tuo tuloja ja työpaikkoja enemmän, toiset katsoivat, ettei laajennuksella ole vaikutusta.

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. Laitoksen mitoituksen ei kuitenkaan arvioitu vaikuttavan tähän. Muutamat haastatellut nostivat myös esiin loppusijoitukseen mahdollisesti liittyvät turvallisuusriskit kunnan tulevaisuudesta keskusteltaessa.

### **Vastaajaryhmien väliset erot**

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 aluelajennukset ja mahdolliset pakolunastukset Olkiluodossa. Monilla oli myös konkreettisia paikallisia huolia, kuten huoli porakaivojen vedestä, liikenneturvallisuudesta Olkiluodontiellä sekä kallioperän todellisesta kestävydestä. (*Pöyry Environment Oy 2008*.)

## **9.12 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, aluetalouteen ja Eurajoen kunnan imagoon**

Vuonna 2007 laaditun selvityksen ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aluetaloudelliset, sosioekonomiset ja kunnallistaloudelliset vaikutukset” (*Laakso ym. 2007*) tavoitteena oli laatia viimeisimpien käytettävissä olevien tietojen pohjalta ajantasainen arvio loppusijoituslaitoksen

rakentamisen vaikutuksista Eurajoen kunnan ja laitoksen laajempien vaikutusalueiden työllisyyteen, väestökehitykseen, rakentamiseen ja yhdyskuntarakenteeseen sekä kunnallistalouteen. Tutkimuksessa laitoksen 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 varsinaisen toiminta on lähtenyt käyntiin.

Selvitys perustuu Posivan viimeisimpien suunnitelmien mukaisiin tietoihin laitoksen 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 loppusijoituslaitoksen tähän mennessä toteutuneista sekä tulevaisuudessa odotettavista vaikutuksista alueen työllisyyteen ja väestöön sekä kuntien talouteen, maankäyttöön ja palveluihin.

Loppusijoituslaitoksen sijoittumispäätöksellä, Posivan siirtymisellä Eurajoelle, Vuojoen kartanon peruskorjauksella ja toiminnan uudistamisella sekä loppusijoituslaitoksen 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*).

### **9.12.1 Työllisyysvaikutukset**

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 toi-



mintavaiheessa Eurajoen osuudeksi on arvioitu noin 30 henkilötyövuotta/vuosi. Koko seudun kannalta loppusijoituslaitoksen työllistävä vaikutus on merkittävä, enimmäillään 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 merkittäväällä tavalla positiivisia kunnan ja seudun työllisyyden kannalta. Eurajoella hankkeen arvioidaan lisäävän kunnan työllisyyttä vuositasolla enimmillään vajaa 2 % ja seudulla vajaa 1 %. (Laakso ym. 2007.)

### 9.12.2 Väestövaikutukset

Loppusijoituslaitos luo sijoituspaikkakunnalle ja sitä ympäröivälle vaikutusalueelle lisää työpaikkoja, mikä lisää alueella väestön määrää ja muuttaa väestörakennetta. Arvion mukaan laitoshankkeen kumulatiivinen väestönlisäys Eurajoella on vuoteen 2020 mennessä 80 asukasta, mikä vastaa 1,4 % osuutta kunnan nykyisestä väestöstä. Koko seudulla laitoksen aikaansaama väestönlisäys on vuoteen 2020 mennessä noin 415 henkilöä eli 0,7 % seudun nyky-

sestä väestöstä. Laitoshankkeen väestövaikutus vaikuttaa nuorentavasti Eurajoen kunnan ikärakenteeseen, mutta määrät ovat niin pieniä, että tämä myönteinen vaikutus ei pysty kääntämään kunnan väestön ikääntymistrendiä.

Laitoksen 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.)

### 9.12.3 Vaikutukset kunnallistalouteen

Loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja toiminta vaikuttavat kunnallistalouteen. Sen osalta laitoksen ylivoimaisesti suurimmat vaikutukset kohdistuvat kiinteistöveroon sekä sen vaikutukseen kuntien välisessä verotulotasauksessa. Arvion mukaan loppusijoitustiloista maksetaan kiinteistöveroä 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.

Laitoksen maksama kiinteistövero merkitsee kunnan verotulopohjan vähittäistä vahvistumista kiinteistöveron noustessa vuoteen 2020 asti. Tämä mahdollistaa kunnalle muihin kuntiin verrattuna vahvaa vuosikatetta sekä poikkeuksellista 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 houkuttele-

vamman 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, loppusijoituslaitoksen kunnallistaloudelliset vaikutukset välittyvät pääasiassa kiinteistöveron kautta. Kiinteistövero maksetaan kokonaisuudessaan laitoksen 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 loppusijoituslaitoksen kunnallistaloudelliset vaikutukset Raumalla ja muissa seudun kunnissa Eurajoen ulkopuolella jäävät pieniksi. (Laakso ym. 2007.)

#### 9.12.4 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 laitoksen 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.)

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.)

#### 9.12.5 Loppusijoituslaitoksen vaikutus Eurajoen kunnan imagoon

Hankkeen vaikutuksia Eurajoen kunnan imagoon on arvioitu käyttäen apuna Posivan työraporttia ”Kuntaimagotutkimus 2006” (Corporate Image Oy 2007). Tällä tutkimuksella selvitettiin Eurajoen ulkoista imagoa kuntalaisten, suomalaisten kuluttajien ja yritysten edustajien keskuudessa. Eurajoen kuntaimagoa verrattiin muihin vuonna 1998 mukana olleisiin potentiaalsiin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskuntiin (Äänekoski, Loviisa ja Kuhmo).

Tutkimus toimi seurantalutkimuksena vuonna 1998 toteutetulle vastaavatyypiselle tutkimukselle. 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.

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.

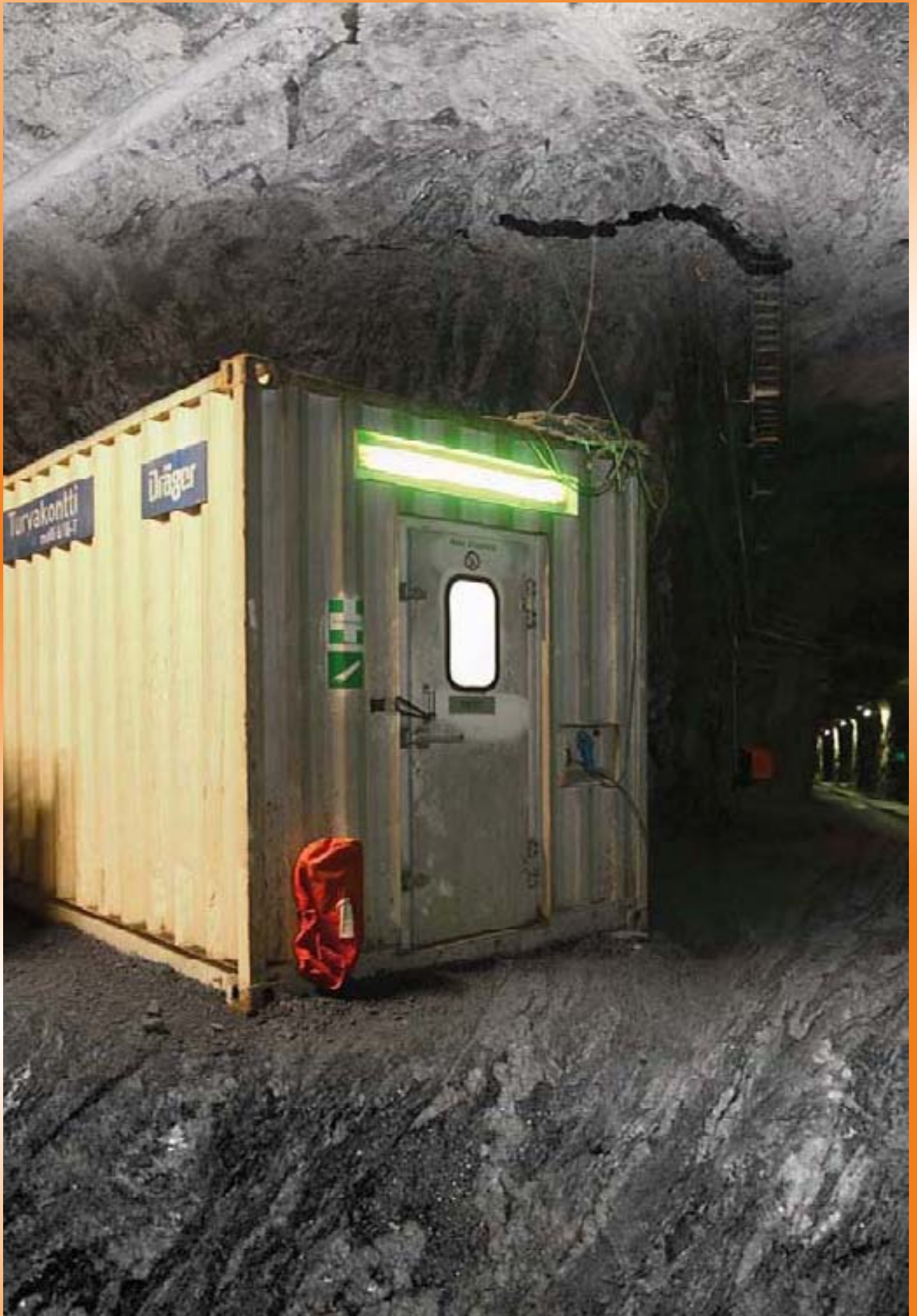
Kaikki vastaajaryhmät (kuntalaiset, kuluttajat, yritykset) arvioivat loppusijoittamisen vaikutuksia Eurajoen kuntaimagoon myönteisemmin, kuin mitä arvioitiin ennen sijoituspäätöstä vuonna 1998. Eurajoen kuntalaisten arviot loppusijoittamisen vaikutuksista kotikuntaansa olivat selvästi muita kuluttajia myönteisemmät. Sijoittamisen 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 edelliskerästä myönteisemmät. (Corporate Image Oy 2007.)



# 10 Turvallisuus ja häiriö- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

## 10.1 Turvallisuusperiaatteet

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 ydinpoltoaineen käsittelystä Suomessa on lähes 30 vuoden kokemukset ydinvoimalaitoksilla.

Osittain suunnittelu perustuu varta vasten kehitettyyn tekniikkaan. Oletettavissa on, että tekninen kehitys tarjoaa tulevaisuudessakin vielä uusia vaihtoehtoja tekniisiin yksityiskohtiin. Koska laitoksen 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. Koko loppusijoitustekniikan kehitystyö ja testaus täydessä mittakaavassa on käynnissä Äspön kalilaboratoriossa Ruotsissa sekä osin myös Suomessa.

Teknisessä suunnittelussa ja turvallisuuden arvioinnissa käytetään samantyyppisiä menetelmiä kuin nykyisten ydinvoimalaitosten suunnittelussa ja turvallisuusanalyseissä. Käytettävien kokeellisten ja laskennallisten menetelmien oikeellisuus todennetaan riippumattomin vertailuin.

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 loppusijoituslaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö ovat jatkuvasti vaatimustenmukaisia. Jatkuva käyttökokemusten seuranta, arviointi ja niistä johdettavat parannukset kuuluvat olennaisena osana toiminnan kehittämiseen. Koska loppusijoituslaitoksen käyttövaihe muodostuu nyt käytössä olevien ydinvoimalaitosten käytön pidentämisestä ja uusien ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöönotosta johtuen huomattavan pitkäksi (luokkaa 100 vuotta), tulee myös laitoksen peruskunnostus ja modernisointi ajankohtaiseksi kesken käyttöjakson.

## 10.2 Säteilyturvallisuus

Valtioneuvoston päätöksen 478/1999 5 § vaatii, että "loppusijoituksesta ei saa millään tarkasteluajanjaksolla aiheutua sellaisia terveydellisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia, jotka ylittäisivät loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidettävän enimmäistason". Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa lähdetään luonnollisesti siitä, että henkilöstön ja ympäristön säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

Vaikka ensisijaisena turvallisuustavoitteena on elollisen luonnon ja ihmisen suojeleminen, valtioneuvoston päätöksessä vaaditaan, että loppusijoitusratkaisun tulee vähintään tuhansien vuosien ajan tehokkaasti estää radioaktiivisten aineiden vapautumista myös kallioperään. Kaikkina aikoina turvallisuus on varmistettava moninkertaisin päästöestein siten, että merkittäviltä ympäristö- ja terveysvaikutuksilta vältytään, vaikka yksittäiset päästöesteen eivätkin jostakin syystä toimitukseen odotusten mukaisesti.

Turvallisuusvaatimukset on määritelty yksilölle sallitavan vuotuisen säteilyannoksen ja keskimääräisten aktiivisuuspäästöjen rajoitusten avulla. VNp:n 478/1999 4 §:n mukaan loppusijoituslaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että

- laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksellisen pieniksi
- odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuvilla laitoksen henkilöstöllä kuu-

lumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiansiannos jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv)

- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiansiannos jää alle arvon 1 mSv.

Loppusijoituslaitoksen häiriöttömästä käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön voidaan katsoa merkityksettömän pieniksi, jos niistä väestön eniten altistuville ihmisille aiheutuva keskimääräinen efektiivinen vuosiansiannos on enintään 0,01 mSv. Efektiivisellä vuosiansiannoksella tarkoitetaan efektiivistä annosta, joka aiheutuu vuoden mittaisena ajanjaksona saatavasta ulkoisesta säteilystä ja kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista. Efektiivinen annos on säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elinten ekvivalenttiannosten painotettu summa, jossa ekvivalenttiannos on säteilyä kudokseen tai elimen massayksikköä kohti keskimäärin siirtyneen energian ja säteilyn painotustekijän tulo.

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan sellaista turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka arvioidaan sattuvan keskimäärin harvemmin kuin kerran vuodessa, mutta jolla on huomattava todennäköisyys sattua ainakin kerran laitoksen käyttöaikana. Käyttöhäiriön seurauksena saattaa käytetty ydinpolttoaine vaurioitua, säteilyannosnopeudet ja radioaktiivisten aineiden pitoisuudet lisääntyä loppusijoituslaitoksen tiloissa tai laitoksen ympäristöön päästä radioaktiivisia aineita.

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan sellaista loppusijoituslaitoksen turvallisuustoimintojen suunnittelupeusteena käytettävää tapahtumaa, jolla on vain vähäinen todennäköisyys tapahtua laitoksen käyttöaikana. Oletetun onnettomuuden seurauksena voi rikkoontua käytettyä ydinpolttoainetta ja vapautua suuria määriä radioaktiivisia aineita 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 luonnonsäteilyä aiheutuvaan riskiin verrattuna, koska onnettomuuden yksittäisille henkilöille aiheuttama annos olisi sitä pienempi, mitä kauempana henkilö asuu.

Käyttöhenkilöstöä koskevat samat annosrajat kuin ydinvoimalaitoksen käyttöhenkilöstöäkin. Annosrajat on annettu säteilyasetuksessa.

### 10.3 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

Taulukko 10-1 Loppusijoituslaitoksen normaalit vuosittaiset radioaktiivisten aineiden enimmäispäästöt ilmakehään käyttövaiheessa ja loppusijoituslaitoksen oletettujen häiriö- ja onnettomuustilanteiden radioaktiivisten aineiden enimmäispäästöt ilmakehään käyttövaiheessa. Määrät esitetään osuuksina kuljetussäiliön sisältämistä enimmäismääristä (CASTOR-TVO-kuljetussäiliö).

Radionuklidi	Päästö (% kuljetussäiliön enimmäissisällöstä)		
	Normaalitoiminta	Häiriötilanne	Onnettomuustilanne
Tritium (Vety-3)	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-1}$
Krypton-85	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-2}$
Strontium-90	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$6,6 \cdot 10^{-10}$	$7,8 \cdot 10^{-7}$
Rutenium-106	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$8,5 \cdot 10^{-7}$
Jodi-129	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$
Kesium-134	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$2,9 \cdot 10^{-8}$
Kesium-137	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$3,4 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$
Plutonium-238	$4,7 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-10}$	$6,1 \cdot 10^{-7}$
Plutonium-239	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$8,6 \cdot 10^{-7}$
Plutonium-241	$3,7 \cdot 10^{-9}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$
Amerikum-241	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$	$8,7 \cdot 10^{-7}$
Curium-244	$5,1 \cdot 10^{-9}$	$8,6 \cdot 10^{-10}$	$4,9 \cdot 10^{-7}$



käyttöhäiriöihin, joista annoksia ei aiheudu välittömästi ja joiden korjaamiseen tähtäävät toimet voidaan kiireettä harkita ja päättää. Häiriötilanteen korjaaminen voi silti tällaisissakin tapauksissa aiheuttaa annoksia myöhemmin.

Välittömästi annoksia synnyttävät käyttöhäiriöt joutuvat joko virheellisestä toiminnasta tai erilaisista laitevikoista. Toiminta on virheellistä, kun polttoaineen 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 polttoaineen 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 rajoitukseksi ajaksi, tulipalot, tulvat ja vesivuodot. Nämä häiriöt voivat johtua erilaisista laitevikoista, virheellisestä toiminnasta tai systeemin ulkopuolisista tapahtumista.

Loppusijoituslaitoksen suunnittelun perustana olevat häiriötilannekuvaukset on esitetty raportissa (*Kukkola 1999*). Vastaava normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden kuvaus on päivitetty vuonna 2003 (*Kukkola 2003*) ja kuvausta ollaan parhaillaan päivittämässä käyttöturvallisuusanalyysin uusimista varten, mutta suuria muutoksia käyttöturvallisuusarvion lopputuloksiin ei ole odotettavissa.

## 10.4 Häiriötilanteiden vaikutukset

### 10.4.1 Häiriötilanteiden päästöt

Loppusijoituslaitoksen häiriötilanteista merkittävimmiksi arvioitiin seuraavat:

- polttoainesauva on menettänyt tiiviytensä kuljetuksen aikana, eikä kuljetussäiliön tyhjentämisen aikana säiliöön vapautuneita radioaktiivisia aineita saada otettua talteen normaalilla tavalla
- toimintavirheen tai laitevian seurauksena polttoainenuippuja kolhitaan kapselointitiloissa ja polttoainesauvoja vaurioituu
- polttoainenuippujen mahdollisen kuivauksen yhteydessä lämpötila nousee tavallista korkeammaksi laitevian seurauksena, jolloin polttoainesauva menettää tiiviytensä tai niin on tapahtunut jo aiemmin.

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. Taulukossa 10-1 esitetään suurimmat arvioidut radioaktiivisten aineiden päästöt ilmakehään yksittäisessä häiriötilanteessa, kun loppusijoituslaitoksen tiloihin vapautuneista kaasumaisista aineista oletetaan pääsevän ympäristöön 100 % ja muista aineista 0,3 %.

### 10.4.2 Säteilyannokset ja vaikutusalueet häiriötilanteissa

Luonnon radon ja sen hajoamistuotteet aiheuttavat säteilyannoksia lähinnä joutuessaan kehoon hengityksen välityksellä. Vesterbacka ja Arvela (1998) ovat arvioineet näistä aiheutuvia säteilyannoksia. Normaalien tilanteiden ja häiriötilanteiden päästöistä aiheutuvia säteilyannoksia on arvioitu ARANO-tietokoneohjelmalla (*Rossi ym. 1999*).

Häiriötilanteiden todennäköisyydet arvioidaan yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Toiminnot suunnitellaan siten, että häiriöiden todennäköisyys on pieni.

Yksittäisen häiriötilanteen aiheuttama annos väestöön kuuluvalla henkilöllä 50 vuoden kuluessa on suurella todennäköisyydellä alle 0,001 mSv. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten selvästi pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo 0,1 mSv vuodessa. Naapurimaissa annokset olisivat useita kertaluokkia pienemmät; etäisyys Olkiluodosta Ruotsin mantereelle on yli 200 kilometriä.

Säteilyannokset ja terveysriskit riippuvat muun muassa loppusijoituslaitoksen ympäristön ominaisuuksista, esimerkiksi väestön määrästä ja sijainnista, väestön elintavoista sekä ilmastosta.

Päästöistä peräisin olevia radioaktiivisia aineita saatettaisiin havaita mittaamalla hyvin pieniä pitoisuuksia laitoksen lähialueella, häiriötilanteiden seurauksena kauempanakin. Pitoisuuksien havaitsemista vaikeuttaisivat luonnon radioaktiiviset aineet ja muualta peräisin olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet. Kokonaisannosnopeutta mittaamalla ei havaittaisi muutoksia ympäristön säteilytilanteessa.

## 10.5 Onnettomuustilanteet

Loppusijoituslaitos tulee olemaan rakenteeltaan sellainen, että polttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat polttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa. Polttoainenuippuja käsitellään vain laitoksen sellaisissa osissa, joiden seinämät on mitoitettu vaimentamaan polttoaineesta tuleva suora säteily vaarattomalle tasolle. Laitoksen valvotun alueen ilmastointi voidaan onnettomuus-

tilanteessa pysäyttää tai siirtää tapahtuvaksi suodatuksen kautta, jolloin lähes kaikki rikkoutuneesta polttoaineesta vapautuneet radioaktiiviset aineet saadaan talteen. Polttoaineen käsittelytiloihin onnettomuustilanteessa mahdollisesti joutuneet kiinteät ja nestemäiset radioaktiiviset aineet kerätään siivouslaitteilla talteen edelleen käsiteltäviksi. Onnettomuustilanteessa mahdollisesti rikkoutuva polttoaineesta vapautuvaa vähäistä määrää radioaktiivista kaasua, lähinnä kryptonin (jalokaasu), on kuitenkin vaikea ottaa talteen.

Onnettomuudet voivat aiheutua vakavista laitevioista tai poikkeuksellisista ulkoisista tapahtumista. Käsittelyvirheistä aiheutuvat onnettomuudet on laitteiden ja toimintojen suunnittelulla pyritty estämään. 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 polttoaineessa voisi tapahtua, jos polttoainepuusta muodostuisi riittävän iso ja sopivan tiheä kasautuma sekä nippujen välinen tyhjä tila täyttyisi vedellä. Onnettomuus estetään suunnittelemalla polttoaineen käsittely- ja varastointitilat sekä käsittelylaitteet siten, että tilanne on käytännössä mahdoton.

Tahalliseen vahingontekoon varaudutaan riittävin turvajärjestelyin. Polttoaine on kapselointilaitoksessa ja loppusijoitustiloissa hyvin suojattuna vahingonteolta.

Vakavat (hypoteettiset) onnettomuudet ovat oletettuja ja onnettomuuksiakin harvinaisempia tapahtumia. Vakavia onnettomuuksia ja niiden seurauksia rajoittavat ainakin seuraavat loppusijoituslaitoksessa yleisesti vallitsevat piirteet:

- käytettyä polttoainetta ei varastoida kerrallaan suuria määriä yksittäisessä kohteessa loppusijoituslaitoksessa
- kriittisyysonnettomuuden mahdollisuus on olematon
- vakavan tulipalon mahdollisuus käytettyä ydinpolttoainetta sisältävissä tiloissa on pienistä palokuormista johtuen olematon
- vaikka suurikin määrä polttoainetta rikkoutuisi kerralla loppusijoituslaitoksessa, ei ole olemassa mekanismeja, joka välittömästi levittäisi polttoaineen sisältämiä radioaktiivisia aineita suurina määrinä ympäristöön. Polttoainesauvoissa olevat kaasumaiset radioaktiiviset aineet todennäköisesti pääsisivät ilmaan, mutta niiden määrä vähintään 20 vuotta jäädytetystä polttoaineesta on pieni eikä

niistä voi aiheutua laajamittaista vaaraa. Nykyisin lähtökohtana on, että polttoainetta varastoidaan keskimäärin 40 vuotta ennen loppusijoittamista.

Käyttöluvan hakemisen yhteydessä häiriö- ja onnettomuustilanteiden varalta laaditaan ohjeisto, jonka mukaisesti henkilökunta pystyy toimimaan siten, että onnettomuuden seuraukset minimoituvat. Hätätilanteita varten tehdään lisäksi suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyistä sekä varataan tätä tarkoitusta varten tarpeelliset mittaus-, viestintä- ja hälytysvälineistöt.

## 10.6 Onnettomuustilanteiden vaikutukset

Loppusijoituslaitoksen täyttyessä turvallisuusvaatimukset radioaktiivisista aineista ei oletetuissa onnettomuussissakaan 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 oletetaan sovellettavan tässä myös loppusijoituslaitokseen. Voidaan myös kuvitella suunnitteluperusteita vakavampia onnettomuuksia, mutta niiden todennäköisyys arvioidaan suunnitteluperusteisia onnettomuuksia pienemmäksi. Tällöin niistäkin yksilölle aiheutuvan terveyshaitan kokonaistodennäköisyyden voidaan arvioida jäävän merkityksettömän pieneksi, vaikka tilanteen sattuessa väestön eniten altistuvien henkilöiden säteilyannos voisi olla suurempi kuin 1 mSv/vuosi.

### 10.6.1 Onnettomuustilanteiden päästöt

Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon ainakin seuraavat oletetut onnettomuudet:

- kuljetussäiliö putoaa; kaikki polttoainesauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä; säiliö pysyy tiiviinä; polttoaine poistetaan säiliöstä hallitusti
- kapseli putoaa; kaikki polttoainesauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä; kapseli pysyy tiiviinä; polttoaine poistetaan kapselistä hallitusti
- kuljetussäiliön kansi putoaa avoimeen säiliöön; 1/10 polttoainesauvoista vaurioituu menettäen tiiviytensä
- polttoainenippu putoaa toisten nippujen päälle; kahden nipun kaikki sauvat vaurioituvat menettäen tiiviytensä

- kapselihissi putoaa kuilun pohjalla iskunvaimentimena toimivaan LECA-soralla täytettyyn siiloon; kapseli ja polttoaineniippujen kaikki sauvat vaurioituvat menettäen tiivytensä.

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. Kapselin rikkoutuessa vesialtaassa ilmaan vapautuu lähinnä vain kaasumaisia aineita. Polttoaine ei kuumene näissä tilanteissa merkittävästi. Radioaktiiviset aineet vapautuvat oletetuissa onnettomuustilanteissa aluksi kapselointitiloihin tai hissikuiluun. Näistä tiloista poistuvan ilman suodatuksen oletetaan toimivan normaalisti.

Taulukossa 10-1 on esitetty suurimmat arvioidut radioaktiivisten aineiden päästöt ilmakehään oletetusta onnettomuudesta, kun loppusijoituslaitoksen tiloihin vapautuneista kaasumaisista aineista on oletettu pääsevän ympäristöön 100 % ja muista aineista 0,3 %.

Loppusijoituslaitoksen käyttö- ja sulkemisvaiheen onnettomuustilanteissa radioaktiivisten aineiden arvioidaan pääsevän ympäristöön ensisijaisesti ilman kautta ja vain vähäisessä määrin laitoksesta poistuvien vesien mukana. Siksi tässä yhteydessä tarkastellaan lähemmin vain ilmakehään vuotavia päästöjä.

### 10.6.2 Säteilyannokset ja vaikutusalueet onnettomuustilanteissa

Onnettomuustilanteiden päästöistä aiheutuvat säteilyannokset arvioitiin samaan tapaan kuin häiriötilanteidenkin säteilyannokset (Rossi *ym.* 1999). Onnettomuustilanteiden todennäköisyydet arvioidaan yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Toiminnot suunnitellaan siten, että onnettomuuksien todennäköisyys käyttövaiheen ja sulkemisen aikana on erittäin pieni.

Suurella todennäköisyydellä oletetun onnettomuustilanteen aiheuttama ensimmäisen vuoden kuluessa kertyvä annos väestöön kuuluvalla henkilölle on alle 0,5 mSv ja 50 vuoden kuluessa kertyvä annos alle 0,8 mSv. 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 ravinnoiksi pääosin omia tuotteita. Pääosa annoksesta kertyy maahan laskeutuneista radionuklideista ravintoketjujen välityksellä samaan tapaan kuin häiriötilanteiden yhteydessä.

Annos on ainakin kertaluokkaa pienempi viiden kilometrin päässä laitoksesta, kauempana tätäkin pienempi.

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 säteilytilanteesta.

Havaitsemista vaikeuttaisivat luonnon radioaktiiviset aineet ja muualta peräisin olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet. Oletetun onnettomuuden vaikutusalue ulottuisi leviämissuunnassa korkeintaan noin viiden kilometrin päähän, kun rajana pidetään vuosiansiosta 0,1 mSv (luonnonsäteilystä keskimäärin n. 3 mSv/vuosi).

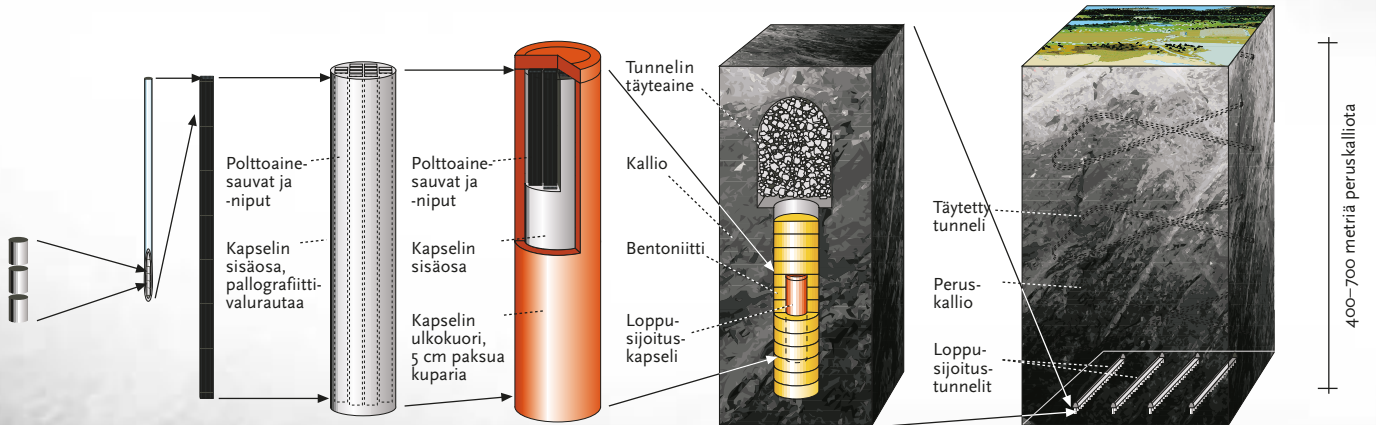
Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvaessa loppusijoituslaitoksen käyttövaihe pitenee. Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvulla tai pidemmällä käyttöajalla ei ole oleellista vaikutusta säteilyannoksiin, joita väestöön kuuluva henkilö saa laitoksen normaalikäytön, odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien seurauksena. Sen sijaan väestön loppusijoituslaitoksen käytöstä saama kokonaisannos ja todennäköisyys, että koko käyttövaiheen aikana tapahtuu käyttöhäiriö tai onnettomuus, kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun. Suurempi polttoainemäärä ei siis lisää yksilötason terveysriskejä. Kun tarkastellaan terveysriskejä koko väestön osalta, ne kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.



## Loppusijoituksen moniesteperiaate

-useat toisiaan varmentavat vapautumisesteet varmistavat pitkäaikaisturvallisuuden

Polttoainepelletti ► Polttoainesauva- ja nipu ► Kapselin sisäosa ► Kapselin ulkokuori ► Bentoniittipuskuri ja loppusijoitustunnelin täyteaine ► 400–700 metriä peruskalliota



# 11 Pitkäaikaisturvallisuus

## 11.1 Pitkäaikaisturvallisuusperusteet

Posivan loppusijoitussuunnitelmat perustuvat KBS-3-konseptiin, joka on Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n kehittämä. Loppusijoituksen perusratkaisussa käytetty polttoaine pakataan vesitiiviisiin, kestäviin kapseliin. Kapselit sijoitetaan 400–700 metrin syvyyteen kallioon, jossa ne ovat erillään ihmisistä ja jossa ne säilyvät ilman huolenpitoa tiiviinä niin kauan kuin niiden sisällöstä voisi ylipäänsä olla olennaista haittaa elolliselle luonnolle.

Kapselin seinämät ja pari metriä kalliota riittävät pysäyttämään käytetystä polttoaineesta 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 siis luvussa 3.3 ja yllä kuvattu moniesteperiaate. Radioaktiiviset aineet ovat useiden toisiaan tukevien, mutta toisistaan mahdollisimman riippumattomien vapautumisesteiden sisällä siten, että yhden vapautumisesteen pettäminen ei vaaranna eristyksen toimivuutta.

Käytetyn ydinpolttoaineen vaarallisuus 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 kallio-perä, jossa kapselit todennäköisimmin ovat vähiten alttiina nopeille olosuhteiden muutoksille. Suomen kallio-perä on saavuttanut nykyisen muotonsa pääosin jo yli tuhat miljoonaa vuotta sitten ja muutokset kallio-perässä ovat tämän jälkeen olleet hitaita ja miljoonien vuosien kuluessa hyvin pieniä. Syvälle kallioon sijoitettuna kapselit ovat suojassa maanpäällisiltä muutoksilta – muun muassa tulevilta jääkausilta – ja samalla ne ovat loitolla ihmisten normaalista elinpiiristä. Koska sijoituspaikaksi on valittu tavanomainen kallio, todennäköisyys, että joku epähuomiossa tunkeutuisi loppusijoitustilojen läheisyyteen, on pieni siinäkin tapauksessa, että tieto loppusijoituspaikan sijainnista on ehtinyt kadota. Kuvassa 11-1 on esitetty kiteisessä kallio-perässä olevan KBS-3-tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan turvallisuuskonseptin pääpiirteet.

## 11.2 Turvallisuusvaatimukset

Loppusijoituksen yleisten turvallisuusmääräysten mukaan (Valtioneuvosto 1999):

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

Turvallisuusmääräykset on esitetty yksityiskohtaisesti ohjeessa YVL 8.4 ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus”. Turvallisuusmääräyksissä vaatimukset on luokiteltu erikseen ennustettavissa olevalle, seuraavien tuhansien vuosien ajanjaksolle, ja pidemmälle ulottuvalle, suuria ilmastomuutoksia kattavalle ajanjaksolle. Ennustettavissa olevalla ajanjaksolla ihmiselle loppusijoituksesta aiheutuvan vuotuisen säteilyannoksen ylärajaksi on asetettu 0,1 mSv. Koska yksittäiselle ihmiselle koituvien säteilyannosten arviointi on sitä vaikeampaa, mitä kaukaisemmasta tulevaisuudesta on kysymys, pitkällä aikavälillä ihmisiin ja ympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointiperusteena käytetään säteilyannosten sijasta loppusijoitustiloista elolliseen luontoon vapautuvien



Kuva 11-1 Kiteisessä kallioperässä olevan KBS-3-tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan turvallisuuskonseptin pääpiirteet. Keltaiset palkit kuvaavat turvallisuuskonseptin ensisijaisia turvallisuustoimintoja, joiden tavoitteena on säilyttää vapautumisesteiden, ennen kaikkea kapselin, toimintakyky. Vihreät palkit edustavat toissijaisia turvallisuuspiirteitä, jotka voivat tulla merkittäviksi siinä tapauksessa, että radionuklideja pääsee vapautumaan kapselista.

radioaktiivisten aineiden määrää aktiivisuuksina (yksiköissä Bq/vuosi ilmaistuna).

STUK edellyttää ohjeessa YVL 8.4, että skenaarioanalyysin tulee käsittää sekä todennäköisinä pidettävät kehityskulut että pitkäaikaisturvallisuutta heikentävät epätodennäköiset tapahtumat. Skenaariot tulee muodostaa systemaattisesti pitkäaikaisturvallisuuden kannalta mahdollisesti merkityksellisistä ilmiöistä, tapahtumista ja prosesseista. Epätodennäköisinä tapahtumina on otettava huomioon ainakin

- syvän porakaivon tekeminen loppusijoituspaikalle
- kallionäytekairaus, joka osuu loppusijoituskapseliin
- huomattavan suuri kallio liikunto loppusijoitustilan lähiympäristössä.

Näiden skenaarioiden seurauksista kerrotaan jäljempänä radionuklidien kulkeutumista käsittelevässä kohdassa.

### 11.3 Turvallisuusperustelu

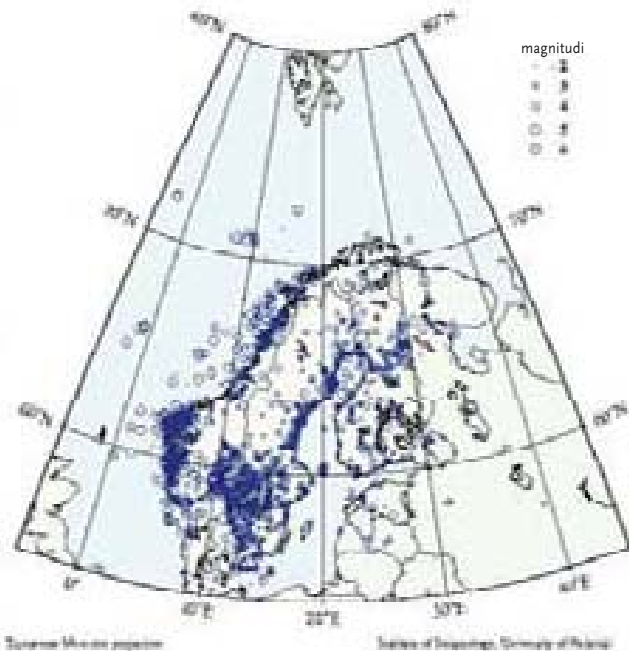
Pitkäaikaisturvallisuustutkimukset on keskitetty Olkiluotoon sen jälkeen, kun eduskunta vuonna 2001 teki periaatepäätöksen (PAP) KBS-3-tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Olkiluotoon. Ennen tätä Olkiluodon ja muiden mahdollisten loppusijoituspaikkojen pitkäaikaisturvallisuutta 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).

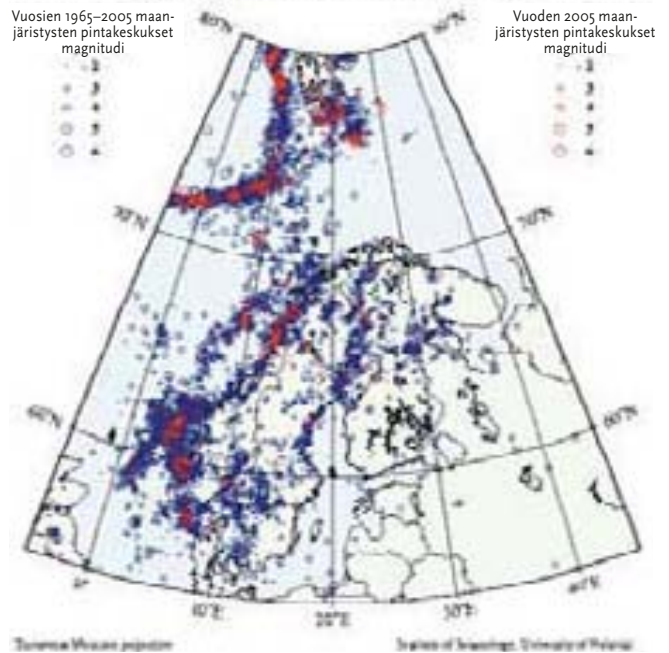
Referenssinä olevan pystysijoitusratkaisun (KBS-3V) rinnalla on kehitetty vuodesta 2002 lähtien kapselin sijoittamista vaakasuuntaisiin reikiin (KBS-3H) yhteistyössä SKB:n kanssa. Vaakasijoitusratkaisulle on vuosien 2003–2007 aikana laadittu kokonaisvaltainen turvallisuusarvio (Smith ym. 2007), jonka tulokset pätevät suurimmaksi osaksi myös pystysijoitusratkaisulle. Meneillään oleva pystysijoitusratkaisua käsittelevä turvallisuusperustelutyö on tuottanut useita eri raportteja vuonna 2005 julkaistun Safety Case -suunnitelman mukaisesti (Vieno & Ikonen 2005). Näistä uusin on radionuklidien kulkeutumisraportti, jossa tarkastellaan radioaktiivisten isotooppien vapautumista loppusijoitustiloista ja kulkeutumista elinympäristöön (Nykyri ym. 2008).

Ruotsalainen SKB on julkaissut vuonna 2006 SR-Can-turvallisuusarvion (SKB 2006), joka keskittyy KBS-3V-loppusijoitusratkaisuun ja kahteen eri sijoituspaikkavaihtoehtoon. Suurin osa turvallisuusarviosta soveltuu pitkälti myös Olkiluodon loppusijoitustiloihin, koska tekninen ratkaisu ja loppusijoituspaikan pääpiirteet ovat samanlaiset.

Maanjäristykset Pohjois-Euroopassa 1375–1964



Maanjäristykset Pohjois-Euroopassa 1965–2005



Kuva 11-2 Maanjäristykset Pohjois-Euroopassa vuosina 1375–1964 (vasemmalla) ja vuosina 1965–2005 (oikealla). Huomaa, että järistysten tiheys ja voimakkuus on matalampi Suomessa kuin muualla Pohjois-Euroopassa. (Lähde: Helsingin yliopisto)

#### 11.4 Todisteet, että kapselit pidättävät radionuklideja vähintään miljoona vuotta

##### **Miten paikan ominaisuudet ja suunnitelman ominaispiirteet parantavat kapselin pitkäaikaiskestävyyttä?**

Käytettyä ydinpolttoainetta sisältävät kuparikapselit ovat mekaanisesti vahvoja ja kestävät korroosiota. Niitä suojaavat myös ympärillä oleva bentoniittipuskuri sekä geologisesti vakaa kallioperä. Loppusijoituspaikalla ei ole sellaisia piirteitä, kuten arvokkaita malmeja, jotka houkuttelisivat syväkairauksiin ja siten häiritsisivät loppusijoitustiloja.

Olkiluoto sijaitsee 1800–1900 miljoonaa vuotta vanhalla kilpialueella Suomen länsiosassa. Kuten yleisesti Suomessa, seisminen aktiivisuus on erittäin pientä. Kuvassa 11-2 on esitetty Pohjois-Euroopassa tapahtuneet maanjäristykset vuodesta 1375 asti. Kuvassa osoittaa, että maanjäristysten tiheys ja voimakkuus Suomessa on alhaisempi kuin monilla muilla alueilla Pohjois-Euroopassa. Keski-Ruotsissa, noin 500 kilometrin etäisyydellä Olkiluodosta, suurin tilastoitu maanjäristys on ollut 5,1 Richterin asteikolla (*Ahjos & Uski 1992*). Suurin Suomessa tilastoitu maanjäristys on ollut 4,9 Richterin asteikolla (tilastot 1880-luvulta asti; *Marcos ym. 2007*). Seisminen aktiivisuus on Olkiluodossa nykyisinkin alhaista (esim. *La Pointe & Hermanson 2002*, *Enescu ym. 2003*, *Saari 2006*, *Saari 2008*).

Bentoniittipuskuri on muovautuva ja se suojaa kapselia pieniltä kallioliikunnoilta, jotka voivat aiheutua loppusijoi-

tustilojen rakentamisesta tai pitkällä aikavälillä jääkauden jälkeisestä paikan seismisestä aktiivisuudesta. Mikrobit, jotka voivat muuttaa lähialueen kemiallisia olosuhteita ja esimerkiksi lisätä kapselin korroosiota, ovat lähes passiivisia puskurissa. Puskuri tarjoaa myös fyysisen esteen, joka estää tehokkaasti kemiallisten aineiden (erityisesti sulfidien) kulkeutumisen kalliosta kapselin pinnalle.

Loppusijoitustunnelit rakennetaan ja kapselit sijoitetaan sellaiseen kallioon, jossa todennäköisyys pitkällä aikavälillä tapahtuviin kallioliikuntoihin on hyvin pieni ja jossa pohjaveden virtaus, pohjaveden kemialliset olosuhteet ja kallion mekaaniset ominaisuudet ovat suotuisia teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta ja toisaalta myös edesauttavat mahdollisesti vapautuneiden radionuklidien pidättymistä. Tällaisen loppusijoitukseen soveltuvan kallion tunnistamiseksi käytetään kallioluokittelua. Kallioluokittelu toteutetaan vaiheittain; ensin tunnistetaan laajemmat kallio-osuudet, joihin loppusijoitustunneleita voidaan rakentaa ja sen jälkeen arvioidaan tarkentuvan tutkimustiedon perusteella yksittäisten sijoitustunnelien ja kapselireikien soveltuvuutta loppusijoitukseen.

##### **Miten kapselien ympärillä ja sisällä olevat olosuhteet kehittyvät ajan kuluessa?**

Kapselin ympärillä ja pinnalla olevat olosuhteet vaihtelevat suuresti ensimmäisten satojen vuosien aikana loppu-

sijoitustilojen sulkemisesta, mutta muutoksilla ei odoteta olevan merkittävää vaikutusta kapselien eheyteen. Esimerkiksi bentoniitti, joka on alkutilanteessa vain osittain vedellä kyllästetty, ottaa vähitellen kalliosta vettä ja paisuu täyttäen kallion ja kapselien välissä olevat asennusvälit. Bentonitiin paisuminen kohdistaa painetta kapselin seinämiin, mutta kapselit on suunniteltu kestävämmän tämänkaltaiset paineet suurella turvamarginaalilla. Ilmassa olevaa happea jää loppusijoitustiloihin tilojen sulkemisen jälkeen, mutta tämä aiheuttaa vain vähän kapselin pinnan korroosiota. Lisäksi hapen aiheuttama korroosio vähenee sitä mukaa, kun happi kuluu pois korroosiossa ja muissa kemiallisissa reaktioissa.

Ajan kuluessa kapselin ympärillä olevat olosuhteet tasa-painottuvat. Pohjavedessä on pieniä määriä sulfideja, jotka aiheuttavat kapselien korroosiota, mutta korroosionopeus on erittäin hidask. Onkin laskettu, että kestää vähintään miljoona vuotta ennen kuin kapseliin tulisi reikä korroosion takia, vaikka otettaisiin huomioon paikallinen keskimääräistä nopeampi korroosio. Korroosionkestoa edesauttaa lisäksi muun muassa bentoniittipuskuri, joka vähentää sulfidien kulkeutumista kalliosta kapselin pinnalle.

Kapselin sisällä syntyy radioaktiivisen hajoamisen seurauksena heliumia, mikä aiheuttaa paineen kasvua. Kestää kuitenkin miljoonia vuosia, ennen kuin paine kasvaa niin suureksi, että se pystyisi rikkomaan kapselin.

Ikiroudan ja jäätiköiden muodostuminen tulevaisuudessa kylmemmissä ilmasto-olosuhteissa voi vaikuttaa maanalai-

siin oloihin. Vaikutukset loppusijoitusvyöhykellä ovat kuitenkin huomattavasti pienemmät kuin kallion pintaosissa. Jääkausia on esiintynyt menneisyydessä säännöllisesti ja niitä odotetaan esiintyvän tulevaisuudessakin, vaikka ihmisen toiminnan vaikutukset, kuten ilmakehään pääsevät kasvihuonekaasut, voivat vaikuttaa niiden ajoittumiseen. Numeeriset simuloinnit viittaavat siihen, että Olkiluodossa ikiroudan ja jään muodostumisella sekä jäätikön edestakaisilla liikehdinnöillä on vain vähän vaikutusta loppusijoitusvyöhykellä olevaan lämpötilaan. Niillä on sitä vastoin vaikutusta pohjaveden virtaamiin kalliosta samoin kuin veden kemialliseen koostumukseen. Nämä vaikutukset ovat tosin vain väliaikaisia. Seisminen aktiivisuus, joka nykyisin on erittäin pientä Olkiluodossa, vaimenee entisestään tulevien jäätiköiden alla (esim. *La Pointe & Hermanson 2002, Enescu ym. 2003, Saari 2006*). Suuret maanjäristykset voivat kuitenkin olla mahdollisia silloin, kun jäätikkö vetäytyy. Loppusijoitustilojen asemointi ja suunnitelmat tehdään siten, että edellä mainitut tapahtumat eivät vaikuta merkittävästi kapselien kestävyys. Kapselien rikkoutumista esimerkiksi jääkauden jälkeisten maanjäristysten aiheuttamana tarkastellaan turvallisuusperustelussa (kuvattu luvussa 11.6.).

#### **Onko luonnossa lisätodisteita, jotka tukisivat kapselien pitkää elinikää?**

Luonnolliset kuparimuodostumat ovat kestäneet eri puolilla maailmaa jo miljoonia vuosia, mitä voidaan pitää to-





disteena kuparikapselien pitkäaikaisesta kestävydestä loppusijoitusolosuhteissa (esim. Marcos 1989). Esimerkiksi Hyrkkölässä ja Askolassa kuparia esiintyy graniittikivissä alkuperäisessä muodossaan, vaikka kupari on altistunut sulfidipitoiselle pohjavedelle hapettavissa olosuhteissa. Lisätodisteita on saatu myös arkeologisista löydöistä. Tästä esimerkkinä Ruotsissa löydetty pronssinen kanuuna, joka oli meren pohjasedimentteihin hautautuneena vuodesta 1676 asti. Tätä voidaan verrata kuparikapseleihin bentoniittisavessa. Kanuunassa havaittiin vain hyvin vähän korroosiota, vaikka merenpohjassa olevat olosuhteet ovat huomattavasti epäedullisemmat kuin loppusijoituksessa (mm. korkeampi happi- ja suolapitoisuus).

## 11.5 Mahdollisista kapselin valmistusvioista aiheutuvat seuraukset

### **Miksi viallisten kapselien joutuminen loppusijoitustilaan on epätodennäköistä?**

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta kapselleilla on keskeinen merkitys. Erityisen tärkeää on tunnistaa kapselia korroosiolta suojaavan kuparikuoren läpi mahdollisesti ulottuvat valmistusvirheet. Mikäli sellainen vika esiintyisi, pääsisi vesi kosketuksiin valurautaisen sisäosan kanssa. Vesi aiheuttaisi hiljalleen raudan ruostumista tuottaen kiinteitä korroosiotuotteita ja vetykaasua. Kalliosta tuleva ja bentoniittisaven läpi tihkuva vesi pääsisi aikaa myöten kapselin sisälle ja muodostaisi kulkureitin, jota pitkin radioaktiiviset aineet voisivat vapautua ja kulkeutua kohti maanpintaa. Kuten jäljempänä lähemmin kuvataan, ovat radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja kulkeutumiseen liittyvät prosessit hyvin hitaita ja vain hyvin pieniä määriä radioaktiivisia aineita pääsisi koskaan maanpinnalle saakka. Tämän vuoksi ympäristövaikutukset jäisivät erittäin vähäisiksi.

Viallisen kapselin pääsy loppusijoitustilaan estetään käyttämällä hyvin tutkittua valmistustekniikkaa ja otamalla käyttöön soveltuva laadunvarmistusmenettely. Mahdollinen vika voisi periaatteessa esiintyä missä tahansa kohdassa kapselia, mutta todennäköisimmin sellainen esiintyisi hitsausaumassa, erityisesti kapselin kannen kiinnityskohdassa. Ruotsissa SKB on laatinut ensimmäisen arvion hitsausmenetelmänsä (kitkatappihitsauksen) luotettavuudesta ja todennut alustavasti SR-Can-turvallisuusselvityksessään, että kuparikuoren läpi ulottuvan viian omaavan kapselin joutuminen loppusijoitettavaksi on mahdotonta. Posiva suunnittelee kapselin kannen sulkemista elektronisuihkuhitsauksella ja pitää kitkatappihitsausta vaihtoehtoisena menetelmänä. Ainetta rikkomaton kapselikomponenttien valmistuksen ja sulkemisen tarkastusmenetelmä valitaan vuoden 2008 loppuun mennessä. Tarkastusmenetelmään ja itse tarkastamiseen liittyvä laa-

dunvarmistusohjelma on toistaiseksi vielä kehitteillä. Siksi ei ole vielä mahdollista määrittää todennäköisyyttä sille, että viallinen hitsaus jäisi huomaamatta tarkastuksessa.

Koska valmistusviallisen kapselin joutumista loppusijoitettavaksi ei voida täysin poissulkea, tämä mahdollisuus on otettu huomioon loppusijoituksen turvallisuustarkasteluissa. Niinpä radioaktiivisten aineiden vapautuminen ja kulkeutuminen viallisesta kapselista ovatkin osa loppusijoituksen turvallisuusanalyysiä (samankaltaisia laskentatarvioita tehtiin SR-Can-turvallisuusarviossa, vaikka tällaisen viian todennäköisyys katsottiin oleellisesti nollassi).

### **Mitä seuraisi, jos viallinen kapseli kuitenkin pääsisi loppusijoitustiloihin?**

Mikäli kapselin sisälle pääsee vettä, siihen liukenee melko nopeasti pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka eivät ole sitoutuneet polttoainematriisiin rakenteeseen tai sitä ympäröivään suojakuoreen. Suurin osa radioaktiivisista aineista vapautuu kuitenkin vasta vähitellen, kun vesi alkaa reagoida polttoaineniippujen komponenttien kanssa. Ydinpolttoaine on käytettynäkin hyvin stabiilia loppusijoituskapselin sisällä odotettavissa olevissa hapettomissa olosuhteissa. Polttoaineen liukenemiseen tai kemialliseen muuntumiseen ja siten radioaktiivisten aineiden valtaosan vapautumiseen kuluu todennäköisesti miljoonia vuosia. Lisäksi monet näistä radioaktiivisista aineista ovat vain hyvin vähäisessä määrin liukoisia kapselin sisällä vallitsevissa olosuhteissa ja niiden pitoisuudet vedessä jäävät siksi alhaisiksi.

Veteen liukenevat radioaktiiviset aineet diffundoituvat asteittain kapselia läpäisevän reiän läpi sitä ympäröivään puskuriin ja sekoittuvat kallion raoissa virtaavaan veteen. Pystysijoitusratkaisussa radioaktiiviset aineet voivat diffundoitua puskurista tunnelitäytteeseen ennen kuin ne sekoittuvat kallion raoissa virtaavaan veteen. Kapselit sijoitetaan sellaisiin kohtiin kalliosta, missä rakoilu on vähäistä ja veden virtaus on hyvin alhainen. Kaikesta huolimatta hitaasti virtaava vesi kuljettaa vapautuneita radioaktiivisia aineita mennessään kohti pintaympäristöä. Radioaktiivisesta hajoamisesta johtuu se, että hitaasti kulkeutuessaan osa radioaktiivisista aineista muuntuu inaktiivisiksi, toisin sanoen ei-radioaktiivisiksi. On myös olemassa joukko kulkeutumista hidastavia prosesseja. Yksi tällainen on kulkeutuvien aineiden hidas eteneminen kiven mikroskoopisessa huokosverkostossa, jossa vesi ei liiku lainkaan ja johon kulkeutuvat aineet diffundoituvat ja siten etenevät hitaasti raoissa virtaavaan veteen verrattuna. Lisäksi monet aineet myös reagoivat fysikaaliskemiallisesti rakopinnojen ja kivimatriisin huokosverkoston mineraalien kanssa. Kapselista ja bentoniittipuskurista vapautumista hidastavat ja päästöjä kallioperään alentavat myös kemialliset re-

aktiot korrodoituvan kapselin sisäosan kanssa sekä bentoniitin mineraalien kanssa.

Hyvin pitkien aikojen kuluessa pieni määrä radioaktiivisia aineita voi päästä maanpinnalle, missä ne voivat esimerkiksi kiinnittyä maaperässä oleviin partikkeleihin, sekoittua vesiin (purot, joet ja järvet) ja osa aineista voi joutua elollisen luonnon kiertoon. Tietokonemallien avulla on arvioitu pintaympäristöön mahdollisesti pääsevien radioaktiivisten aineiden määrää sekä viiallisen kapselin että muiden mahdollisten vaurioon johtavien tapahtumaketjujen tapauksissa, joita tarkastellaan jäljempänä. Sekä yksityiskohtaisilla että pitkälle yksinkertaistetuilla tietokonemalleilla on kuvattu pintaympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden vaikutuksia ihmisiin ja muuhun elolliseen luontoon. Yksinkertainen menettelytapa radioaktiivisten päästöjen vaikutusten ilmaisemiseksi on niin sanottu kaivoannos. Tämän annoksen yksikkönä on Sievert (Sv) ja sillä kuvataan biologisia vaikutuksia sellaisesta säteilyannoksesta, joka saataisiin juomalla vuoden ajan vettä radioaktiivisten aineiden saastuttamasta kaivosta. Sievert on suuri yksikkö ja yleisesti käytännön soveluksissa käytetäänkin sen tuhannesosaa eli milliSievertiä (mSv). Myös yksityiskohtaisempaa mallinnusta on käytetty tarkasteltaessa radioaktiivisten aineiden käyttäytymistä pintaympäristössä. Tulosten perusteella voidaan tehdä samankaltaiset johtopäätökset, kuin saadaan arvioitaessa kaivoannoksia. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi käytetään seuraavassa vain kaivoannosta.

Esimerkkinä turvallisuusarvioissa loppusijoituskonseptille KBS-3V ja KBS-3H lasketuista kaivoannoksista esitetään kuvassa 11-3 tapaus, jossa oletetaan yhdessä kapselissa olevan aluksi kuparikuoren läpi ulottuva pieni, halkaisijaltaan 1 mm:n reikä. Tämä vastaa suurin piirtein sellaista suurinta vikakokoa, joka voisi jäädä huomaamatta nykyisillä ainetta rikkomattomilla tarkastus- ja laadunvalvontamenetelmillä. Reiän koko on tällöin niin pieni, että se vielä rajoittaa merkittävästi radioaktiivisten aineiden vapautumista kapselista. Aikaa myöten kapseliseinämän korrodoituminen voi kuitenkin kasvattaa reiän kokoa. Kuvan 11-3 laskentatapauksissa annoksen voimakas nousu 10 000 vuoden kohdalla aiheutuu oletuksesta, jossa kapseli menettää tuolloin nopeasti ja kokonaan kyvyn rajoittaa sen sisällä olevien radioaktiivisten aineiden päästöjä kapselista ulos. Tällaisen erittäin pessimistisen oletuksen tarkoituksena on kuvata päästöestejärjestelmän käyttäytymistä yhdessä äärimmäisistä tilanteista.

Kaivoannoksen suurin arvo välillä 0,00001 ja 0,00003 mSv tarkoittaa, että mitkä tahansa päästöjen biologiset vaikutukset ovat häviävän pieniä. Vertailukohtana todettakoon, että keskimääräinen Suomessa saatava kaikesta ionisoivasta säteilystä johtuva vuotuinen annos on noin 3,7 mSv, mikä koostuu sekä luonnollisesta että ihmisen tuot-

tamasta säteilystä, kuten lääketieteellisistä röntgentutkimuksista ja Tshernobylin onnettomuuden laskeumasta aiheutuvasta säteilystä. Suomessa ydinjätteen loppusijoitusta koskevat säteilysuojelussäännökset asettavat vuotuiseksi annosrajaksi 0,1 mSv eniten altistuvan ryhmän jäsenille usean tuhannen vuoden ajanjaksolla loppusijoitustilan sulkemisen jälkeen.

## 11.6 Loppusijoitustilaa vaurioittavan suuren maanjäristyksen mahdollisuus ja seuraukset

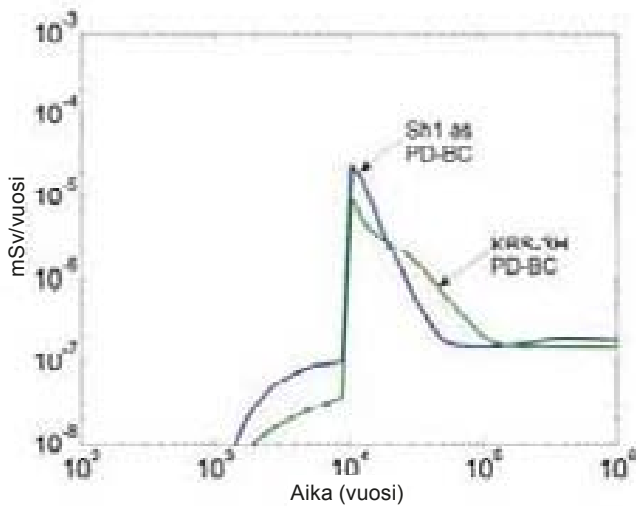
### *Miksi maanjäristyksen aiheuttaman kapselivaurion todennäköisyys on pieni?*

Säteilyturvakeskuksen antamien viranomaisohjeiden mukaan loppusijoitustilan lähiympäristössä tapahtuvan huomattavan suuren kalliosiiroksen merkitys on selvitettävä ja sellaisen seurauksia ja vaikutuksia on tarkasteltava loppusijoituksen turvallisuutta arvioitaessa. Suuri maanjäristys on ainoa ajateltavissa oleva syy suuren kalliosiiroksen syntymiseksi. Vaikka nykyinen seisminen aktiivisuus Olkiluodon alueella on vähäistä, ei suurempaa tulevaisuudessa esiintyvää aktiivisuutta voida sulkea pois. Suurin seisminen aktiivisuus on menneisyudessa esiintynyt jääkauden aikaisen maata peittävän jääkerroksen vetäytymisen jälkeen. Tulevaisuudessa suuria maanjäristyksiä sattuu todennäköisimmin eniten juuri jääkausien loppuvaiheissa.

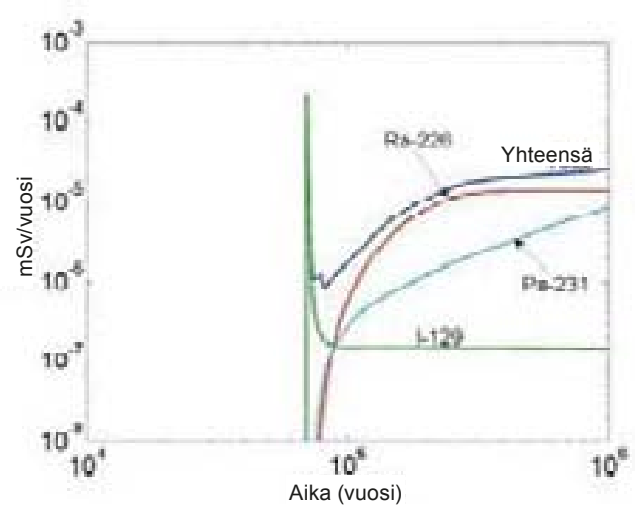
Jo suoritettu ja edelleen jatkuva Olkiluodon alueen geologinen karakterisointi- ja mallinnustyö antaa tietoa niistä geologisista rakenteista, joissa voisi esiintyä suuria maanjäristyksiä tulevaisuudessa. Loppusijoitustiloja suunniteltaessa ja asemoitaessa vältetään sellaisia merkittäviä vyöhykkeitä, joissa voisi tapahtua loppusijoitustilaa ja pitkäaikaisturvallisuutta vaarantavia siirroksia tai joiden ominaisuudet muutoin olisivat haitallisia. Asemointia on käsitelty kohdassa 3.6.2.

Suuri maanjäristys voi kuitenkin laukaista toissijaisia kallioliikahduksia pienemmän mittakaavan raoissa, joita ei voida kokonaan välttää rakennettaessa loppusijoitustunneleita ja -reikiä. Pienemmät siirroksot voivat johtaa bentoniittipuskurin muodonmuutoksiin ja kapseliin kohdistuviin ylimääräisiin jännityksiin. Liian suuret jännitykset voisivat johtaa kapselin mekaaniseen vaurioitumiseen.

Toissijaiset kapselita vaurioittavat siirtymät tapahtuvat todennäköisimmin laajuudeltaan suurissa raoissa. La Pointe & Hermanson (2002) ovat arvioineet maanjäristysten aiheuttamien siirtymien ja kapselien vaurioitumisen todennäköisyyksiä Olkiluodon rakennettavassa loppusijoituslaitoksessa. Tulosten perusteella vaurioitumisriski on hyvin pieni. Vaurioitumisriskiä voidaan edelleen vähentää valitsemalla loppusijoitusreiän paikka tunnelissa siten,



Kuva 11-3 Laskettu kaivoannos kapselin kuparikuoren läpäisevän vian tapauksessa. Sininen käyrä "Sh1 as PD-BC" on radionuklidien kulkeutumistutkimuksesta RNT-2008 KBS-3V vaihtoehdossa (Nykyri ym. 2008). Vihreä käyrä "KBS-3H PD-BC" on KBS-3H-vaihtoehdon turvallisuusarviosta (Smith ym. 2007).



Kuva 11-4 Lasketut kaivoannosnopeudet (vuotuiset annokset) ajan funktiona kapselin vaurioituessa 70 000 vuoden kuluessa (Nykyri ym. 2008). KBS-3V-vaihtoehdolle on kuvassa esitetty kokonaisannos kaikista radioaktiivisista aineista sekä erikseen kolmelle tärkeimmälle nuklidille.

ettei tällainen rako leikkaa loppusijoitusreikää. Vaikeutena on, että raon ulottuvuutta päästään harvoin, jos milloinkaan, mittaamaan luotettavasti. Rakojen koosta saadaan kuitenkin jonkinlainen kuva tarkastelemalla raon ja maanalaisten tilojen, kuten tunneleiden ja loppusijoitusreikien leikkauskohtia. Esimerkiksi Hagros ym. (2005) ovat esittäneet, että havaittu rakojäljen pituus huomioitaisiin arvioitaessa sijoitusreiän soveltuvuutta loppusijoitukseen.

Ruotsalaisessa alustavassa turvallisuusarviossa, SR-Canissa, kehitettiin kriteeri, jonka mukaan loppusijoitusreiän ajateltu paikka hylätään, jos laajamittaisen raon leikkausjälki tunnelin seinämällä osoittaa raon leikkaavan myös ajateltua loppusijoitusreikää. Loppusijoitusreikä tai sen paikka hylätään lisäksi tilanteessa, jossa rakojälki voidaan havaita useammassa peräkkäisessä kohdassa (SR-Canin mukaan viidessä). Jos kyseiseen paikkaan olisi jorattu loppusijoitusreikä, se vain täytettäisiin, eikä siihen sijoitettaisi kapselia. Tätä SR-Canissa esitettyä kriteeriä kutsutaan tunnelin täyden leikkauksen täydennetyksi kriteeriksi (Expanded Full Perimeter Intersection Criterion, EFPC).

Joitakin sellaisia rakoja, joihin liittyy kapselia vaurioittavan siirtymän mahdollisuus, voi silti jäädä huomaamatta. Mallien avulla tarkasteltuna SR-Canissa todettiin kuitenkin, että sovellettaessa EFPC-kriteeriä ruotsalaisille ehdokaspaikoille sellaisten sijoitusreikäpaikkojen todennäköisyys, joissa vaurion aiheuttava siirtymä voisi tapahtua suuren maanjäristyksen yhteydessä, on hyvin pieni (0,00008 Forsmarkin ja 0,0004 Laxemarín alueella). SKB:n tapauksessa loppusijoitustilan 6 000 kapselin määrälle todennäköisin tilanne olisi siten se, että korkeintaan yksi tai kaksi kapselia sijoitettaisiin vahingossa vaurioalttiiseen paik-

kaan. Mikäli sijoitusreiän valintakriteereitä ei käytettäisi ollenkaan, olisi vaurioalttiiden sijoitusreikien esiintymistodennäköisyys Forsmarkissa 0,019 eli 114 reikää kaikkiaan kuudesta tuhannesta (Hedin 2005). Tämä esimerkki osoittaa, että sijoitusreikien paikan valinnalla voidaan merkittävästi vähentää siirtymien aiheuttamia vaurioita.

Rakotiheys ja rakojen koot Olkiluodossa ovat kuitenkin riittävän samankaltaisia siten, että samantapainen yleinen johtopäätös on oletettavissa. Tehdyssä KBS-3H-turvallisuusarviossa arvioitiin 16 kapselin kolmesta tuhannesta olevan alttiina kallioliikahdukselle suuren maanjäristyksen sattuessa (Smith ym. 2007). Vastaava arvio vauriolla alttiiden kapselien määrästä KBS-3V-tapauksessa on 20 (Pastina & Hellä 2006). Tämä on paljon suurempi osuus kuin SR-Canissa on arvioitu, koska EFPC:tä vastaavaa kriteeriä ei käytetty loppusijoitusreikien paikkojen hylkäämiseen suurten rakojen vuoksi. Vaikka loppusijoitusreiän paikan hyväksymiskriteeri jääkin tulevan kehittämisen tehtäväksi, voidaan odottaa, että arviota noin 20 kapselin sijaitsemisesta vaurioalttiissa paikassa voidaan merkittävästi pienentää sopivalla paikkojenhyväksymiskriteerillä.

### Mitä tapahtuisi suuren maanjäristyksen kohdistuessa loppusijoitustilaan?

Koska kapselivauriota ei voida kokonaan sulkea pois suuren maanjäristyksen sattuessa loppusijoitustilan lähiympäristössä, vaikka loppusijoitusreikien sijoittelussa vältettäisiin laaja-alaisia rakoja, on tällaisesta vaurioitumisesta aiheutuvia radioaktiivisten aineiden päästöjä arvioitu sekä SR-Canissa että Olkiluotoa koskevissa turvallisuustarkasteluissa kummallekin vaihtoehdolle KBS-3V:lle ja KBS-3H:lle.

Kuten edellä on todettu, voimakkaimmat maanjäristykset ovat odotettavissa loppusijoituspaikalla olevan pinnan jääpeitteen vetäytyessä. Ikiroudan ja jääpeitteen muodostumisen sekä jään vetäytymisen ajankohdat ovat epävarmoja erityisesti kasvihuonekaasujen ilmakehään tapahtuvien päästöjen vaikutusten epävarmuuksien vuoksi. Olettamalla kuitenkin viime jääkauden vaiheiden toistuvan voidaan seuraavaksi tulevan jääkauden vetäytymisvaiheen ja siten jääkauden sulamisvesien tunkeutumisen loppusijoitusvytydelle odottaa tapahtuvan noin 70 000 vuoden kuluttua.

Jääkausien vetäytymisvaiheessa jääkauden sulamisvedet voivat tunkeutua loppusijoitusvytydelle. Sulamisvesien tunkeutumisen vaikutusta on käsitelty kohdassa 11.9.

Esimerkki vuonna 2008 julkaistussa radionuklidien vapautumis- ja kulkeutumisanalyysissä tällaisen luonnonmullistuksen varalta lasketuista kaivoannoksista erälle tärkeimmille radionuklideille esitetään kuvassa 11-4 (*Nykyri ym. 2008*). Annokset on laskettu yhdestä vaurioituneesta kapselista vapautuville aineille KBS-3V-vaihtoehdossa. Kapselivaurion oletetaan aiheutuvan kalliosiiirroksesta 70 000 vuoden kuluttua loppusijoitustilan sulkemisesta. Kalliosiiirroksen oletetaan pessimistisesti paitsi vaurioittavan kapselia myös alentavan bentoniittipuskurin ja kallion kykyä vähentää radioaktiivisten aineiden vapautumista ja viivästyttää niiden pääsyä maanpinnalle.

Yhden kapselin vauriolle lasketun vuotuisen kaivoannoksen huippuarvo 0,0002 mSv saavutetaan hyvin pian kapselin vaurioitumisen ajankohdan jälkeen. Tämän jälkeen annos pienenee nopeasti, kunnes se alkaa uudelleen kasvaa, jatkaen kasvuaan miljoonan vuoden tarkastelujaksan loppuun asti. Hyvin pessimistisessä tapauksessa, jossa ei oteta huomioon mahdollisuutta välttää suurempia rakoja EFPC-kriteeriä käyttäen, tai KBS-3H vaihtoehdon tapauksessa muun samankaltaisen kriteerin mukaan, 16 kapselia kaikkiaan kolmesta tuhannesta voisi vaurioitua kalliosiiirroksessa. Tällöinkin pahin mahdollinen vuotuinen kaivoannos olisi vain 0,003 mSv (ja jonkin verran pienempi, elleivät nämä kapselit vaurioituisi samanaikaisesti vaan ajankohdat jakautuisivat pitkälle, esim. miljoonan vuoden ajanjaksolle). Täten arvioitu annos jää selvästi alle ydinjätteen loppusijoitusta koskevan viranomaisen määräämän rajan eniten altistuville ihmisille (0,1 mSv vuodessa). Arvioitu annos on myös noin tuhannesosa Suomessa keskimäärin kaikesta säteilystä saatavasta vuotuisesta annoksesta. Lisäksi on syytä huomata, että viranomaisohjeen YVL 8.4 mukaan epätodennäköisten tapahtumien, kuten huomattavan suuren kallioliikunnan tapahtuminen loppusijoitustilan lähiympäristössä, pieni todennäköisyys voidaan ottaa huomioon verrattaessa annoksia viranomaisen määräämiin rajoihin.

## 11.7 Loppusijoitustiloihin tunkeutuminen ja sen seuraukset

### *Miksi Olkiluodon loppusijoitustiloihin tunkeutuminen on epätodennäköistä?*

Jos loppusijoituskapselien läheisyyteen mentäisiin ilman asianmukaisia suojausta sadan vuoden sisällä loppusijoituksesta, tästä aiheutuisi vakavan terveyshaitan vaara. Välittömät terveyshaitat olisivat mahdollisia, mikäli tiloihin tunkeutuja oleskelisi paljaiden kapseleiden lähellä useita tunteja. Ympäristön ja erityisesti ympäristössä asuvien ihmisten näkökulmasta merkittäviä terveyshaittoja olisi odotettavissa ainoastaan, mikäli kapseleita tuotaisiin maanpinnalle ja avattujen kapseleiden sisältö levitettäisiin ympäristöön.

Tieto loppusijoitustiloista ja siellä olevasta käytetystä ydinpolttoaineesta on suunniteltu säilytettävän tuleville sukupolville, jotta heillä olisi täydelliset tiedot loppusijoitustiloista ja siitä aiheutuvista vaaroista. Ihmisen toimista johtuvat tapaturmaiset tai tahattomat loppusijoitustilojen häiriöt ovat epätodennäköisiä ainakin niin kauan kuin mainittu tieto loppusijoituksesta säilyy.

Koska yhteiskunnallista kehitystä pitkien aikojen päähän on vaikea ennustaa, tiedon säilymistä ei voida taata ikuisiksi ajoiksi. Olkiluodossa ei kuitenkaan ole luonnonvaroja, jotka houkuttelisivat esimerkiksi sellaisten syvien kallioakrausten tekemiseen, joista voisi aiheutua häiriötä tai vahinkoa loppusijoitustilojen toimintaan. Alueella ei ole taloudellista potentiaalia öljyn tai kaasun etsintään tai tuotantoon (vaikka syvissä pohjavesissä onkin huomattava pitoisuus metaania ja joitain korkeampia hiilivetyjä, pitoisuudet ovat taloudellisesti kannattavaa tuotantotoimintaa ajatellen liian alhaisia). Koska geotermisen gradientin eli lämpötilan nousu maankuoressa syvyyden kasvaessa on pieni, geotermisen lämmön hyödyntäminen on epätodennäköistä. Alueella ei myöskään ole viitteitä metallimalmista tai teollisuusmineraaliesiintymistä, joilla saattaisi olla taloudellista merkitystä tulevaisuudessa.

Toisaalta loppusijoitustiloissa oleva huomattava määrä käytettyä polttoainetta sekä korkealaatuinen kupari saatetaan tulevaisuudessa mieltää niin arvokkaaksi raaka-aineksi, että tiloihin mennään tarkoituksellisesti. Voimassa olevat päätökset edellyttävät loppusijoitustilojen avaamis- ja mahdollisuuden osoittamista (*Valtioneuvosto 2000*). Näissä tapauksissa tieto loppusijoitustiloissa olevasta polttoaineesta ja kuparista tarkoittaa, että tiloihin menijät ovat todennäköisesti tietoisia myös niiden hyödyntämiseen liittyvistä vaaroista ja vaikeuksista. Myös vastuu mahdollisista seurauksista on silloin tiloihin menijöillä. (*Grimwood & Thegerström 1990.*)

### **Mitä loppusijoitustiloihin tunkeutumisesta seuraisi?**

Suomalainen säännöstö edellyttää pitkäaikaisturvallisuuden arviointia tilanteessa, jossa loppusijoituspaikalle tehdään syvä porakaivo sekä tilanteessa, jossa kallionäytekairaus osuu jätekapseliin. Porakaivoskenaarion seurauksia arvioidaan tietokonemallinnuksen avulla osana vuonna 2008 julkaistua arviota radionuklidien kulkeutumisesta (*Nykyri ym. 2008*). Kallionäytekairauskenaariota arvioidaan myöhemmin biosfäärianalyysissä.

Tulevaisuuden kairauksista johtuvaa kapselin vaurioitumisen mahdollisuutta on käsitelty ruotsalaisessa SR-Canturvallisuusarviossa. Siinä oletettiin kairauksen tapahtuvan 300 vuotta tilojen sulkemisen jälkeen. Konservatiivisesti oletettiin polttoaine-elementtejä tuotavan maanpinnalle, niitä jätettävän suojaamattomiksi ja ihmisten oleskelevan niiden läheisyydessä. Vasta tällaisesta tapauksesta osoitettiin aiheutuvan merkittäviä terveysvaikutuksia. Jätekapseliin osuvan kairareian käyttäminen kaivona talousveden hankintaan on vähemmän merkityksellistä. Tälle tapaukselle lasketut keskimääräiset vuosiansiokset olivat 0,1–1 mSv. Tämä annos on jonkin verran pienempi kuin suomalaisten saama annos luonnon taustasäteilystä (noin 3 mSv vuodessa).

## **11.8 Epävarmuudet loppusijoitettavan polttoaineen määrässä ja tyypissä**

### **Mitä seuraa tähän mennessä suunniteltua suuremman polttoainemäärän loppusijoittamisesta alueelle?**

TVO ja Fortum ovat arvioineet reaktoreissaan tuotetun loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrän seuraavaksi:

- Loviisa 1-2: 698 kapselia sisältäen 1 018 tU käytettyä ydinpolttoainetta
- Olkiluoto 1-2: 1 210 kapselia sisältäen 2 533 tU käytettyä ydinpolttoainetta
- Olkiluoto 3: 932 kapselia sisältäen 1 980 tU käytettyä ydinpolttoainetta
- yhteensä: 2 840 kapselia sisältäen 5 531 tU käytettyä ydinpolttoainetta.

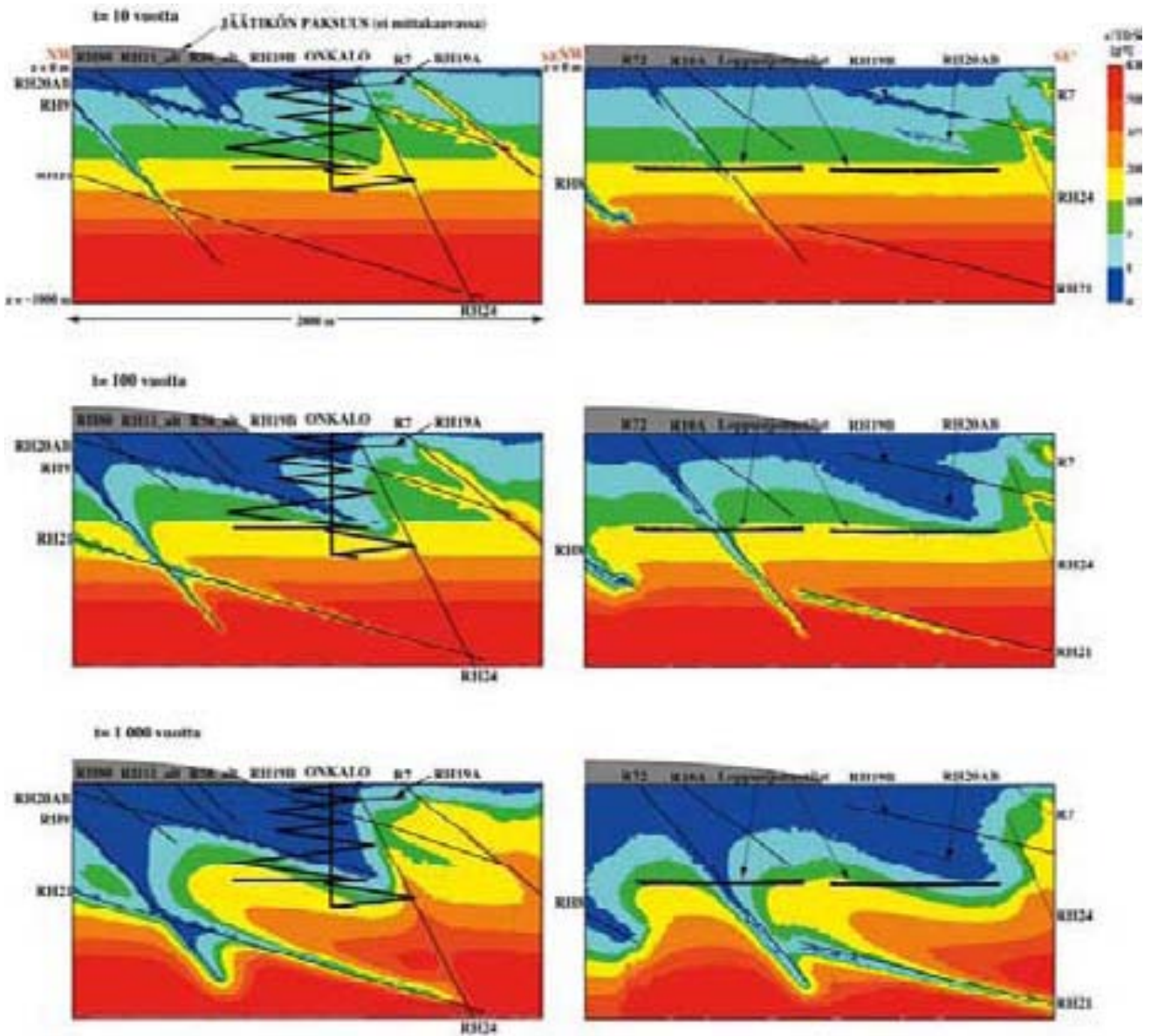
Nämä arviot ovat olleet KBS-3V- ja KBS-3H-turvallisuusarvioiden lähtökohtia. Näihin arvioihin sisältyy epävarmuuksia ja esitettyjä lukuja on suurennettava esimerkiksi pidennettäessä reaktorien käyttöikä. Tämän lisäksi TVO on hakenut periaatepäätöstä Olkiluoto 4:lle. Posiva varautuu myös siihen, että myös Fortum saattaa jättää periaatepäätöshakemuksen Loviisa 3 -laitosyksikölle. Posivan edellinen YVA-selvitys vuodelta 1999 koski 9 000 uraanitonin loppusijoituksen ympäristövaikutuksia. Tämä selvitys koskee vaikutuksia, joita koituisi polttoainemäärän kasvattamisesta 9 000 uraanitonista 12 000 uraanitonniin.

Loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrän kasvattaminen edellyttää loppusijoitustilojen laajentamista alueellisesti, mikäli loppusijoitustiloja ei suunnitella kahden kerrokseen. Alustavissa loppusijoitustilojen asemointisuunnitelmissa 3 000 käytetyn polttoaineen kapselia kattaisi 80–95 % nykyisin hyvin tunnetusta ja käytettävissä olevasta Olkiluodon kalliooperästä. Loppusijoitettavan polttoainemäärän merkittävä lisäys vaatii tästä syystä kalliooperätutkimusalueen laajentamista. Tutkimusalueen laajennus sijaitsisi todennäköisesti nykyiseltä tutkimusalueelta itään, kuten luvussa 3 on esitetty (kuva 3-5).

Kunkin kapselin lämmöntuotto nostaa sen lähialueen lämpötilaa. Mikäli kapselien lähialueiden lämpötila nousee liian korkeaksi, bentoniittipuskurissa saattaisi ilmetä kemiallisia muutoksia, jotka heikentäisivät sen kapselia suojaavia ominaisuuksia. Loppusijoitustilojen kokonaislämmöntuotto on karkeasti suoraan verrannollinen loppusijoitustiloissa olevien jätekapselien määrään. Kapselien lähialueen lämpötilan ei kuitenkaan oleteta olevan erityisen herkkä loppusijoitustiloihin sijoitettujen kapselien kokonaismäärän suhteen, koska kapselit sijoitetaan joka tapauksessa toisistaan erilleen siten, että liiallinen lämpötilan nousu vältetään.

Todennäköisyyden, että yksittäinen vaurioitunut kapseli läpäisee sulkemisen jälkeisen tarkastuksen, katsotaan olevan riippumaton kapselien kokonaismäärästä. Samoin todennäköisyyttä, että loppusijoitusreikää leikkaa kalliooperän rako, joka mahdollistaa maanjäristyksen yhteydessä mahdollisesti tapahtuvan yhtä kapselia vaurioitettavan kalliosiiroksen, pidetään riippumattomana jätekapselien lukumäärästä. Edellä mainitut todennäköisyydet pyritään pitämään pieninä noudattamalla tehokkaita laadunvarmistusmenettelyjä. Loppusijoitustiloissa mahdollisesti vioittuvien kapselien lukumäärä ja siten kalliooperään vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrä on siksi karkeasti ottaen suhteessa kapselien kokonaismäärään.

Kalliooperän radionuklidien pidätyskykyä varmentaa sijoitusreikiä ympäröivä keskimääräistä ehyempi lähikallio. Suurin osa mahdollisesti vioittuneista kapselista sijaitsee todennäköisesti hyvinkin ehjässä kalliossa, jossa radionuklidien kulkeutuminen on hidasta, kun taas jotkin kapselit voivat sijaita vähemmän suotuisissa kohdissa, joista kulkeutuminen kohti maanpintaa voi olla nopeampaa. Kallioliikuntojen vaurioittamat kapselit tulisivat mitä todennäköisimmin olemaan kapselien läheisyydessä olevien nopeimpien virtausreittien kohdalla, mutta kapselien vaurioittamaan kykenevien kallioliikuntojen todennäköisyyttä ennen seuraavaa jääkautta pidetään toisaalta hyvin pieninä. Kaiken kaikkiaan maanpinnalle saakka päässeiden radioaktiivisten aineiden kokonaismäärä olisi kuitenkin karkeasti ottaen verrannollinen rikkoutuneiden kapselien kokonaismäärään.



Kuva 11-5 Tietokonemallinnuksella arvioitu laimeiden pintavesien (kuvassa tumman sinisellä) tunkeutuminen syvemmälle kallioperään eri aikoina. Sulamisvesien lähteenä toimiva jäätikkö on kuvassa harmaana. Pohjaveden suolapitoisuus (g/l, grammaa litrassa) ilmaistaan liuenneiden kiintoaineineen (TDS, Total Dissolved Solids) avulla. (Pastina & Hellä 2006.)

Kun kapselivaurion syynä on tarkastuksen läpäissyt kapselin lävistävä vika, edellä kuvatut lasketut vapautuneiden radioaktiivisten aineiden määrät jäävät niin pieniksi, että vaikka kaikkien loppusijoitettujen kapselien olettaisiin olevan jollain tavalla vioittuneita ja vaikka kaikkien näin vapautuneiden radioaktiivisten aineiden olettaisiin kulkeutuvan samaan talousvesikaivoon, arvioidut säteilyannokset seuraavien tuhansien vuosien aikana alittaisivat edelleenkin määritellyt yksilöannosrajat. Käytännössä voidaan kuitenkin arvioida, että korkeintaan muutama viollinen kapseli läpäisee tarkastuksen. Siksi vaikka viollisten kapseleiden todennäköinen lukumäärä kasvaisikin kapseleiden kokonaismäärän kasvaessa, ei siitä aiheutuvalla päästöjen kasvulla ole merkittäviä vaikutuksia ihmisille tai

muulle elolliselle ympäristölle. Lisäksi on syytä huomata, että mikäli loppusijoitustilojen pinta-ala kasvaisi, niin todennäköisyys, että useasta rikkoutuneesta kapselista peräisin olevat päästöt kulkeutuisivat yhteen ja samaan talousvesikaivoon, pienenesi entisestään.

Maanjäristyksen sattuessa arvioidut päästöt maanpinnalle saakka voisivat olla suuremmat kuin valmistusviallisten kapselien tapauksessa. Tämä johtuu olettamuksesta, että myös bentoniittipuskurin ja lähialueen kallion kyky viivästyä radionuklideja heikkenee maanjäristyksen vaikutuksesta. Tässä tapauksessa pitäisi kuitenkin useamman kymmenen kapselin vioittua ennen kuin päästöt ylittäisivät viranomaisten asettamat päästörajat. Huolehtimalla siitä, että kapselit sijoitetaan sellaisiin paikkoihin kallioiden

sa, joissa merkittävien siirrostojen todennäköisyys on pieni, todennäköisyys monien kapselien yhtäaikaiseen rikkoutumiseen on pieni kapselien kokonaislukumäärästä riippumatta.

### **Mitä seuraisi nykyistä merkittävästi korkeampipalamisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta alueelle?**

Käytetyn polttoaineen (poisto)palamalla tarkoitetaan silmä tuotetun energian määrää massayksikköä kohden. Mitä suurempi polttoaineen poistopalama on, sitä vähemmän polttoainetta tarvitaan tietyn energiamäärän tuottamiseen ja sitä pienemmäksi jää myös käytetyn polttoaineen määrä. Käytetyn polttoaineen palama vaikuttaa kuitenkin polttoaineen radionuklidikoostumukseen ja lämmöntuottoon. Rikkoutuneen kapselin tapauksessa palamalla on merkitystä myös radionuklidien päästönopeuden kannalta.

KBS-3V- ja KBS-3H-konsepteihin perustuvien loppusijoitusratkaisujen turvallisuusselvityksissä on käsitelty kolmen tyyppistä polttoainetta: VVER-440 -polttoaine LO<sub>1</sub>- ja LO<sub>2</sub>-reaktoreista, BWR-polttoaine OL<sub>1</sub>- ja OL<sub>2</sub>-reaktoreista sekä EPR-polttoaine OL<sub>3</sub>-reaktorista. Suurimassa osassa turvallisuusanalyysien laskelmia oletettiin rikkoutuneen kapselin sisältäneen BWR-polttoainetta OL<sub>1</sub>- tai OL<sub>2</sub>-reaktoreista. Polttoaineen tyyppistä johtuvat erot päästöissä maanpinnalle havaittiin pieniksi. Laskelmissa oletettiin käytetyn polttoaineen palamaksi 40 MWd/kgU ja väkevöintiasteeksi 4,2 %, mikä on varsin korkea.

Korkeampi palama nostaa polttoaineen ionisoivan säteilyn intensiteettiä. Veden päästyä rikkoutuneeseen kapseliin ionisoiva säteily voi katkoa vesimolekyylien kemiallisia sidoksia. Ilmiötä kutsutaan radiolyysiksi, joka periaatteessa voi nopeuttaa radioaktiivisten aineiden vapautumista kiinteästä polttoaineesta. Valurautasisuksen korroosion ja siitä syntyvän vedyn odotetaan kuitenkin hallitsevan kapselin kemiallisia olosuhteita. Näin ollen radiolyysin ei oleteta merkittävästi vaikuttavan radionuklidien vapautumisnopeuksiin polttoaineesta edes korkeammilla palamilla (Cui ym. 2008).

Korkealla palamalla on merkittävä vaikutus polttoainesauvan vapaaseen tilaan ja polttoainepellettien sisäisiin tyhjiin tiloihin sekä huokosiin kerääntyvien radioaktiivisten aineiden määrään. Veden päästessä kapseliin nämä aineet vapautuvat suhteellisen nopeasti verrattuna esimerkiksi polttoainematriisissa oleviin radionuklideihin. Näiden nopeasti vapautuvien radionuklidien määrä on tärkeä pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. I-129-isotoopin välittömästi vapautuva osuus hallitsee säteilyannosta, joka aiheutuu alun perin viiallisen kapselin loppusijoittamisesta. Tämä osuus pyrkii kasvamaan palaman kasvaessa. PWR- ja BWR-polttoaineiden välittömästi vapautuvaa osuutta kuvaavia malleja on kehitetty EU-hankkeessa ”Spent Fuel Stability

Project” (Nagra 2005) 37–75 MWd/kgU:n palama-arvoille. Hankkeessa saadut tulokset viittaavat siihen, että esimerkiksi BWR-polttoaineen I-129-isotoopin välittömästi vapautuva osuus voisi kolminkertaistua palaman kasvaessa 41 MWd/kgU:sta 48 MWd/kgU:aan sekä seitsenkertaistua PWR-polttoaineen palaman kasvaessa 41 MWd/kgU:sta 75 MWd/kgU:aan. Mallilla saatuja tuloksia ei ole verrattu koekellisiin tuloksiin, mutta sen uskotaan kuitenkin yliarvioivan välittömästi vapautuvien isotooppien osuutta. Vapautuvan jodin määrän kasvu ei silti johtaisi annosrajoitusten ylittymiseen alun perin viiallisen kapselin tapauksessa.

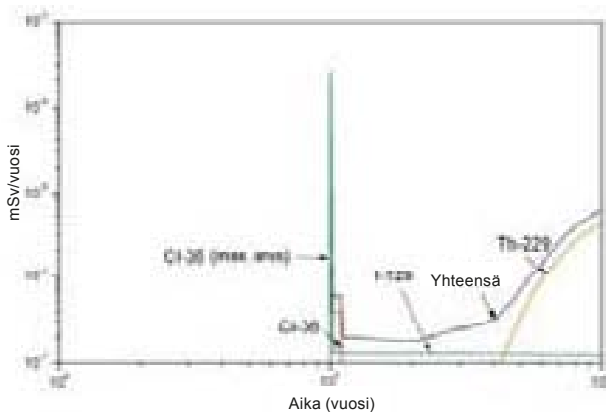
## **11.9 Muut epävarmuudet**

### **Onko olemassa muita kapselin rikkoutumiseen johtavia skenaarioita ja mitkä olisivat niiden seuraukset?**

Mahdollisia skenaarioita, jotka voisivat johtaa kapselin vaurioitumiseen miljoonan vuoden kuluessa, on tutkittu useissa viime vuosina julkaistuissa turvallisuusanalyysissä Suomessa ja Ruotsissa. Vioittuneita kapseleita, laajoja maanjäristyksiä ja ihmisten tunkeutumista loppusijoitustiloihin kuvaavat skenaariot on jo käsitelty edellä. Tulevien jääkausien sulamisvesien vaikutukset loppusijoitustilojen toimintaan ovat viimeaikaisissa turvallisuusarvioissa nousseet esiin uutena turvallisuuden kannalta mahdollisesti tärkeänä seikkana.

Jäätikön sulamisvedet voivat kuljettaa mukanaan happea, joka kapseleiden pinnalle päästessään kiihdyttäisi korroosiota. Olkiluodon pohjavesien kemiallinen koostumus sen paremmin kuin käsitys alueen geologisesta historiasta ei nykykäsityksen mukaan kuitenkaan anna viitteitä siitä, että happi olisi kulkeutunut loppusijoitussyvyydelle menneisyydessä, eikä näin ollen myöskään tue oletusta, että happi tunkeutuisi sinne tulevaisuudessakaan. Sulamisvesien mukanaan kuljettaman hapen oletetaan reagoivan jo kallioperän yläosissa reaktioissa rakomineraalien kanssa. Vaikka pintavesien happi saavuttaisikin kapseleiden lähialueen, kapselien korrodoituminen puhki olisi epätodennäköistä tämän vaatiman pitkän altistusajan vuoksi. SR-Can-turvallisuusanalyysissä arvioitiin, ettei happi ylipäätään saavuttaisi loppusijoitussyvyyttä tarkastelluilla ruotsalaisilla alueilla.

Jääkauden sulamisvedet voivat mahdollisesti vaikuttaa myös bentoniittipuskurin ominaisuuksiin. Jäätiköiden sulamisvedet ovat todennäköisesti ionivahvuudeltaan laimeita (alhainen kokonaissuolapitoisuus) nykyisiin Olkiluodon pohjavesiin verrattuna. Kulkeuduttuaan loppusijoitussyvyyteen tällaiset sulamisvedet voisivat saada aikaan bentoniittikolloidien muodostumista ja bentoniitin kulkeutumista pois loppusijoitusreistä. Puskurin heikkeneminen voisi puolestaan helpottaa sulfidien pääsyä kapselin pinnalle ja sitä kautta nopeuttaa kapselin korroosio-



Kuva 11-6 Lasketut kaivoannosnopeudet ajan suhteen kapselin rikkoutuessa korroosion seurauksena 100 000 vuoden kuluttua loppusijoittamisesta (Smith ym. 2007). Kuvassa on esitetty merkittävimmistä radioaktiivisista isotoopeista johtuvat annokset.

ta. Ilmiö on parhaillaan sekä kokeellisen että teoreettisen tutkimuksen kohteena.

Hapen kuluminen jäätiköiden sulamisvesistä ennen loppusijoitussyvyyttä ei sulje pois sitä mahdollisuutta, että nämä vedet vaikuttaisivat loppusijoitustilojen ja niiden lähialueiden pohjaveden suolaisuuteen (kuva 11-5). Käynnissä olevissa paikkatutkimuksissa selvitetään, onko menneisyydessä ollut tällaisia vaihteluja suolaisuudessa.

Kapselin puhkikorrodoitumisen seurauksia 100 000 vuoden kuluttua loppusijoituksesta on analysoitu viimeaikaisissa turvallisuusselvityksissä. Tämä oletus kapselin rikkoutumisajasta perustuu oletukseen jäätikön sulamisvesien tunkeutumisesta loppusijoitustiloihin ja merkittävästä bentoniittipuskurin eroosiosta 70 000 vuoden kuluttua loppusijoituksesta sekä sitä seuraavasta kapselin puhkikorrodoitumisesta pohjaveden kuljettamien sulfidien vaikutuksesta. Oletus 70 000 vuodesta puolestaan perustuu oletukseen edellisen jäätiköitymissyklin toistumisesta. Esimerkki analyysien tuloksista KBS-3H-konseptille tehdystä turvallisuusarviosta on esitetty kuvassa 11-6. Vastaavat laskelmat on tehty myös KBS-3V-konseptille vuonna 2008 ilmestyneessä radionuklidien kulkeutumisarportissa ja saadut tulokset ovat samanlaiset. (Nykyri ym. 2008.)

Heti kapselirikon jälkeen tuleva maksimivuosiannos jää arvon 0,001 mSv alapuolelle. Tämä annos on alle 1 % eniten altistuvan yksilön annosrajasta. Annos on tuhansia kertoja pienempi kuin suomalaisen keskimääräinen vuotuinen luonnosta koitua säteilyannos.

Kemiallisen eroosion vaikutukset puskuriin ja kapseliin vaihtelevat riippuen kapseleiden sijainnista, koska loppusijoitustiloissa liikkuvan veden ja erityisesti mahdollisen sulamisveden määrä vaihtelee alueellisesti. SR-Can-turvallisuusarviossa arvioitiin alustavan kemiallisen eroosion mallin perusteella, että Forsmarkissa voisi mahdollisesti rikkoutua enintään muutama kymmenen epäedullisesti virtauksiin nähden sijoitettua kapselia kemiallisen eroosion vuoksi. Arvion todettiin kuitenkin olevan toistaiseksi hyvin epävarmalla pohjalla.

Tutkimuksen avulla kemiallisesta eroosiosta uskotaan saavutettavan parempi kvantitatiivinen ymmärrys, jonka pohjalta voidaan tehdä luotettavampia arvioita mahdollisesti vaurioituvien kapseleiden lukumäärästä. Ilmiön vaikutusten rajoittamiseksi selvitetään myös teknisiä keinoja.

### **Mitkä ovat keskeiset epävarmuudet rikkoutuneen kapselin seurauksien arvioinnissa ja minkälaisia vaikutuksia niillä on?**

Edellä kuvattiin, miksi yhden tai useamman kapselin rikkoutumisen mahdollisuutta ja siitä aiheutuvaa radioaktiivisten aineiden hidasta pääsyä ympäristöön loppusijoitusta seuraavan miljoonan vuoden aikana ei voida kokonaan sulkea pois. Samalla todettiin, että kapselivuodoista huolimatta säteilyn vaikutukset ihmisiin ja muuhun elolliseen luontoon jäisivät kuitenkin merkityksettömän pieniksi. Arvioituihin vaikutuksiin liittyy kuitenkin aina epävarmuuksia. Ymmärryksemme asiaan liittyvistä ilmiöistä ei voi koskaan olla täydellistä mahdollisten päästöjen tapahtuessa erittäin pitkien aikojen kuluessa. Epävarmuudet eivät liity yksin kapselin rikkoutumiseen johtavien olosuhteiden ymmärtämiseen, vaan myös tietoihimme radioaktiivisten aineiden käyttäytymisestä ja kulkeutumisesta luonnossa. Esimerkiksi pintavesiin, kuten järviin, purkautuvan radioaktiivisia aineita mahdollisesti kuljettavan pohjaveden määrä ei ole tarkasti tiedossa ja lisäksi se vaihtelee eri aikoina. Vuoden 2008 radionuklidien kulkeutumisel-



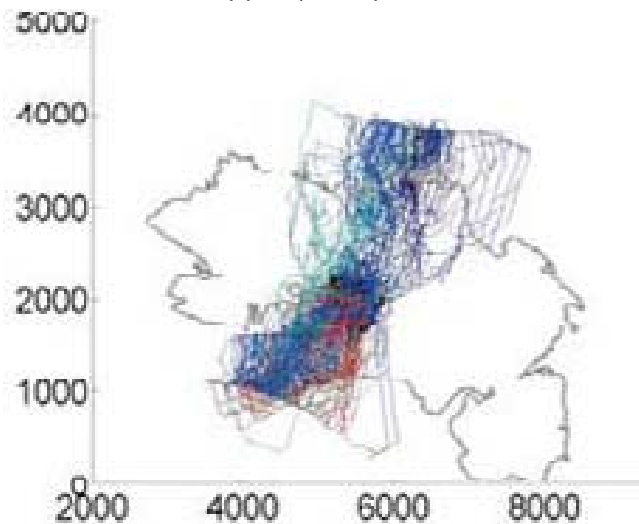
vityksessä (Nykyri ym. 2008) esitetty kuva 11-7 esittää loppusijoitustilojen keskeisellä alueella rikkoutuneiksi oletettavista kapsleista vapautuvien radioaktiivisten aineiden kulkeutumisreittejä kalliitiloista maanpinnalle. Laskelman pohjaveden virtauskentät ovat odotettavissa 10 000 vuoden kuluttua. Huomattavaa on mahdollisten purkautumiskohtien leviäminen laajalle alueelle, mikä heijastaa sekä arvion epävarmuuksia että vaihtelua pohjaveden virtausreittein muodostavien rakojen verkoston ominaisuuksissa. Tällainen leviäminen ei merkitse heikentynyttä turvallisuutta. Ajankohdalle tuhat vuotta lasketut kulkeutumisreitit ovat hyvin samanlaiset kuvassa esitettyjen kanssa.

KBS-3V- ja KBS-3H-loppusijoituskonsepteille tehdyissä tutkimuksissa on järjestelmällisesti kartoitettu edellä kuvatun kaltaisia epävarmuuksia ja arvioitu, mitä vaikutuksia niillä voisi olla ihmisten ja muun elollisen luonnon altistuksessa loppusijoitustiloista lähtöisin olevalle radioaktiivisuudelle. Turvallisuusanalyysissä jotkin epävarmuudet on käsitelty olettaen pahin mahdollinen tilanne kyseessä olevan epävarmuuden suhteen. Esimerkkinä tällaisesta konservatiivisesta oletuksesta on jättää huomioimatta rikkoutuneen kapselin valurautasisuksen reaktiot radioaktiivisten aineiden kanssa. Tässä tapauksessa radionuklidien kulkeutuminen maanpinnalle hidastuisi tai estyisi kokonaan, mutta reaktioiden yksityiskohtiin liittyvistä epävarmuuksista johtuen tätä selvästi turvallisuutta lisäävää ilmiötä ei ole otettu huomioon turvallisuuden arvioinnissa. Usein epävarmuuksien merkitystä tarkastellaan analysoimalla erilaisten vaihtoehtoisten oletusten merkitystä loppusijoituksen turvallisuuden kannalta.

### 11.10 Loppusijoitustilojen kehitys yli miljoonan vuoden päästä

Vaikka yhden tai useamman kapselirikon mahdollisuutta ensimmäisen miljoonankaan vuoden kuluessa ei voida kokonaan sulkea pois, todennäköisintä on, että loppusijoitustiloista ei milloinkaan vapaudu merkityksellisiä määriä radioaktiivisia aineita. Todennäköistä on, että kapselin kuparikuori joskus kaukaisessa tulevaisuudessa rikkoutuu esimerkiksi korroosion tai jonkin muun mekanismin seurauksena ja johtaa kapselin sisällön hitaaseen liukenemi-

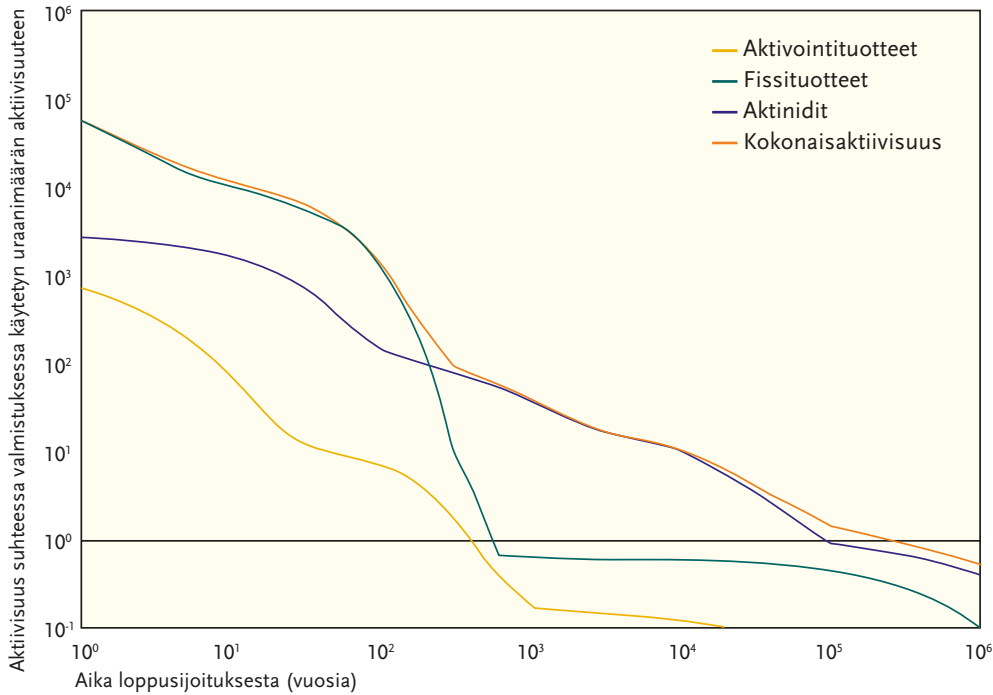
Loppusijoituspaneeli 1



Kuva 11-7 Radionuklidien vapautumisreitit loppusijoitustilojen osasta, joka tulee ensimmäisten joukossa käyttöön. Reittiviivojen lähtöpisteet sijaitsevat loppusijoituslaitoksessa saaren keskiosassa. Viivat päättyvät sekä etelässä että pohjoisessa kohdissa, joissa reitit saavuttavat maanpinnan. Analyysi perustuu sellaisiin pohjaveden virtauskenttiin, joiden ennustetaan vallitsevan 10 000 vuoden kuluttua. Kuvassa on tämänhetkinen rantaviiva, joka maankohoamisen seurauksena tosin vetäytyy kauemmaksi merelle suurenaen Olkiluodon saarta nykyisestä. Erivärisin viivoin esitetyt reitit on laskettu erilaisilla lähtötiedoilla tarkoituksena arvioida malliin syötettyjen tietojen epävarmuuksien vaikutusta tulokseen. Asteikkojen mittaluvut ovat etäisyyksiä metreinä. (Nykyri ym. 2008.)

seen ja leviämiseen loppusijoitustilojen ympäristöön. Ennen tätä loppusijoitetun polttoaineen radioaktiivisuus on kuitenkin ehtinyt jo laskea ympäristön kannalta vaarattomalle tasolle.

Olkiluodon peruskallion kehityksestä on runsaasti tietoa viimeisten miljoonien vuosien ajalta. Kaikki havainnot viittaavat vakaisiin olosuhteisiin syvällä kalliossa, eikä mikään viittaa nykytilan häiriintymiseen muutaman miljoonan vuoden aikanakaan esimerkiksi mannerlaattojen liikkeiden seurauksena. On kuitenkin mahdollista, että hitaat geologiset tapahtumat saisivat aikaan maanpinnan kohonemista ja kulumista satojen miljoonien vuosien kuluessa



Kuva 11-8 Suomalaisen BWR-tyyppisen käytetyn ydinpolttoaineen kokonaisaktiivisuus verrattuna sen tuottamiseen tarvittun uraanimäärän aktiivisuuteen eri ajankohtina loppusijoitushetkestä lukien. Polttoaineen poistopalamaksi on oletettu 40 MWd/kgU. (Neall ym. 2007.)

siten, että loppusijoitettu aine olisi lopulta maanpinnalla. Ennen tällaista tilannetta loppusijoitetun polttoaineen laajamittainen leviäminen ympäristöön on epätodennäköistä. Todennäköisempää on, että käytetty polttoaine pysyy paikallaan ja loppusijoitustilat ovat monissa suhteissa pienen uraanesiintymän kaltaisia (kuva 11-8). Loppusijoituksen vaikutukset maanpäällä olisivat tällöin verrattavissa luonnon uraanesiintymien vaikutuksiin.

#### **Pitkäaikaisturvallisuutta koskevat johtopäätökset**

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 jääkaudenaikaisen jään vetäytymisvaiheissa) sekä jään sulamisvesien aiheuttama kapselia ympäröivän bentoniittisaven eroosio ja sitä seuraava kapselin korrodoituminen.

Kapselirikkoja odotetaan kuitenkin tapahtuvan voimakkaissakin kallioliikunnoissa 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. Turvallisuuden vaikuttavien seikkojen selvittäminen jatkuu epävarmuuksien pienentämiseksi. Teknisten ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja riittävä laatu tullaan osoittamaan kokeellisesti. Näihin kokeisiin tulee perustumaan vuoden 2012 lopulla jätettävä, loppusijoitustilojen rakentamislupahakemusta tukeva täysimittainen turvallisuusperustelu.





9 000 tU

vs.

12 000 tU

# 12 Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutukset

Hankkeen nollavaihtoehtona on laajennushankkeen toteuttamatta jättäminen. Tämä merkitsee sitä, että ympäristön tila ja siihen kohdistuvan kuormituksen vaikutus vastaa tilannetta, jossa loppusijoituslaitokseen on loppusijoitettu 9 000 uraanitonnia. Nollavaihtoehdossa toiminta loppusijoituslaitoksella lakkaisi päävaihtoehtoa aikaisemmin eli 9 000 uraanitonnin loppusijoittamisen jälkeen.

Loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeen toteuttamatta jättäminen merkitsee sitä, että tässä seloituksessa arvioidut loppusijoituslaitoksen laajentamisesta aiheutuvat ympäristövaikutukset eivät toteudu. Ympäristön tila ja siihen kohdistuvan kuormituksen vaikutus vastaavat tällöin tilannetta, jossa loppusijoituslaitokseen on loppusijoitettu 9 000 uraanitonnia.

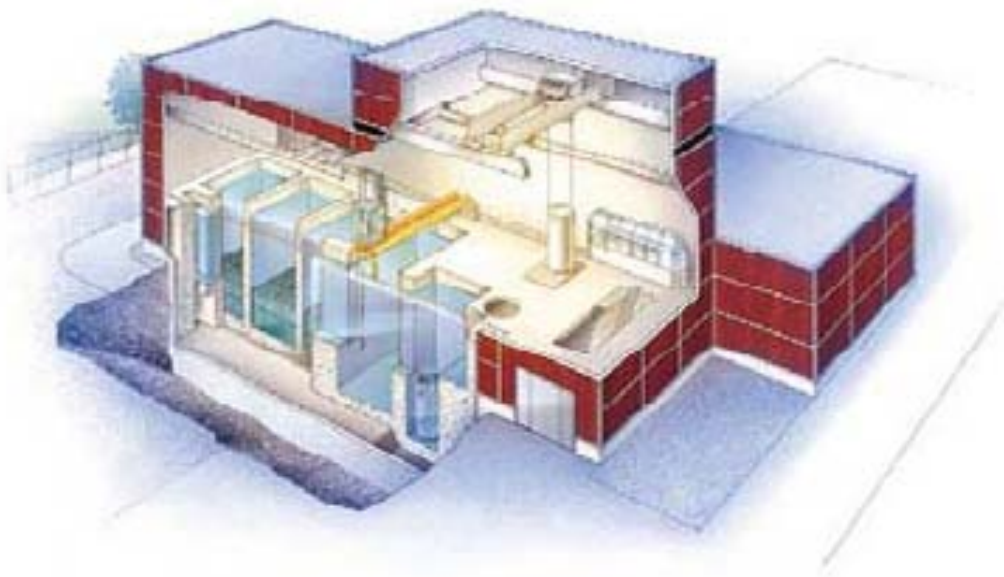
Nollavaihtoehdon mukaisessa tilanteessa Olkiluodon loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine. Tässä tapauksessa seitsemännen ydinvoimalaitosyksikön käytettyä polttoainetta varastoitaisiin vesialtaissa käytetyn polttoaineen välivarastossa ydinvoimalaitoksella, kunnes päätetään polttoaineen käsittelystä tai sijoittamisesta pysyvällä ta-

valla. Olkiluodon ja Loviisan nykyiset välivarastot on suunniteltu siten, että nippujen varastointia niissä voidaan jatkaa kymmeniä vuosia.

## 12.1 Käytetyn polttoaineen välivarastointi

Käytetyt polttoaineniput siirretään ydinvoimalaitoksen reaktorista jäähtymään voimalaitosyksikön vesialtaisiin. Vesi sekä jäädyttää että muodostaa tehokkaan säteilysuojan. Polttoainenipun sisältämien radioaktiivisten aineiden hajotessa syntyy edelleen runsaasti lämpöä. Sen vuoksi käytettyjä polttoainenippuja täytyy jäädyttää. Käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuotto on reaktorista poistamisen jälkeen suoraan verrannollinen sen aktiivisuuteen ja niinpä lämmöntuottokin vähenee ensimmäisten vuosien aikana nopeasti. Kun yhden uraanitonnin lämpöteho reaktorista poistettaessa on noin 1 400 kW, on se vuoden päästä enää noin 10 kW.

Muutaman jäähdytysvuoden jälkeen polttoaineniput siirretään voimalaitosalueella sijaitsevaan käytetyn polttoaineen välivarastoon välivarastointia varten. Siirto väliva-



Kuva 12-1 Havainnekuva Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn polttoaineen välivarastosta.

rastoon tapahtuu siirtosäiliöllä niin, että niput pidetään koko siirron ajan vedessä. Vesi huolehtii ydinpolttoaineen jäädytyksestä ja suojaa ydinpolttoaineesta lähtevältä säteilyltä. Välivarastossa polttoaineesta veteen siirtyvä lämpö siirretään lämmönvaihtimella välijäädytyspiiriin ja siitä edelleen lämmönvaihtimen välityksellä merivesijäädytyspiiriin. Kaikki jäädytyspiirit ovat erillisiä, eikä niissä oleva vesi joudu kosketuksiin muiden piirien vesien kanssa.

#### **Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi Olkiluodossa**

Olkiluodon käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosyksiköillä ja voimalaitosalueella sijaitsevassa käytetyn polttoaineen välivarastossa (KPA-varasto).

Olkiluodon välivarastossa on nykyisin kolme varastoalasta ja yksi vara-allas. Altaiden kokonaistilavuus on 4300 m<sup>3</sup> ja varastointikapasiteetti noin 6800 nippua eli 1200 uraanitonnia. KPA-varastoon mahtuu laitosyksiköiden OL1 ja OL2 noin 30 vuoden toiminnasta kertyvä polttoainemäärä.

Välivaraston laajennus on suunniteltu tehtävän vuosien 2011–2014 aikana. Laajennusmahdollisuus on otettu huomioon varaston alkuperäisessä suunnittelussa. Laajentaminen merkitsee yhden tai useamman uuden varastoaltaan rakentamista nykyisen varaston yhteyteen.

#### **Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi Loviisassa**

Loviisan polttoaineen kuljetukset Venäjälle päättyivät vuoden 1996 lopussa ydinenergialakiin tehdyn muutoksen johdosta. Loviisan varastointikapasiteettia on sen jälkeen lisätty vuonna 2000.

Loviisan käytettyä polttoainetta säilytetään vesialtassa voimalaitoksen käytetyn polttoaineen välivarastoissa. Nykyisiin varastotiloihin kuuluvat laitosyksiköiden suojarakennusten sisällä sijaitsevat reaktorin vaihtolatasaltaat sekä kiinteästi voimalaitoksen yhteydessä sijaitsevat varasto 1 (kaksi allasta) ja varasto 2 (kolme allasta). Nykyisten varastotilojen kapasiteetti riittää noin 3000 polttoainepun varastointiin, mikä vastaa noin 375 tU. Ottamalla käyttöön tiheitä polttoainetelineitä Loviisan välivarastojen kapasiteettia lisätään niin, että se riittää laitosyksiköiden LO1 ja LO2 tarpeisiin. Uuden voimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen välivarasto mitoitetaan riittämään uuden voimalaitosyksikön käyttöä.

#### **12.1.1 Välivarastoinnin vaikutukset**

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kannalta välivarastoinnilla on suuri merkitys. Välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen aktiivisuus ja jälkilämmön tuotto piene-



Kuva 12-2 Havainnekuva Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen välivarastosta.

nevät. Pidempi välivarastointiaika merkitsee alhaisempaa jälkitechoa ja pienempiä säteilyannoksia. Toisaalta suuntaus on se, että polttoaineen poistopalamia ollaan maailmanlaajuisesti nostamassa. Tämä taas merkitsee korkeampaa aktiivisuutta ja jälkitechoa käytetyn polttoaineen massayksikköä kohti. Kohonneen palaman vaikutuksia voidaan kompensoida välivarastoimalla polttoainetta pidempään ennen loppusijoitusta.

Nykyisten käytetyn ydinpolttoaineen välivarastojen aiheuttamat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömät. Välivarastoinnin jatkaminen tai polttoainevarastojen laajentaminen ei kasvata voimalaitosten radioaktiivisia päästöjä havaittavasti. Mahdolliset kaasumaiset päästöt johdetaan tarvittaessa suodatuksen kautta ulos. Radioaktiiviset vedet johdetaan voimalaitoksen aktiivisten vesien käsittelyjärjestelmään. Normaalin varastokäytön aikana on käytetyn ydinpolttoaineen aiheuttaman väestön kokonaissäteilyannoksen arvioitu olevan korkeintaan  $10^{-2}$  manSv ja se kohdistuu etupäässä varastossa työskenteleviin henkilöihin. Arvio pätee sekä Loviisan että Olkiluodon välivarastoihin.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin jatkaminen Olkiluodossa ja Loviisassa sekä tähän mahdollisesti liittyvät varastojen laajentamiset johtavat siihen, että laitoksilla varastoidaan enemmän radioaktiivisia aineita kuin nykyisin. Pääosa varastoitavasta käytetystä polttoaineesta on vanhaa, yli viisi vuotta jäähtynyttä polttoainetta. Käytetyn polttoaineen käsittely on turvallisuuden kannalta sitä helpompaa, mitä vanhempaa polttoaine on, sillä ajan myötä polttoaineen lämmöntuotto ja aktiivisuus vähenevät. Yli viisi vuotta vanhan polttoaineen lisääntyvä varastointi laitoksilla ei vaikuta merkittävästi turvallisuustekijöihin eikä onnettomuusriskeihin.

Välivarastoinnin turvallisuuden edellytyksenä on, että varastoista ja polttoaineesta pidetään aktiivisesti huolta. Jos huolenpito syystä tai toisesta päättyisi, varastot olisivat huomattava uhka ympäristölle. Välivarastoinnin turvallisuus pitkällä aikavälillä riippuu näin ollen ratkaisevasti ihmisen toiminnasta, joten se sijoitetaan tulevia sukupolvia käyttämään jatkuvasti voimavaroja jätevarastoista huolehtimiseen.

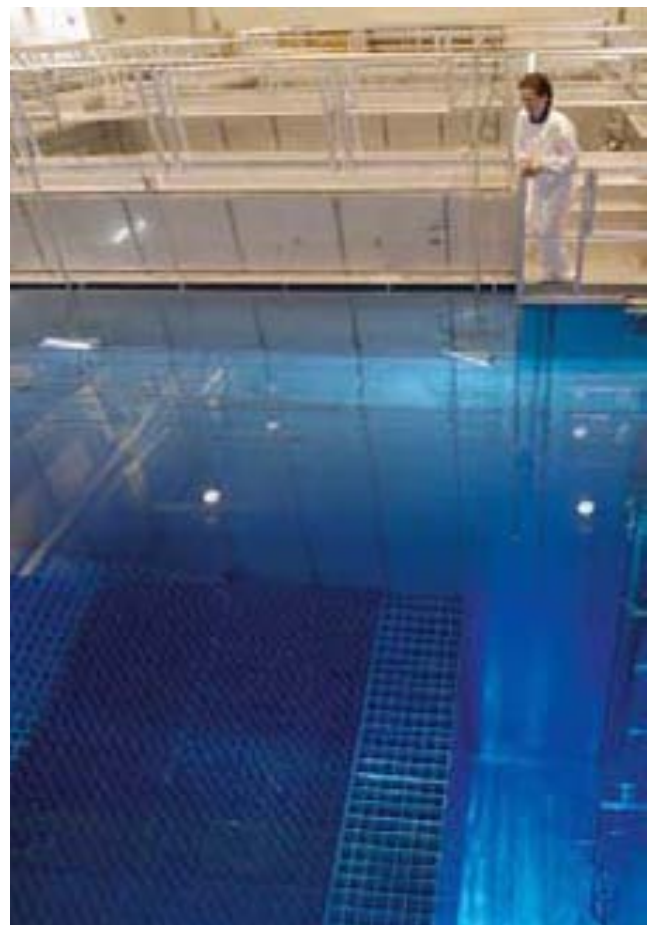
Välivarastoinnin ja loppusijoituslaitoksen turvallisuutta verrattaessa voidaan todeta, että välivarastoille ja loppusijoituslaitokselle sovelletaan käytön aikana samantyyppisiä turvallisuus- ja päästönormeja. Molemmat vaihtoehdot tarjoavat ihmisille ja ympäristölle hyvän suojan radioaktiivisilta aineilta.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin ja sen jatkamisen muut ympäristövaikutukset ovat merkityksettömät. Käytetyn polttoaineen määrän kasvaessa välivarastosta mereen johdettava lämpöenergia kasvaa hieman, mutta on silti hyvin pieni verrattuna voimalaitoksen jäähdytysveden

lämpöenergiaan. Välivarastot ovat myös voimalaitosrakennuksiin verrattuna hyvin pieniä, joten maisemallinen vaikutus ei ole merkittävä myöskään mahdollisten välivarastojen laajennusten jälkeen.

Vesiallasvarastoinnin jatkaminen ei voi olla todellinen vaihtoehto loppusijoitukselle, koska ympäristönsuojelutavoitteet ja lainsäädäntö edellyttävät käytetyn polttoaineen sijoittamista pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Mikäli valtioneuvosto ja eduskunta loppusijoituslaitoksen laajennusta koskevaa periaatepäätöstä harkitessaan päätyisivät kuitenkin kielteiseen ratkaisuun, merkitsi tämä käytännössä nollavaihtoehdon toteutumista ja päätös pysyvästä sijoituksesta siirtyisi tulevaisuuteen.

Vaikka nollavaihtoehdossa seurattaisiin käytetyn ydinpolttoaineen huollon muiden vaihtoehtojen, kuten nuklidierottelun ja transmutaation mahdollista kehittymistä, olisi loppusijoitusratkaisuun kuitenkin palattava ennen pitkää. Tämä sen vuoksi, että niin jälleenkäsittelystä kuin nuklidierottelusta ja transmutaatiostakin jäljellejäävät ydinjätteet olisi mitä todennäköisimmin varastoitava ja loppusijoitettava Suomeen.







# 13 Tiedot mahdollisesti Suomen valtion rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista

Tässä luvussa esitetään yhteenveto loppusijoituslaitoksen niistä vaikutuksista, jotka saattavat ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle. Loppusijoitustilojen laajentamisella 9 000 uraanitonniin 12 000 uraanitonniin ei ole tunnistettu olevan valtioiden rajoja ylittäviä ympäristövaikutuksia. Ainoat mahdolliset toiminnot tai toimenpiteet, joilla voi olla vaikutusta muihin maihin, liittyvät loppusijoituksen radionuklidipäästöihin. Oletetuista häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvat annokset jäävät aivan loppusijoitusalueen tuntumassakin pienemmiksi kuin vaatimusten mukainen raja-arvo. Naapurimaissa annokset olisivat useita kertaluokkia pienemmät, koska etäisyys

Olkiluodosta esimerkiksi Ruotsin mantereelle on yli 200 kilometriä.

Tarkemmin erityyppisiä vaikutuksia kuvataan luvuissa 9, 10 ja 11.

Suomessa ydinlaitosten turvallisuutta valvova viranomaisena STUK totesi vuoden 2001 periaatepäätökseen antamassa lausunnossaan, että loppusijoituslaitoksen käyttöön ei liity merkittäviä turvallisuusriskejä ja että laitosta koskevat esisuunnitelmat ovat asianmukaiset ja riittävät. STUK mainitsi lisäksi, että ydinpolttoaineen kuljetukseen tai loppusijoitustoimintaan ei liity ympäristöä saastuttavan suuronnettomuuden vaaraa.





# 14 Vaihtoehtojen vertailu ja ympäristövaikutusten merkittävyys

## 14.1 Yleistä

Ympäristövaikutuksia on tarkasteltu vertaamalla hankkeen toteuttamisen aiheuttamia muutoksia nollavaihtoehtoon. Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu muutosten suuruuden perusteella sekä vertaamalla loppusijoitustilan laajennuksen rakentamisen ja käytön vaikutuksia radioaktiivisten säteilyannosten raja-arvoihin, ympäristön laatu- normeihin ja alueen nykytilanteeseen. Erityistä painoa on asetettu YVA-menettelyn aikana saadun palautteen perusteella tärkeiksi koettujen vaikutusten sekä hankkeesta aiheutuvien sosiaalisten vaikutusten selvittämiseen ja kuvaamiseen. Vaikutusten merkittävyyden kannalta olennaisia tekijöitä ovat

- vaikutusten alueellinen laajuus
- vaikutusten kohde ja sen herkkyys muutoksille
- vaikutusten kohteen merkittävyys
- vaikutusten palautuvuus tai pysyvyys
- vaikutusten intensiteetti ja aiheutuvan muutoksen suuruus
- vaikutuksiin liittyvät pelot ja epävarmuudet.

## 14.2 Vaihtoehtojen vertailu

### 14.2.1 Suuremman polttoainemäärän loppusijoittamisen vaikutukset

Loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutukset tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 tU, 9 000 tU tai 12 000 tU käytettyä polttoainetta, on esitetty taulukossa 14-1.

### 14.2.2 Pysty- ja vaakasijoitusvaihtoehtojen vertailu

Toiminnalliset vaatimukset ovat periaatteessa samat vaakasijoitusratkaisussa ja pystysijoitusratkaisussa. Loppusijoitustunnelin porauksen sekä jätepakkauksen ja välibentoniittilohkojen tunneliin asennuksen tarkkuusvaatimukset ovat teknisesti haastavampia vaakasijoituksessa kuin pystysijoituksessa. Loppusijoitustunneli on puolestaan kalliomekaanisilta ominaisuuksiltaan vakaampi vaakasijoitus- kuin pystysijoitusvaihtoehdossa pienemmän

kokonsa ja ympyräprofiilinsa vuoksi. Vaakasijoituksessa avointa kalliotilaa on vähemmän kuin pystysijoitusratkaisussa. Pienemmistä louhinta- ja täyttötilavuuksista seuraavat pienemmät materiaalivirrat, mikä saattaa alentaa loppusijoituksen kustannuksia verrattuna pystysijoitusvaihtoehtoon. Toisaalta loppusijoitustunnelien porausmenetelmä saattaa vaatia enemmän vettä ja energiaa pystysijoitusvaihtoehdon louhintoihin verrattuna.

### 14.2.3 Toteutus- ja nollavaihtoehdon vertailu

Ihmisten ja ympäristön suojelua koskevat vaatimukset voidaan täyttää niin nollavaihtoehdossa kuin hankkeen toteutusvaihtoehdossakin. Nollavaihtoehdon turvallisuus edellyttää kuitenkin vesiallasvarastojen valvontaa ja jatkuvaa huolehtimista niiden kunnosta. Käytönaikainen turvallisuus ei ole ongelma kummassakaan vaihtoehdossa.

Loppusijoituslaitoksen laajennushankkeen toteuttamisen puolesta puhuu erityisesti jatkuvan huolehtimisvelvollisuuden välttäminen. Sijoittamalla käytetty polttoaine loppusijoitusratkaisun mukaan jälkipolvien ei enää tarvitse tehdä mitään terveytensä tai ympäristön suojelemiseksi, mutta tästä huolimatta jälkipolville jää valinnanmahdollisuus: haluttaessa käytetty polttoaine voidaan palauttaa maanpinnalle.

Vertailtaessa nollavaihtoehtoa ja hankevaihtoehtoa voidaan yhteenvetona todeta, että

- vesiallasvarastointi siirtää jatkuvan huolehtimisvelvollisuuden tuleville sukupolville
- vesiallasvarastointi ei tarjoa suojaa yhteiskunnallisista oloista aiheutuvien pitkän aikavälin riskien varalle.

Nykykäsitteen mukaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen sisältää vähemmän riskejä kuin välivarastoinnin jatkaminen.

## 14.3 Vaikutusten merkittävyys

Kasvanut polttoainemäärä pidentää loppusijoituslaitoksen käyttövaihetta ja myöhentää sulkemisvaihetta. Toiminnan luonne pysyy samankaltaisena. Loppusijoituslaitok-



sen käyttö- ja sulkemisvaiheiden keston lisäksi tapahtuu muutoksia maanalaisen loppusijoitusalueen laajuudessa, rakennettavien tunnelien pituuksissa ja määrissä. Pohjavesivaikutusten alue mahdollisesti laajenee ja syntyvän louheen määrä kasvaa.

Loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne on vähäistä eikä sillä ole suurta vaikutusta liikennemääriin ja niistä aiheutuviin vaikutuksiin. Loppusijoitustilojen laajentaminen ei vaikuta liikennemääriin vuorokausitasolla.

Loppusijoitustilojen louhinnasta syntyvän louheen murskaaminen on suurin yksittäinen melulähde Olkiluodon alueella. Murskauslaitoksen sijainti saaren keskiosissa kuitenkin vähentää sen aiheuttamia meluvaikutuksia saaren ulkopuolella. Olkiluodon itäosissa liikenne vaikuttaa murskauslaitosta enemmän alueen melutilanteeseen.

Loppusijoituslaitokseen liitetään negatiivisia mielikuvia, jotka aiheuttavat epäluuloja ja pelkoakin laitosta kohtaan. Näitä vaikutuksia voidaan osittain lieventää avoimella ja aktiivisella keskustelulla ja tiedottamisella. Tutkimuksen mukaan ydinvoimalaitoskunnissa ydinjätteisiin suhtauduttiin aiempaan tapaan positiivisemmin kuin maassa keskimäärin. Mahdollinen ydinjätteen tuonti ulkomailta, kuljetukset sekä pitkäaikaisturvallisuus ovat nousseet viimeaikaisissa kyselyissä ja haastatteluisissa suurimmiksi huolenaiheiksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa. Eurajoen kuntalaiset pitävät ydinvoimasta ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta koituvia hyötyjä työllisyyteen ja talouteen tärkeinä. Hankkeen positiivisiin aluetaloudellisiin vaikutuksiin ollaan myös seudun kunnissa tyytyväisiä.

Loppusijoituslaitoksen lähiympäristön ihmisille loppusijoituslaitoksen laajentamisella ei säteilyturvallisuuden kannalta ole olennaista merkitystä. Polttoaineen määrän kasvaminen ei vaikuta merkittävästi loppusijoituksen turvallisuuteen. Turvallisuusarvioiden mukaan todennäköistä on, ettei kapseleista vapaudu radioaktiivisia aineita miljooniin vuosiin. Kuparikapselin on määrä eristää haitalliset aineet kokonaan ympäristöstä, joten loppusijoituksesta voi aiheutua terveysvaikutuksia vain, jos yksi tai useampi kapselista rikkoutuu. Tällöinkin lopulliset vaikutukset riippuvat radionuklidien liukenemisnopeudesta ja pääsyttä muiden loppusijoitusjärjestelmän vapautumisesteiden (bentoniittipuskuri, kallio) läpi elolliseen luontoon. Mahdollisia haittavaikutuksia arvioitaessa onkin otettava huomioon toisaalta kapselien vaurioitumistodennäköisyys ja toisaalta radionuklidien pidättyminen ja kulkeutuminen.

Mikäli yksittäisen kapselin vialle oletetaan tietty todennäköisyys, todennäköisyys sille, että loppusijoitustiloissa on vuotava kapseli, on karkeasti ottaen verrannollinen kapselien lukumäärään. Jos loppusijoitettavan polttoaineen määrä kaksinkertaistuu, rikkonaisten kapselien lukumäärän odotusarvo samalla kaksinkertaistuu. Koska kuitenkin todennäköisyys viallisen kapselin pääsulle loppusijoitustiloihin on hyvin pieni, todennäköisyyden kaksinkertaistuminen ei merkittävästi vaikuta terveysriskeihin. Lisäksi on otettava huomioon, että vaikka loppusijoitustiloissa olisi useita vuotavia kapseleita, on epätodennäköistä, että vuodot tapahtuisivat samaan aikaan ja kulkeutuisivat samaan kohtaan maanpinnalle ja pääsisivät vaikuttamaan samaan henkilöön. Mikäli loppusijoitusjärjestelmä toimii



suunnitellulla tavalla, polttoainemäärän kasvulla ei ole merkitystä loppusijoituksen terveysvaikutusten kannalta.

Yhteenvedona voidaan todeta, että ympäristövaikutusten arvioinnissa loppusijoitustilojen laajennuksen rakentamisesta tai käytöstä ei todettu aiheutuvan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, että niitä ei voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

#### 14.4 Ympäristövaikutusten arvioinnin epävarmuudet

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Loppusijoitustoiminnan on tarkoitus alkaa vuoden 2020 aikana ja päättyä noin vuonna 2120. Selvityksessä on otettu huomioon myös loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuus eli sulkemisenjälkeinen aika, jonka tarkasteluajanjakso ulottuu satojentuhansien, jopa miljoonien vuosien päähän. Täten käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia ja jatkuvan tutkimuksen ja kehityksen alaisia. Tiedon puutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta selvitystyössä.

Hankkeen ympäristövaikutuksia arvioitaessa vaikeutena on hankkeen pitkä elinkaari. Kaukana tulevaisuudessa olevien seikkojen arviointi on epävarmaa. Tämä koskee erityisesti sosiaalisia vaikutuksia, jotka riippuvat paljolti tulevista sukupolvista, heidän päätöksistään ja käytännön toimenpiteistä. Toisaalta yhteiskunnassa mahdollisesti tapahtuvat asennemuutokset, varsinkin suhtautuminen ydinvoimaan yleensä, voivat vaikuttaa sosiaalisesti raken-

tuviin vaikutuksiin ja erityisesti loppusijoituslaitoksen hyväksyntään.

Arviointityön aikana on tunnistettu mahdolliset epävarmuustekijät mahdollisimman kattavasti sekä arvioitu niiden merkitys vaikutusarvioiden luotettavuudelle. Nämä asiat on kuvattu tässä arviointiselostuksessa.

#### 14.5 Hankkeen ympäristöllinen toteutettavuus

Asianmukaisesti käsiteltynä loppusijoitustilojen laajennuksen sisältämä käytetty polttoaine ei aiheuta haitallisia vaikutuksia ympäristölle tai ihmisille.

Yhteenvedona voidaan todeta, että ympäristövaikutusten arvioinnissa loppusijoitustilojen laajennuksen rakentamisesta tai käytöstä ei todettu aiheutuvan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, ettei niitä voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

Tällä hetkellä ei ole olemassa sellaisia keinoja, joilla voitaisiin päästä kokonaan eroon ydinjätteistä, eikä niitä ole näköpiirissä myöskään tulevaisuudessa. Nykyisen näkemyksen mukaan ydinjätteitä jäisi jäljelle siinäkin tapauksessa, että jotkin tutkimuksen kohteena olevat nuklidierottelu- ja transmutaatiomenetelmät osoittautuisivat toteutuskelpoisiksi. Ydinenergialainsäädännön vaatimus ydinjätteiden pysyvästä sijoittamisesta Suomen kallioperään on siksi jossain muodossa ratkaistava joko nyt tai myöhemmin. Nollavaihtoehto siirtää tämän ratkaisun tekemisen tulevaisuuteen.

Taulukko 14-1 Loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutukset tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 tU, 9 000 tU tai 12 000 tU käytettyä polttoainetta.

	6 500 tU	9 000 tU	12 000 tU
Kuljetusten ja liikenteen vaikutukset	Loppusijoituslaitokselle suuntautuva liikenne on vähäistä eikä sillä ole suurta vaikutusta liikennemääriin ja niistä aiheutuviin vaikutuksiin. Loppusijoitustilojen laajentaminen tarkoittaa kuljetusten kannalta sitä, että toiminta jatkuu vastaavana kuin aiemminkin, mutta kuljetukset jatkuvat aiempaa pidemmän ajan. Laajentaminen ei vaikuta liikennemääriin vuorokausitasolla.		
Vaikutukset maankäyttöön, maisemaan ja rakennuksiin	Osayleiskaavassa määritellään alue loppusijoituksen maanalaisille toimintoille. Alueen laajuus määräytyy loppusijoituksen kannalta edullisimman kallion esiintymisen perusteella loppusijoitusvyödytyksellä. Loppusijoitustilojen laajentaminen voi edellyttää ilmanvaihdon ja poistumisteiden järjestämiseksi uusien pystykuilujen rakentamista nykyisen laitosalueen ulkopuolelle. Pystykuilun kohdalle tultaisiin rakentamaan noin 20 m <sup>2</sup> :n suuruinen rakennus, joka erotetaan aidalla ympäristöstään. Muut maanpäälliset rakennukset on rakennettu jo ennen laajennusvaiheen loppusijoituksen aloittamista.		
Vaikutukset maa- ja kallioperään	Maanalainen loppusijoitustilojen louhinta jatkuu koko loppusijoituslaitoksen toiminnan ajan. Lisääntyvä louhemäärä kasvattaa louhekaa ja tätä kautta myös laitosaluetta. Mikäli louhe myydään rakennusmateriaaliksi, ei laitosalue kasva.		
• Maanalaisen loppusijoitusalueen laajuus	150 ha	190 ha	240 ha
• Maanalaisten tunnelien pituus	64 000 m	82 000 m	104 000 m
• Syntyvän louheen määrä	1 450 000 m <sup>3</sup>	1 670 000 m <sup>3</sup>	2 080 000 m <sup>3</sup>
• Lämmöntuoton vaikutukset kallioperään	Loppusijoitustilojen kokonaislämmöntuotto on karkeasti suoraan verrannollinen loppusijoitustiloissa olevien jätekapseleiden määrään. Kapseleiden lähialueen lämpötilan ei kuitenkaan oleteta olevan erityisen herkkä loppusijoitustiloihin sijoitettujen kapseleiden kokonaisuuteen, koska kapselit sijoitetaan joka tapauksessa toisistaan erilleen siten, että liiallinen lämpötilan nousu vältetään. Maanpinta kohoaa korkeintaan seitsemän senttimetriä runsaan tuhannen vuoden kuluttua.		
Vaikutukset pohjavesiin			
• Tunnelistoon vuotavan veden määrän muutos	Laajennusosaan virtaavan veden määrä on 0,11–0,14 l/min per 100 m avointa tunneliosuutta. Oletettaessa koko louhittava tunnelitilavuus yhtä aikaa avoimeksi (vaikutuksia yliarvioiva oletus) kokonaisvuotoveden määrä kasvaa 25–30 l/min siirryttäessä 9 000 uraanitonin vaihtoehdosta 12 000 uraanitonin vaihtoehtoon.		
• Pohjaveden pinnankorkeuden aleneman muutos	Merkittävin muutos pohjaveden pinnankorkeudessa johtuu ONKALON rakentamisesta. Loppusijoitustilan laajennuksella on vähäisempi vaikutus pohjaveden pinnankorkeuteen, koska kerrallaan auki oleva kalliotilavuus pysyy suurin piirtein vakiona. Oletettaessa koko louhitava tunnelitilavuus yhtä aikaa avoimeksi (vaikutuksia yliarvioiva oletus) pohjaveden pinnankorkeudessa näkyy keskimäärin 2–4 metrin alenema siirryttäessä 9 000 uraanitonin vaihtoehdosta 12 000 uraanitonin vaihtoehtoon.		
Vaikutukset ilmanlaatuun	Laajennuksen aiheuttama liikenne ei aiheuta merkittäviä ajoneuvoista aiheutuvia vaikutuksia ilmanlaatuun.		
Vaikutukset vesiin	Laajentaminen ei vaikuta tarvittavan veden tai jätevesien määrään vuorokausitasolla. Laitos vain toimii pidempään, mikäli polttoainetta loppusijoitetaan enemmän.		

Meluvaikutukset	Louheen murskaus aiheuttaa melua päiväaikaan. Murskaus päättyy, kun käytetty polttoaine on loppusijoitettu. Loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei käytännössä vaikuta meluvyöhykkeisiin. Loppusijoitettavan polttoaineen määrän kasvaessa toiminta vain jatkuu pidempään. Mahdollisesti tarvittavien uusien kuilujen louhinnasta ja porauksesta voi aiheutua melua. Vaikutukset jäävät kuitenkin vähäisiksi nousuporaustekniikan ja sen vaatiman toiminnan lyhyen keston ansiosta.
Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin sekä suojelukohteisiin	Loppusijoituslaitos ei Natura-arvioinnin mukaan merkittävällä tavalla vaikuta niihin arvoihin, joiden vuoksi Liiklankarin alue on otettu mukaan Natura 2000 -suojeluohjelmaan.
Vaikutukset ihmisten terveyteen	Loppusijoitettavan polttoainemäärän kasvulla tai pidemmällä käyttöajalla ei ole oleellista vaikutusta säteilyannoksiin, joita väestöön kuuluva henkilö saa laitoksen normaalikäytön, odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien seurauksena. Sen sijaan väestön loppusijoituslaitoksen käytöstä saama kokonaisannos ja todennäköisyys, että koko käyttövaiheen aikana tapahtuu käyttöhäiriö tai onnettomuus, kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.  Suurempi polttoainemäärä ei siis lisää yksilötason terveysriskejä. Kun tarkastellaan terveysriskejä koko väestön osalta, ne kasvavat suunnilleen suoraan verrannollisesti polttoainemäärän kasvuun.
Suhtautuminen loppusijoitukseen	Vuonna 2008 tehtyjen teemahaastatteluiden mukaan haastatellut eivät pitäneet loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksia olennaisina. Lähes kaikki haastatellut suhtautuivat loppusijoituslaitoksen laajentamiseen 9 000 uraanitonniin 12 000 uraanitonniin joko neutraalisti tai hyväksyvästi. Näkemys perustui siihen, että loppusijoituslaitos rakennetaan joka tapauksessa kuntaan. Laajentamisen puolesta puhuvia argumentteja oli useita. Laajentaminen herätti huolta lähinnä siinä mielessä, että useat arvioivat sen liittyvän suunnitelmiin tuoda ydinjätteitä ulkomailta.
Pitkäaikaisturvallisuus	Todennäköisyyden, että yksittäinen viallinen kapseli läpäisee tarkastukset ja loppusijoitetaan, katsotaan olevan riippumaton kapseleiden kokonaismäärästä. Samoin todennäköisyyttä, että loppusijoitusreikä leikkaa kallioperän rako, joka mahdollistaa maanjäristyksen yhteydessä mahdollisesti tapahtuvan yhtä kapselia vaurioittavan kallio-siirroksen, pidetään riippumattomana jätekapseleiden lukumäärästä. Loppusijoitustiloissa mahdollisesti vioittuvien kapseleiden lukumäärä ja siten kallioperään vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrä, maanpinnalle saakka pääsevien radioaktiivisten aineiden kokonaismäärä ja säteilyn vaikutukset ihmisille ja muulle elolliselle ympäristölle ovat karkeasti ottaen suhteessa loppusijoitettavan polttoaineen kokonaismäärään.  Käytetyn polttoaineen loppusijoitustilasta pitkällä aikavälillä vapautuvilla radioaktiivisilla aineilla ei ole merkittäviä vaikutuksia ihmisiin ja muuhun elolliseen ympäristöön. Tämä pätee kaikille taulukossa tarkasteltaville polttoainemäärille.





# 15 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen

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

## 15.1 Säteilysuojelliset suunnitteluperusteet

Valtioneuvoston päätöksen 478/1999 4 §:ssä määrätään, että loppusijoituslaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että

- laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksättömän pieniksi
- odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiansiannos jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv)
- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiansiannos jää alle arvon 1 mSv.

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

Loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä edellä esitettyjä enimmäisarvoja.

### **Radioaktiivisten aineiden vapautumisen rajoittaminen**

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 tapahduttua.

Loppusijoituslaitosten ilmastointijärjestelmien suunnittelussa noudatetaan ohjetta YVL 5.6 ”Ydinlaitosten ilmastointijärjestelmät ja -laitteet” soveltuvin osin.

### **Työntekijöiden säteilyaltistuksen rajoittaminen**

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 riittävän turvallisuusmarginaalein.

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 kestoaltaan lyhyiksi.

Säteilyvalvonnassa käytetään hälyttäviä mittalaitteita siten, ettei kukaan altistu tietämättään merkittäville säteilyannoksille loppusijoituslaitoksen käyttötilanteissa.

Loppusijoituslaitoksen säteilysuojelujärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan ohjeita YVL 7.9 ”Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu” ja 7.18 ”Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioon otettavat säteilyturvallisuusnä-

kökohtat” soveltuvin osin. Säteilyvalvontajärjestelmiä ja laitteita koskee ohje YVL 7.11 ”Ydinvoimalaitoksen säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet”.

### **Säteilyvalvonta**

Säteilyvalvonnan tarkoitus on ehkäistä ihmisiä, eläimiä ja ympäristöä saamasta merkittäviä säteilyannoksia valvomalla säteily- ja aktiivisuustasoa. Pääasiallisesti ilman aktiivisuuslähteeksi oletetaan kalliotiloihin suotautuva radon. Henkilöstö saa säteilyannoksia radonin ohella loppusijoituskapseleista.

Poistoilman aktiivisuutta mitataan jatkuvasti. Jos ilmassa havaitaan käytetystä polttoaineesta peräisin olevaa aktiivisuutta, loppusijoitustilan poistoilmastointi pysäytetään ja säteilyvuodon lähde selvitetään. Loppusijoitustilan poistoilma kierrätetään tarvittaessa valvonta-alueen poistoilmakuilun ja kapselointilaitoksen valvonta-alueen ilmaston kautta. Jos ilman radonpitoisuus ylittää sallitun rajan, ilmanvaihdon tehoa lisätään.

Käytännössä ihmiset voivat saada säteilyannoksia vain polttoainekapselin suorasta säteilystä, ei siis päästöjen seurauksena. Tämä tarkoittaa sitä, että polttoainekapselin 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. Tarkistuspaikassa rekisteröidään henkilöstön ja vierailijoiden saamat säteilyannokset.

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

## **15.2 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen ja seurausten hallinta**

Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on varauduttu häiriöihin ja onnettomuuksiin. Johtavana periaatteena laitoksen kaikessa toiminnassa on onnettomuuksien ehkäisy.

Loppusijoituslaitoksen häiriötöntä käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan analyysin ja todennetaan laitoksen koekäytön yhteydessä. Myös käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien varalle suunniteltujen turvajärjestelmien toimivuus todennetaan mahdollisuuksien mukaan koekäytön yhteydessä. Koekäyttöä koskee ohje YVL 2.5 ”Ydinvoimalaitoksen käyttöönotto” soveltuvin osin.

Odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja oletettuja onnettomuuksia koskevien turvallisuusmääräysten täyttyminen osoitetaan analyysin, jotka luonteeltaan ja vakavuudeltaan kattavat erityyppiset häiriöt ja onnettomuudet, joita voi esiintyä loppusijoituslaitoksella. Näiden tapahtumien edustavuuden kannalta on myös olennaista, että kunkin

turvajärjestelmän tehtävää ja mitoitusta eniten rajoittavat tapahtumat analysoidaan.

Säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen osoitetaan ensisijaisesti deterministisellä turvallisuusanalyysillä. Tällainen analyysi on esitettävä alustavan turvallisuusselosteen ja lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä.

### **Kapselien vioittumisen estäminen**

Kapselien valmistukseen, täyttöön ja sulkemiseen sovelletaan laadunvarmistus- ja tarkastusohjelmaa, jolla varmistetaan, että polttoainekapselit 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 tapara- ja materiaalikuljetukset tapahtuvat eri reittejä.

Louhittavien tunneleiden ja kapseleita sisältävien loppusijoitustunneleiden väliin jätetään louhintatärinöitä vaimentava riittävä suojaetäisyys. Rakennustarvikkeet, koneet, räjähdysaineet ja louhe kuljetetaan ajotunnelin kautta. Polttoainekapselit kuljetetaan kapselikuilun tai vaihtoehtoisesti ajotunnelin kautta. Sijoitusreikien bentoniittilohkot kuljetetaan kapselikuilun kautta. Mikäli polttoainekapselien kuljetukset päädytään suorittamaan vaihtoehtoisen suunnitteluratkaisun mukaisesti ajotunnelin kautta, eriytetään erityyppiset kuljetustapahtumat toisistaan ajallisesti.

### **Kriittisyysonnettomuuden estäminen**

Sellaisten polttoainekeskittymien muodostuminen, jotka synnyttävät hallitsemattoman neutronien ylläpitämän fission ketjureaktion, estetään rakenteellisin ratkaisuin.

Käytettyjen polttoainepölyjen 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 osittain pohjavedellä. Kriittisyysturvallisuuslaskelmien oletukset (esimerkiksi polttoaineen väkevöintiaste ja poistopalama sekä efektiivisen kasvutekijän turvamarginaali) valitaan konservatiivisesti.

### **Palo- ja räjähdysvaaran ehkäiseminen**

Loppusijoituslaitos suunnitellaan siten, että tulipalon todennäköisyys on pieni ja tulipalon seuraukset turvallisuuden kannalta vähäiset. Myös räjähdykset, jotka voisivat vaarantaa polttoainepölyjen, kapselien tai radioaktiivisia

aineita sisältävien laitteiden tai tilojen eheyden, estetään luotettavasti.

Loppusijoituslaitoksen paloturvallisuussuunnittelun tavoitteena on

- estää palojen syttyminen
- havaita ja sammuttaa palot nopeasti
- estää palojen leviäminen tiloihin, joissa se voisi vaarantaa käytetyn polttoaineen käsittelyn tai varastoinnin turvallisuuden
- räjähdysvaaran minimointi.

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.

Loppusijoituslaitos varustetaan automaattisella paloilmoinjärjestelmällä, joka suunnitellaan siten, että palo voidaan paikantaa riittävällä tarkkuudella. Lisäksi laitoksen tilat varustetaan tarvittaessa kohteeseen soveltuvalle sammutusjärjestelmällä ja operatiiviseen palontorjuntaan soveltuvalla alkusammutuskalustolla. Paloilmoin- ja sammutusjärjestelmät toimivat tehokkaasti myös odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden sattuessa. Paloturvallisuusjärjestelyjen suunnittelussa noudatetaan ohjetta YVL 4.3 ”Ydinlaitosten palontorjunta” soveltuvin osin.

Kalliorakentamisessa käytettävät räjähdysaineet varastoidaan maanpinnalla omissa suojaetuissa varastoissaan. Kerralla ei kuljeteta sallittua määrää enempää räjähteitä ja räjähdysainearastot 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 sijoitustunneleiden väliin jätetään aina riittävä suojaetäisyys.

### 15.3 Ulkoisten tapahtumien huomioonottaminen suunnittelussa

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.

Loppusijoituslaitoksen maanpäällisen osan suunnittelussa noudatetaan ohjeissa YVL 4.1 ”Ydinlaitosten betonirakenteet” ja YVL 4.2 ”Ydinlaitosten teräsrakenteet” esitettyjä rakentamista koskevia ja ohjeissa YVL 2.6 ”Maanjäristysten huomioon ottaminen ydinlaitoksissa” esitettyjä maanjäristystä koskevia vaatimuksia soveltuvin osin.

### 15.4 Pitkäaikaisturvallisuus

Loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuus perustuu moniasteperiaatteeseen, jonka tehtävänä on estää radioaktiivisten aineiden pääsy elolliseen luontoon. Periaate on kuvattu luvuissa 3 ja 11.

### 15.5 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten vaikutusten hallinta

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana on erikseen luvanvaraista toimintaa ja Suomessa tarvittavat luvat ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetuksiin myöntää STUK. 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 (YEA 56 §, 115 §). STUK:n ohjeissa YVL 6.5 ”Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetukset” on määritelty kuljetusten turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset.

Kuljetussäiliölle, säiliön käsittelylle, onnettomuustilanteisiin varautumiselle ja dokumentaatiolle on asetettu korkeat vaatimukset. Kuljetussäiliö ei saa menettää säteilysuojeluominaisuuksiaan pahimmassakaan ajateltavissa olevassa onnettomuudessa. Kuljetussäiliössä olevan käytetyn polttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä. Kuljetussäiliölle asetetaan tavonomaista tiukemmat vaatimukset poikkeustilanteiden varalta.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksia koskevien säännösten tarkoituksena on taata kuljetusten turvallisuus siten, että kulloinkin käytettävä kuljetussäiliö suojaa riittävästi ympäristöä ja kuljetettavia aineita niin, ettei ympäristölle aiheudu sallittua säteilyannosta suurempaa rasiusta. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliöön sovelletaan niin sanotulle B(U)-tyypin säiliölle asetettuja säännöksiä, jotka perustuvat Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n (International Atomic Energy Agency)

ohjeisiin (IAEA 2005b). Kuljetuksessa käytettävän säiliötyypin tulee kestää kokeet, joilla varmistetaan säiliötyypin soveltuvuus käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen.

Normaalikuljetusten osalta edellytetään, että säteilyannosnopeus yhden metrin etäisyydellä säiliön ulkopinnasta ei saa ylittää arvoa 0,1 mSv/tunti ja pinnalla arvoa 2 mSv/tunti. Lisäksi säiliön ja sen sisällä kuljetettavan polttoaineen 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 säiliöstä sallitaan vain hyvin pieni vuotovirtaus ympäristöön. IAEA:n vaatimusten mukaisesti kuljetussäiliön tulee kestää normaalikuljetuksessa

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

Säiliön pintakontaminaatiosta (säiliön pinnalla mahdollisesti olevat radioaktiiviset aineet) aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm<sup>2</sup> ja erälle radionuklideille 0,4 Bq/cm<sup>2</sup>.

Poikkeustilanteiden varalta käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliön 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 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.

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. Polttoainetta kuljetettaessa on saattueen mukana lisäksi vartija. Kuljetusten nopeusrajoitukset ovat alhaiset ja kuljetuksissa vältetään suuria taajamia.

## 15.6 Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien vaikutusten hallinta

Louhinnan ja murskauksen aikaisen melun ja muun häiriön laitoksen lähialueella aiheuttamaa haittaa voidaan lieventää ajoittamalla työvaiheet päiväsaikaan. Louhekasaa käytetään murskauksessa melusuojana. Murskaamo ja louhekasaa 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 pysytään seuraamaan reaaliajassa, mitä työmaalla tapahtuu. ONKALON työmaan räjäytykset ovat maksimissaan olleet 0,7 magnitudin luokkaa. Tulokset raportoidaan säännöllisesti ja tiedot siirtyvät Säteilyturvakeskukselle.

## 15.7 Maanpintayhteyksien rakentaminen

Ajotunnelin suuaukon ja valvomattoman alueen 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.

## 15.8 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 6.1 ”Ydinpolttoaineen ja muiden ydinvoimalaitoksen käytössä tarvittavien ydinmateriaalien valvonta” mukaisia vaatimuksia ydinma-

teriaalivalvonnasta. Valvonta tapahtuu ydinmateriaalin kirjanpidolla sekä visuaalisilla että teknisillä valvontamenetelmillä polttoaineen kapselointiprosessin kaikissa vaiheissa.

### *Kapselin siirrot kapselointilaitokselta maanalaiseen loppusijoitustilaan*

Kapselin siirtäminen maanpinnalta loppusijoitusvyöhykkeelle 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 määräaikaikoestuksin sekä varautumalla kuviteltavissa oleviin onnettomuuskenaarioihin.

## 15.9 Maanalaiset loppusijoitustilat ja loppusijoitustunneleiden suojaetäisyydet

Loppusijoitustiloja rakennettaessa ja suljettaessa pyritään säilyttämään kallion alkuperäiset ominaisuudet ja rajoittamaan muutokset mahdollisimman pienelle alueelle tunneleiden ja kuilujen ympäristössä. Esimerkiksi kallio louhitaan varovasti, jolloin louhinnan aiheuttama häiriövyöhyke jää mahdollisimman pieneksi. Vesivuotoja rajoitetaan välttämällä vettäjohtavia rakenteita ja tiivistämällä vuotokohdia esimerkiksi injektoinnilla. Vuotovirtausten kokonaisuutena rajoittaa myös se, että tunneleita rakennetaan ja niitä suljetaan sitä mukaa kun niihin on sijoitettu loppusijoituskapseleita, eli käyttövaiheen aikana kerrallaan avoimena olevia kalliotilavuuksia minimoidaan.

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

## 15.10 Sijoituspaikan soveltuvuuden arviointiperusteet

Suomessa vaatimukset sijoituspaikan ominaisuuksista on kirjattu Valtioneuvoston päätökseen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta (478/1999). 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 (STUK 2001) muun muassa hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys, epätavallisen suuret kalliojännitykset, seismiset tai tektoniset poikkeamat ja tärkeiden pohjavesiominaisuuksien poikkeukselliset arvot.

Käytetyn polttoaineen loppusijoitustilan asemointi perustuu paikka- ja turvallisuustutkimusten avulla tehtyyn kallioluokitukseen ja sen soveltuvuus-kriteereihin. Soveltuvuus-kriteereissä otetaan huomioon muun muassa kallion rakoilu, vedenjohtavuus ja kapselien jälkilämpöteho. Kriteerit ovat parhaillaan kehitystyön kohteena ja niitä 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, kallio liikuntojen tai muiden pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeille seikoille, määritetään ja luokitellaan. Maanalaisen tilojen sijoittelua varaudutaan muutta-

maan, mikäli suunniteltuja tiloja ympäröivän kallion laatu osoittautuu merkittävästi suunnitteluperusteita epäedullisemmaksi.

Mikäli loppusijoituslaitoksen käyttöönoton jälkeen halutaan muuttaa tai tarkentaa STUK:n hyväksymismenettelyn kohteena aiemmin ollutta laitoksen järjestelmää, rakennetta, laitetta tai käyttötapaa, on suunnitelmille hankittava STUK:n hyväksyntä ennen niiden toteutusta.

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

### 15.11 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.

### 15.12 Vaikutukset pohjavesiin

Loppusijoitustiloja tiivistetään sementti-injektoinnilla, jonka ansiosta loppusijoitustilojen vaikutukset pohjaveden korkeuteen jäänevät vähäisiksi.

### 15.13 Laitoksen valvonta

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

Kaikki kapselien käsittely tapahtuu aina valvonta-alueella. Bentoniittilohkojen asentaminen loppusijoitusreikään tapahtuu myös valvonta-alueella. Valvomattomalla alueella tehdään tilojen louhinta- ja rakennustyöt sekä tunnelien täyttötöitä.

Valvonta-alueen ilmastointi erotetaan valvomattoman alueen ilmastoinnista, jotta polttoainekapselien käsitte-



ly- 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 loppusijoitustiloissa**

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

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

#### **Kunnonvalvonta**

Kunnonvalvonnan tarkoituksena on valvoa käyttövaiheen aikana loppusijoituslaitoksen ja sen järjestelmien kuntoa. Loppusijoitustilan kuntoa valvotaan loppusijoituksen aikana mittaamalla vuotovesimäärää, kallion jännityksiä ja siirtymiä loppusijoitustiloissa. Myös instrumentointijärjestel-

män avulla kerätään ja käsitellään tietoa loppusijoitustilan kunnosta sekä valvotaan, että työturvallisuus säilyy hyvänä loppusijoitustilassa.

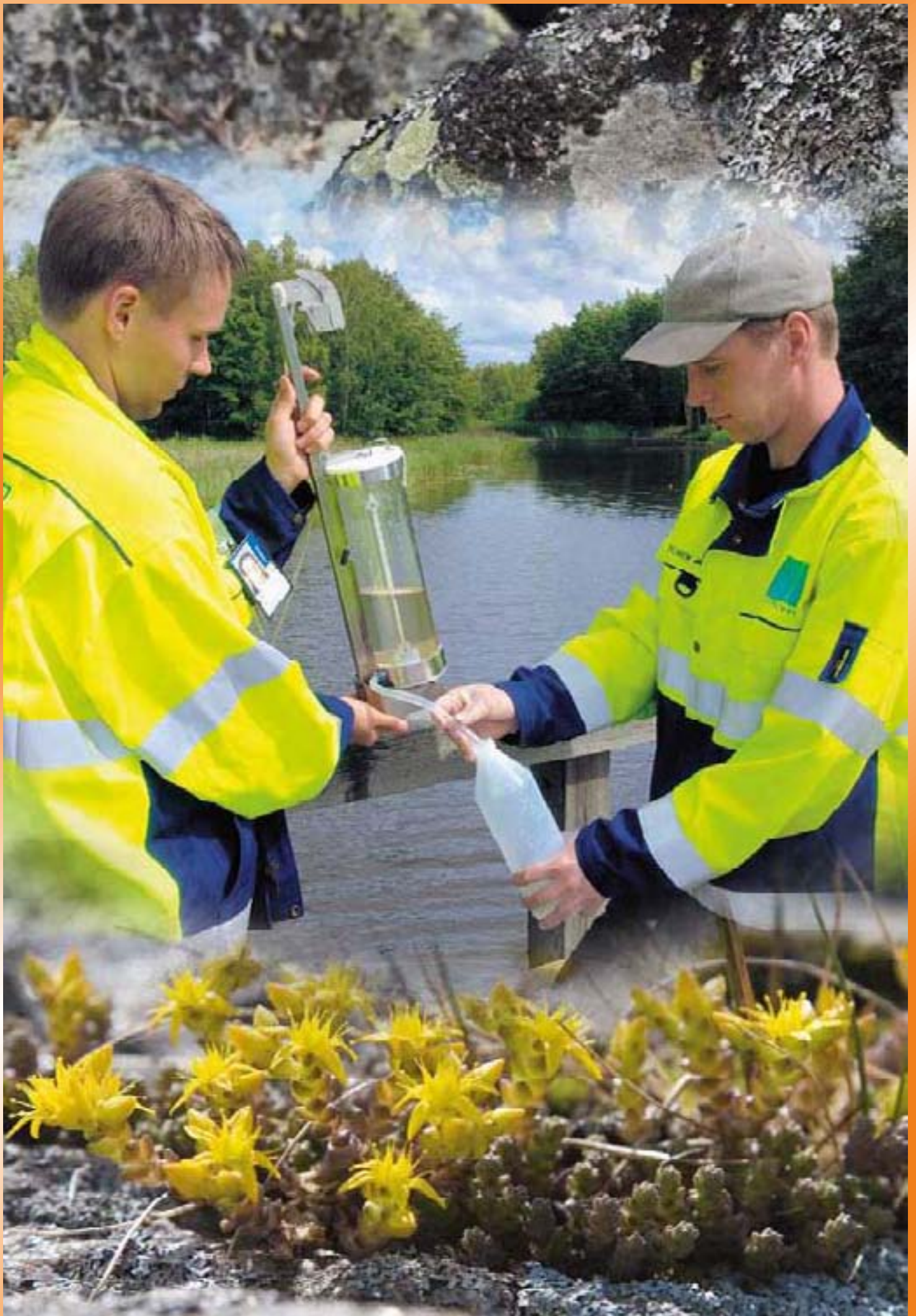
#### **Säteilyturvakeskuksen suorittama valvonta**

Säteilyturvakeskus valvoo ydinjätteen käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen turvallisuutta. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen asianmukaisen suunnittelun varmistamiseksi viranomaiset ovat asettaneet ydinjätteen tuottajille raportointivelvoitteita.

Säteilyturvakeskus tarkastaa jätteiden turvalliseen loppusijoittamiseen tähtäävät tutkimukset ja tekniset suunnitelmat muiden asiantuntijaorganisaatioiden avustamana ja antaa palautteen hankkeen toteuttajalle. Keskeisin asiakirja on voimayhtiöiden ja Posivan kolmen vuoden välein julkaisema ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön ohjelma.

### **15.14 Sosiaaliset vaikutukset**

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





# 16 Hankkeen ympäristövaikutusten seuranta

## 16.1 Kuormitus- ja vaikutustarkkailu loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana

Tämän arviointiselostuksen perusteella on laadittu ehdotus ympäristövaikutusten seuraamiseksi Olkiluodon loppusijoitusalueella. 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.

### 16.1.1 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 seuranta 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 nykyisin.

Loppusijoitusvaiheessa mitataan radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön. Tyypillisiä mittauspaikkoja ovat ilmastointi-ilman ja jätevesien poistoreitit. Jo aloitettuja pitoisuuksien ja annosnopeuden mittauksia jatketaan.



### 16.1.2 Muiden vaikutusten seuranta

Ympäristövaikutusten seuraamiseksi laaditaan ohjelma, johon alustavasti on ajateltu sisältyvän seuraavat kohteet:

- säteilyvaikutukset ympäristössä
- luonnon radonkaasun pitoisuus kallioiloissa
- pohjaveden pinnankorkeus kalliotilojen ympäristössä
- kasvillisuusjakauma pohjavesivaikutteisilla alueilla
- pintalouhintojen tärinätasot lähiympäristön rakennuksissa
- Eurajoen kunnan imago
- säteilypelkojen esiintyminen
- sosioekonomiset vaikutukset.

Muita seurantavelvoitteita saatetaan määrätä myöhempien lupakäsittelyjen yhteydessä esimerkiksi melulle ja pölylle.

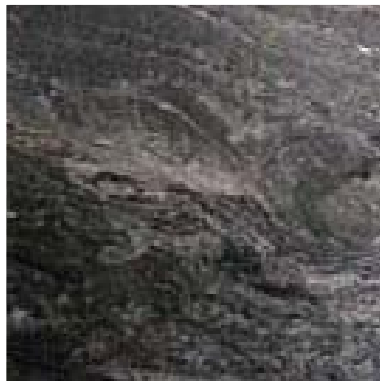
### 16.2 Sulkemisenjälkeinen seuranta

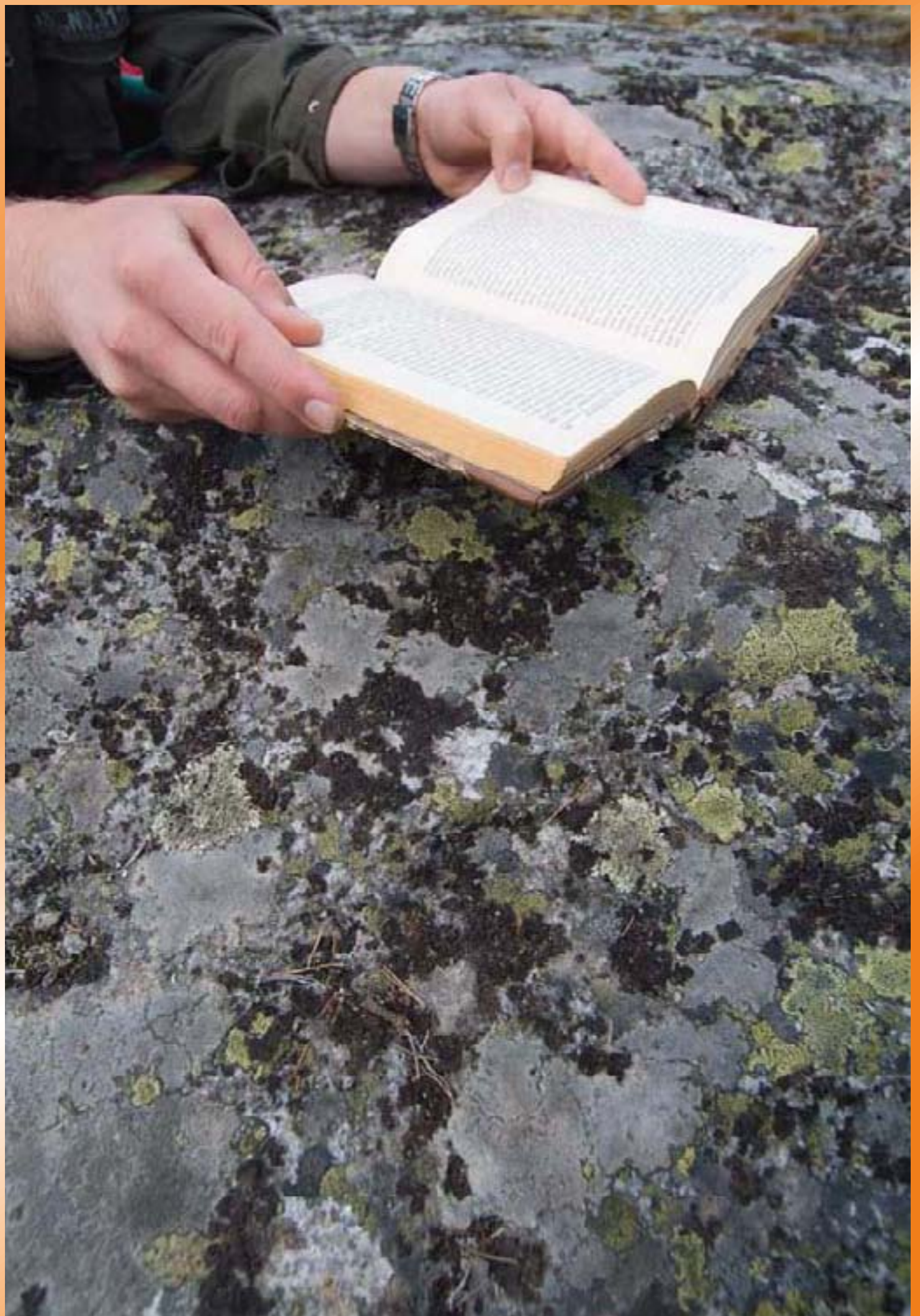
Posivan seurantamittaukset lopetetaan, kun laitos on suljettu STUK:n hyväksymällä tavalla. Sulkemisvaiheessa Posiva laatii ehdotuksen seurantaohjelmaksi sulkemisen jälkeistä aikaa varten ja suorittaa valtiolle kertakorvauksen. Tämän rahasumman viranomaiset käyttävät tarpeelliseksi katsomaansa seurantaan ja valvontaan. Loppusijoitus tulee kuitenkin tehdä siten, että se on turvallista myös ilman jälkiseurantaa.

Sulkemisenjälkeisessä seurannassa on keskeistä selvittää, miten kallioperän ominaisuudet palautuvat rakentamista edeltäneeseen tilaan. Kallioperän olosuhteiden seuranta on selvitetty useissa kansainvälisissä hankkeissa.

Sulkemisenjälkeinen seuranta voi sisältää muun muassa radioaktiivisuuden mittausta maanpinnalta ja syvistä kairareistä. Reistä voidaan myös seurata pohjaveden pinnankorkeuksia, virtauksia, kemiaa, lämpötilaa ja niin edelleen. Maan pinnalta voidaan geofysikaalisilla mittauksilla seurata mikromaanjärityksien esiintymistä. Ydinmateriaalin koskemattomuuden vaarantaminen lainvastaisella toiminnalla vaatisi maanpinnalla näkyviä toimia. Toimet voitaisiin havaita ja niitä voitaisiin valvoa kansainvälisesti esimerkiksi satelliiteista.







# 17 Kirjallisuus

- Ahjos, T. & Uski, M. 1992.** Earthquakes in northern Europe in 1375–1989. *Tectonophysics*. Vol. 207.
- Aho, J. 2008.** Käytetyn ydinpolttoaineen turvallista loppusijoitusta koskeva informaatio ja luottamus Eurajoen kunta-laisten keskuudessa. Informaatiotutkimuksen pro gradu -työ. Tampereen yliopisto, Informaatiotutkimuksen laitos. Toukokuu 2008.
- Ahokas, H., Hellä, P., Ahokas, T., Hansen, J., Koskinen, K., Lehtinen, A., Koskinen, L., Löfman, J., Mészáros, F., Partamies, M., Pitkänen, P., Sievänen, U., Marcos, N., Snellman, M., Vieno, T. 2006.** Control of Water Inflow and Use of Cement in ONKALO After Penetration of Fracture Zone R19. Posiva Oy, Työraportti 2006-45.
- 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.
- BCG 2006.** Economic Assessment of Used Fuel Management in the United States. Report prepared by the Boston Consulting Group for AREVA.
- Bunn, M., Fetter, S., Holdren, J., van der Zwaan, B. 2003.** The Economics of Reprocessing vs. Direct Disposal of Spent Nuclear Fuel. Harvard University, John F. Kennedy School of Government, Belfer Center for Science and International Affairs. Project on Managing the Atom, Final Report 8/12/1999-7/30/2003.
- Corporate Image Oy 2007.** Kuntaimagotutkimus 2006. Posiva Oy, Työraportti 2007-73.
- Cosma, C., Cosma, M., Juhlin, C., Enescu, N. 2008.** 3D Seismic Investigations at Olkiluoto, 2007. Factual report. Posiva Oy, Working Report 2008-43.
- Cui, D., Ekeröth, E., Spahui, K. 2008.** Surface mediated processes in the interaction of spent fuel or  $\alpha$ -doped  $\text{UO}_2$  with  $\text{H}_2$ . Proc. MRS Symp. Actinide Science IV, San Francisco, May 2008.
- Enescu, N., Cosma, C., Balu, L., 2003.** Seismic VPS and crosshole investigations in Olkiluoto, 2002. Posiva Oy, Working Report 2003-13.
- 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 s.
- GIF 2002.** U.S. Department of Energy, Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum. A Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems. GIF-002-00, [http://gif.inel.gov/roadmap/pdfs/gen\\_iv\\_roadmap.pdf](http://gif.inel.gov/roadmap/pdfs/gen_iv_roadmap.pdf).
- Grimwood & Thegerström 1990.** Assessment of the Risks Associated with Human Intrusion at Radioactive Waste Disposal Sites - Some Observations from an NEA Workshop, Proc. of the Symposium on Safety Assessment of Radioactive Waste Repositories, Paris, s. 385–395, NEA/IAEA/CEC.

- 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.
- Hagros, A., McEwen, T., Anttila, P., Äikäs, K. 2005.** Host rock classification. Phase 3: Proposed Classification System (HRC-system). Posiva Oy. Working Report 2005-07.
- Hanson, A. 2007.** Near-term Options for Treatment and Recycle . A special symposium at the ANS Annual Meeting, June 26, 2007. Massachusetts Institute of Technology, [http://web.mit.edu/nse/pdfs/07\\_ansannualmtg/ANS\\_07%20\(Hanson\).pdf](http://web.mit.edu/nse/pdfs/07_ansannualmtg/ANS_07%20(Hanson).pdf).
- Hedin, A. 2005.** An analytic method for estimating the probability of canister/fracture intersections in a KBS-3 repository. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), Stockholm, Sweden, SKB R-05-29.
- Helsingin yliopisto 2007.** Seismologian laitos, <http://www.seismo.helsinki.fi/index.htm>.
- IAEA 2007.** Management of Reprocessed Uranium. Current Status and Future Prospects. International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC-1529.
- IAEA 2005a.** Status and trends in spent fuel reprocessing. International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC-1467.
- IAEA 2005b.** Regulations for the safe transport of radioactive materials. International Atomic Energy Agency, IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, 2005 edition.
- IAEA 1982.** Evaluation of Actinide Partitioning and Transmutation. International Atomic Energy Agency, Technical Reports Series No. 214.
- 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, A.T.K. 2007.** Meteorological data and update of climate statistics of Olkiluoto, 2005-2006. Posiva Oy, Työraportti 2007-86.
- Ikonen, K. 2007.** Far-Field Thermal-Mechanical Response of One- and Two-Storey Repositories in Olkiluoto. Posiva Oy, Työraportti 2007-29.
- INL 2007.** Idaho National Laboratory, Global Nuclear Energy Partnership Technical Integration Office, (GNEP 2007), Global Nuclear Energy Partnership Technology Development Plan. GNEP-TECH-TR-PP-2007-00020, Rev 0, <http://nuclear.inl.gov/gnep/d/gnep-tdp.pdf> (9.10.2007).
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007a.** Olkiluodon osayleiskaava, luonnon perustilaselvitys. 29.1.2007. 25 s. + liitteet.
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy & Ramboll Oy 2007b.** Olkiluodon osayleiskaava, maisema- ja kulttuurihistoriaselvitys. 25.1.2007. 11 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.
- Karvonen, T. 2008.** Surface and near-surface hydrological model of Olkiluoto Island. Posiva Oy, Working Report 2008-17, 90 s.
- 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.
- Klockars, J., Tammisto, E., Ahokas, H. 2007.** Results of Monitoring at Olkiluoto in 2006 – Hydrology. Posiva Oy, Working Report 2007-50.
- Kotola, J. & Nurminen, J. 2003.** Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealueitutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8. Espoo, 203 s.
- KTM 2003.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Dnro 9/815/2003 KTM.
- Kukkola, T. 2006.** Encapsulation plant preliminary design, phase 2. Repository connected facility. Posiva Oy, Työraportti 2006-95.
- Kukkola, T. 2003.** Loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden määrittäminen päästö- ja annoslaskentaa varten. Posiva Oy, Työraportti 2003-39.
- Kukkola, T. 1999.** Loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden määrittäminen päästö- ja annoslaskentaa varten. Posiva Oy, Työraportti 99-77.
- 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.
- La Pointe, P. & Hermanson, J. 2002.** Estimation of rock movements due to future earthquakes at four Finnish candidate repository sites. Posiva Oy, Raportti 2002-02.
- Loikkanen, M. 2007.** Luotolinnustoinventointi Eurajoen Olkiluodossa 7.6.2007. Ramboll Finland Oy.
- LT-Konsultit Oy 1998.** Loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia. Posiva Oy, Työraportti 98-74.
- Löfman, J. & Mézáros, F. 2005.** Simulation of hydraulic disturbances caused by the underground rock characterisation facility in Olkiluoto. Posiva Oy, Raportti 2005-08.
- Marcos, N., Hellä, P., Snellman, M., Nykyri, M., Pastina, B., Vähänen, M., Koskinen, K., 2007.** The Role of the Geosphere in Posiva's Safety Case. Paper presented at the IGSC "Geosphere Stability" Workshop on the Stability and Buffering Capacity of the Geosphere for Long-term Isolation of Radioactive Waste: Application to Crystalline Rock. Manchester, 13-15 November 2007.
- Marcos, N. 1989.** Native copper as a natural analogue for copper canisters. Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies, Helsinki, Finland, Report YJT-89-18.

- 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.
- Nagra 2005.** Spent Fuel Evolution under Disposal Conditions – Synthesis of Results from the EU Spent Fuel Stability (SFS) Project. A Report of the Spent Fuel Stability (SFS) Project of the 5th Euratom Framework Program, NTB 04-09.
- 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.
- Neall, F., Pastina, B., Smith, P., Gribi, P., Snellman, M. Johnson, L. 2007.** Safety assessment for a KBS-3H spent nuclear fuel repository at Olkiluoto - Complementary evaluations of safety report, Posiva Oy. Raportti 2007-10.
- Nykyri, M., Nordman, H., Marcos, N., Löfman, J., Poteri, A., Hautojärvi, A. 2008.** Radionuclide release and transport – RNT-2008. Posiva Oy, Raportti 2008-06.
- Ollikainen, T. & Rimpiläinen, A. 1997.** Eurajoen aluekuvaus. Posiva Oy, Työraportti 1997-14.
- Paile, W. 2002.** Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Kirjassa Säteilyn terveystvaikutukset.
- Pastina, B. & Hellä, P. 2006.** Expected Evolution of Spent Nuclear Fuel Repository at Olkiluoto. Posiva Oy, Raportti 2006-05.
- Pitkänen, P., Partamies, S., Lahdenperä, A.-M., Lehtinen, A., Ahokas, T., Hirvonen, H., Hatanpää, E. 2007.** Results of Monitoring at Olkiluoto in 2006. Hydrogeochemistry. Posiva Oy, Working Report 2007-51.
- 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 2003a.** TKS-2003. Nuclear Waste Management of the Olkiluoto and Loviisa Power Plants: Programme for Research, Development and Technical Design for 2004-2006. Posiva Oy.
- Posiva Oy 2003b.** Programme of monitoring at Olkiluoto during construction and operation of the ONKALO. Posiva Oy, Raportti 2003-05.
- 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.
- 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.



- Raiko, H. 2005.** Disposal Canister for Spent Nuclear Fuel – Design Report. Posiva Oy, Raportti 2005-02.
- Ramboll Oy 2007.** Pikkuapollon esiintyminen Olkiluodon osayleiskaava alueella 2007.
- 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.
- Rantataro, J. 2001.** Akustis-seismiset tutkimukset Olkiluodon läheisellä merialueella vuonna 2000. Posiva Oy, Working Report 2001-11.
- Rossi, J., Raiko, H., Suolanen, V., Ilvonen, M. 1999.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen normaalikäytön, häiriöiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamien säteily vaikutusten arviointi. Posiva Oy, Raportti 99-16.
- Saari, J. 2008.** Seismicity in the Olkiluoto Area. Posiva Oy, Posiva Report 2008-04.
- Saari, J. & Lakio, A. 2007.** Local Seismic Network at the Olkiluoto Site. Annual Report for 2006. Posiva Oy, Working Report 2007-55.
- Saari, J. 2006.** Local Seismic Network at the Olkiluoto Site. Annual Report for 2005. Posiva Oy, Working Report 2006-57.
- Satakuntaliitto 1996.** Satakunnan seutukaava 5. Vahvistettu ympäristöministeriössä 11.1.1999.
- SKB 2006.** Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar – a first evaluation. Main report of the SR-Can project. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB), Stockholm, Sweden, SKB Technical report TR-06-09.
- 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 terveystieteiden ministeriö 1999.** Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1. 51 s.
- STUK 2008a.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos”. 25.6.2008.
- STUK 2008b.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Ionisoiva säteily”. 25.6.2008.
- STUK 2008c.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Esimerkkejä säteilyannoksista”. 25.6.2008.
- STUK 2008d.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Luonnon taustäsäteily”. 25.6.2008.
- STUK 2008e.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Radon”. 25.6.2008.
- STUK 2008f.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) katsaus ”Sisäilman radon”. 25.6.2008.
- STUK 2008g.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Arviot väestölle aiheutuvasta annoksesta”. 25.6.2008.
- STUK 2008h.** Säteilyturvakeskuksen www-sivu ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)) ”Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus”. 25.6.2008.

**STUK 2005.** Säteilyn terveysvaikutukset. Esite.

**STUK 2001.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus. Säteilyturvakeskus, YVL-ohje 8.4, 23.5.2001.

**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 2007.** Seurantatutkimustietoa suomalaisten suhtautumisesta energiapolitiittisiin kysymyksiin 1983–2007. Tutkimusraportti 25.04.2008.

**Taivainen, O. 2007.** Olkiluodon voimalaitoksen jäädytys-, 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. 2006.** Laitoskuvaus 2006. Loppusijoituslaitossuunnitelmien yhteenvetoraportti. Posiva Oy, Työraportti 2006-102.

**Tiehallinto 2007.** Tiehallinnon tierekisteri Finnranet.

**Tielaitos 1993.** Asfaltti- ja murskausasemien melun leviäminen. Tielaitoksen selvityksiä 43/1993.

**Tilastokeskus 2007.** Kuntaportaali, keskeiset kuntatiedot. <http://www.stat.fi/tup/kunnat/kuntatiedot/051.html>.

**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.

**Turkki, H. 2007.** Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailututkimus vuonna 2006. Vuosiyhteenveto. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, Tutkimusseloste 270. Turku 2007. 42 s. + liitteet.

**UNSCEAR 2000.** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report vol. II.

**Valtioneuvosto 2002.** M 5/2001 vp. Valtioneuvoston periaatepäätös 17.1.2002 Posiva Oy:n hakemukseen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna.

**Valtioneuvosto 2000.** Valtioneuvoston periaatepäätös 21 päivänä joulukuuta 2000 Posiva Oy:n hakemukseen Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta.

**Valtioneuvosto 1999.** 1999/478 Valtioneuvoston päätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta.

**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.

**Vieno, T. & Nordman, H. 1999.** Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara – TILA-99. Posiva Oy, Raportti 99-07.

- Vieno, T. & Nordman, H. 1996.** Interim report on safety assessment of spent fuel disposal, TILA-96. Posiva Oy, Raportti 96-17.
- Vieno, T., Hautojärvi, A., Koskinen, L., Nordman, H. 1992.** TVO-92 safety analysis of spent fuel disposal. Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies (YJT), Helsinki, Finland, YJT Report YJT-92-33E.
- Viinikainen, T. 1998.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen sosiaaliset vaikutukset kuntalaisten näkökulmasta, haastattelututkimus. Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskus, Teknillinen korkeakoulu, Kesäkuu 1998. Posiva Oy, Työraportti 1998-59.
- Westlén, D., ym., 2007.** Impact of P&T on Geological Repositories. An Overview of the Euratom Red Impact Project. Proc. of the Global 2007 Conference, Boise, Idaho, September 9-13, 2007 (ANS, CD-ROM).
- Yrjölä, R. 1997.** Eurajoen Olkiluodon, Kuhmon Romuvaaran, Loviisan Hästholmenin ja Äänekosken Kivetyt linnustotutkimus 1997. Posiva Oy, Työraportti 1997-44.



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ  
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET  
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY

Posiva Oy  
Olkiluoto  
27160 EURAJOKI

LAUSUNTO  
22.8.2008

R20/R15/2008

## YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIOHJELMA POSIVA OY:N SUUNNITTEILLA OLEVAN YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOTUSLAITOKSEN LAAJENTAMISESTA

Posiva Oy on toimittanut 13.5.2008 työ- ja elinkeinoministeriölle (myöhemmin myös TEM) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-menettely) annetun lain (468/1994: YVA-laki) mukaisen arviointiohjelman (YVA-ohjelma) suunnitteilla olevan ydinpolttoaineen loppusijotuslaitoksen laajentamisesta. YVA-ohjelma on hankkeesta vastaavan tahon suunnitelma tarvittavista selvityksistä ja arviointimenettelyn järjestämisestä ympäristövaikutusten arvioimiseksi. YVA-ohjelma sisältää myös kuvauksen hankkeen arvioidun vaikutusalueen ympäristön nykytilasta.

Yhteysviranomaisena YVA-menettelyssä toimii työ- ja elinkeinoministerio YVA-lain perusteella.

Kuulutus YVA-menettelyn käynnistymisestä julkaistiin 27.5.2008 Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa, Satakunnan Kansassa, Länsi-Suomessa, Turun Sanomissa ja Ilta-Suomi -lehdessä.

Kuulutus, YVA-ohjelma, saadut lausunnot ja mielipiteet ovat työ- ja elinkeinoministeriön internet-sivuilla (osoite [www.tem.fi](http://www.tem.fi)).

YVA-ohjelma oli yleisön nähtävillä 27.5. – 25.7.2008 Eurajoen, Euran, Kiukaisten, Lapin, Luvian ja Nakkilan kunnanvirastoissa sekä Rauman ympäristövirastossa.

TEM järjesti yhdessä hankkeesta vastaavan kanssa yleisötilaisuuden 9.6.2008 Eurajoenla.

YVA-ohjelmasta pyydettyjä lausuntoja ja esitettyjä mielipiteitä käsitellään kohdassa 3.

Hankkeeseen sovelletaan myös valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista tehtyä ns. Espoon sopimusta (SopS 67/1997). Sopimuksen osapuolilla on halutessaan oikeus osallistua Suomen YVA-menettelyyn, jos ne katsovat hankkeen haitallisten ympäristövaikutusten voivan kohdistua alueellensa. Ympäristöministeriö vastaa kansainvälisen kuulemisen käytännön järjestelyistä. Ympäristöministeriö ilmoitti hankkeesta seuraaville maille: Ruotsi, Tanska, Norja, Saksa, Puola, Liettua, Latvia, Viro ja Venäjä.

## 1 Hanketiedot

### 1.1 Hankkeesta vastaava

Hankkeesta vastaava on Posiva Oy, jonka omistajat ovat Teollisuuden Voima Oyj ja Fortum Power and Heat Oy. Posivan konsulttina on ympäristövaikutusten arvioinnissa Pöyry Energy Oy.

### 1.2 Hanke ja sen vaihtoehdot

Hankkeena on suunnitteilla olevan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus-tilan laajentaminen Eurajoen Olkiluodossa siten, että laajennuksen jälkeen tiloihin olisi mahdollista loppusijoittaa 9 000 uraanitonniin asemasta 12 000 uraanitonniä käytettyä ydinpolttoainetta. Laajentaminen liittyy suunnitteilla oleviin uusiin ydinvoimalaitosyksiköihin Olkiluodossa ja Loviisassa.

Laajennuksen koko vastaisi yhden ydinvoimalaitosyksikön arvioidun käyttöajan aikana syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen vaatimaa tilaa.

Maanalaiset tilat rakennetaan kalliooperään 400 – 700 metrin syvyyteen. Maanalaisen laitoksen tarvitsema pinta-ala laajenisi noin 190 hehtaaria noin 240 hehtaariin.

Loppusijoituslaitoksen rakentaminen alkaa 2010-luvulla. Laitos otetaan käyttöön noin vuonna 2020. Tilojen laajentaminen riippuu mahdollisten uusien ydinvoimalaitosyksiköiden rakentamista koskevista päätöksistä. Laajennettujen tilojen käyttö alkaisi aikaisintaan 2070-luvulla.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokselle toteutettiin vuosina 1998 – 1999 ympäristövaikutusten arviointimenettely 9 000 uraanitonniin asti. Tonnimäärä kattoi maamme neljän toimivan laitoksen lisäksi Olkiluodon rakennettavan viidennen ydinvoimalaitosyksikön ja mahdollisesti myöhemmin rakennettavan kuudennen laitoksen tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen.

Nyt arvioitavassa laajennuksessa varaudutaan loppusijoitukseen seitsemännen yksikön osalta. YVA kattaa 12 000 uraanitonniin ympäristövaikutusten arvioinnin.

## 2 Ydinlaitoksen lupamenettelyt ja tilanne

Ydinenergialain (990/1987 YEL) mukaan luvanhaltijan, jonka toiminnan seurauksena syntyy tai on syntynyt ydinjätettä, on huolohdittava kaikista ydinjätehuollon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden valmistamisesta sekä vastattava ydinjätehuollon kustannuksista. Käytetty ydinpolttoaine on lain mukaan ydinjätettä. Vuonna 1994 tehdyn ydinenergialain muutoksen mukaisesti Suomessa syntyneet ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Muualla kuin Suomessa syntyneitä ydinjätteitä ei saa käsitellä, varastoida tai sijoittaa pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat ydinenergiain mukaisesti luvanvaraista. Kuljetuksille on haettava ydinenergia-asetuksen (161/1988, YEA) mukainen lupa.

Ydinenergiain mukaisen päätöksenteon ja lupajärjestelmän periaatteena on, että turvallisuuden arviointi jatkuu ja arvioita täsmennetään koko lupamenettelyn ajan. Lopulliset turvallisuusarviot tehdään käyttöluvavaiheessa.

Loppusijoituslaitos ja kapselointilaitos tarvitsevat myös muita lupia kuten ympäristöluvan, kunnan rakennusluvan ja vesilain mukaiset luvat. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia varten tarvitaan mm. vaarallisten aineiden kuljetuksia säätelevän lainsäädännön mukaiset luvat.

## 2.1 Ympäristövaikutusten arviointi

YVA-lain mukainen YVA-menettely on yksi osa ydinenergiain mukaiseen periaatepäätökseen liittyvää loppusijoituslaitoksen turvallisuuden ja ympäristövaikutusten arviointia.

Posiva Oy laatii YVA-selostuksen YVA-ohjelman ja yhteysviranomaisen siltä antaman lausunnon perusteella. YVA-menettely jatkuu YVA-selostuksen julkisella käsittelyllä. Hankkeesta vastaava arvioi, että YVA-selostus valmistuu syksyllä 2008.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeelle toimeenpantiin YVA-menettely vuosina 1998 – 1999. Perusratkaisuna oli Olkiluodon 1 ja 2 –laitosyksiköiden ja Loviisan 1 ja 2 –laitosyksiköiden 40 käyttövuoden aikana tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen. Tämä oli laajuudeltaan noin 2600 tonnia uraania. Arvioinnin kohteena oli myös tilanne, jossa edellä mainittujen yksiköiden käyttöikä olisi 60 vuotta. Käytetyn ydinpolttoaineen kokonaiskertymä oli tässä tapauksessa noin 4000 tonnia uraania. Arvioinnissa oli mukana myös tilanne, jossa loppusijoituslaitokseen sijoitettaisiin edellä mainittujen neljän laitosisikön tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen lisäksi kahden uuden Suomeen rakennettavan laitosisikön tuottama käytetty ydinpolttoaine, yhteensä enintään 9 000 tonnia uraania.

## 2.2 Periaatepäätös

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos on ydinenergiain tarkoitettu yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos, jonka rakentaminen edellyttää valtioneuvoston hankekohtalista periaatepäätöstä siltä, että ydinlaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Ydinenergia-asetuksen mukaan periaatepäätöshakemukseen on liitettävä mm. YVA-selostus. Periaatepäätöshakemuksessa esitetty hanke ei voi olla laajempi kuin mitä YVA-selostuksessa on tarkasteltu.

Periaatepäätöshakemuksen käsittely ei perustu yksinomaan hakijan toimittamaan aineistoon, vaan viranomaiset hankkivat sekä ydinenergia-asetuksessa määriteltyjä että muita tarpeelliseksi katsomiaan selvityksiä, joissa hanketta tarkastellaan yleisemmistä lähtökohdista. TEM pyy-

tää periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten lausunnon suunnitellun laitoksen sijaintikunnan kunnanvaltuustolta ja naapurikunnilta sekä ympäristöministeriöltä ja ydinenergia-asetuksessa mainituilta muilta viranomaisilta. Lisäksi ministeriön on hankittava Säteilyturvakeskuksen (STUK) alustava turvallisuusarvio hankkeesta.

Ennen periaatepäätöksen tekemistä TEM varaa ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuuden esittää kirjallisesti mielipiteensä hankkeesta. Ministeriö järjestää julkisen tilaisuuden, jossa asiasta voidaan esittää suullisesti tai kirjallisesti mielipiteitä. Esitetyt mielipiteet saatetaan valtioneuvoston tietoon.

Ennen kuin valtioneuvosto voi tehdä myönteisen periaatepäätöksen, sen on ydinenergialain mukaan todettava, että suunniteltu sijaintikunta puoltaa laitoksen rakentamista ja että STUKin lausunnossa tai muuten hakemuksen käsittelyn yhteydessä ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittavat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa ja käyttää laitosta siten, että se on turvallinen eikä siltä aiheudu vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Valtioneuvoston tekemä periaatepäätös annetaan viipymättä eduskunnan tarkastettavaksi. Eduskunta voi kumota periaatepäätöksen tai päättää, että se jää sellaisenaan voimaan.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevat periaatepäätökset tehtiin valtioneuvostossa 21.12.2000 ja 17.1.2002. Vuonna 2000 tehty periaatepäätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta koskee Suomen neljän käytössä olevan ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvää käytettyä ydinpolttoainetta, jonka määrä kokonaisuudessaan on enintään noin 4000 tonnia. Vuonna 2002 tehty periaatepäätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna koskee Olkiluoto 3 -laitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta, mikä tarkoittaa enintään 2500 tonnia uraania.

Posiva Oy on jättänyt periaatepäätöshakemuksen Olkiluoto 4 – ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen huollosta samassa yhteydessä kuin Teollisuuden Voima Oyj jätti periaatepäätöshakemuksen Olkiluodon neljännessä yksiköstä.

## 2.3 Rakentamislupa

Valtioneuvoston periaatepäätöstä seuraa varsinainen lupamenettely. Loppusijoituslaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää rakentamislupaa. Rakentamisluvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että laitosta koskevat suunnitelmat ovat turvallisuuden kannalta riittäviä ja työsuojelu sekä väestön turvallisuus on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa ja että sijoituspaikka on suunnitellun toiminnan kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa on haettava vuoden 2012 loppuun mennessä.

## 2.4 Käyttölupa

Laitoksen käyttäminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää käyttölupaa, jonka myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että työsuojelu, turvallisuus ja ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon. Myös rakentamis- ja käyttölupahakemusten käsittelyn yhteydessä järjestetään asianomaisten kuntien, viranomaisten ja kansalaisten kuuleminen.

## 3 Yhteenvedo lausunnoista ja mielipiteistä

YVA-ohjelmasta pyydettiin lausunnot seuraavilta tahoilta:

Ympäristöministeriö, Sisäasiainministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriö, Puolustusministeriö, Valtiovarainministeriö, Liikenne- ja viestintäministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, Länsi-Suomen lääninhallitus, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Suomen ympäristökeskus, Säteilyturvakeskus, Satakunnan TE-keskus, Varsinais-Suomen TE-keskus, Satakuntaliitto, Turun ja Porin työsuojelupiiri, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Uudenmaan ympäristökeskus, Turvatekniikan keskus, Eurajoen kunta, Euran kunta, Kiukaisten kunta, Lapin kunta, Luvian kunta, Nakkilan kunta, Rauman kaupunki, AKAVA ry, Elinkolnoolämän keuhkuliitto EK, Energiateollisuus ry ET, WWF, Greenpeace, Suomen Luonnonsuojeluliitto ry, Natur och Miljö rf, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry, Suomen Yrittäjät ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Fingrid Oyj, Fortum Power and Heat Oy, Teollisuuden Voima Oyj.

Seuraavat organisaatiot eivät antaneet lausuntoa: Sisäasiainministeriö, Puolustusministeriö, Liikenne ja viestintäministeriö, Maa ja metsätalousministeriö, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Suomen ympäristökeskus, Varsinais-Suomen TE-keskus, Kiukaisten kunta, Nakkilan kunta, WWF, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Suomen Yrittäjät ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Fortum Power and Heat Oy.

Valtioiden välisessä Espoon sopimuksen mukaisessa arviointimenettelyssä ympäristöministeriö ilmoitti hankkeesta seuraavien maiden viranomaisille: Naturvårdsverket (Swedish Environmental Protection Agency, Ruotsi), Ministry of Environment (Tanska), Ministry of Environment (Norja), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Saksa), Ministry of Environment (Puola), Ministry of Environment (Liettua), Ministry of Environment (Latvia), Ministry of Environment (Viro) ja Ministry of Natural Resources (Venäjä).

Ruotsi, Norja, Saksa ja Viro osallistuvat YVA-menettelyyn ja ovat antaneet lausuntonsa YVA-ohjelmasta. Tanska ja Puola ovat vastanneet ympäristöministeriölle, etteivät ne osallistu YVA-menettelyyn. Ympäristöministeriö ei ole saanut vastausta Latviasta eikä Venäjältä. Jos jostakin kansainväliseen menettelyyn vielä mahdollisesti osallistuvasta maasta annetaan lausunto myöhemmin, se saatetaan hankkeesta vastaavan tietoon.



## 3.1 TEM:n pyytämät lausunnot

## Ympäristöministeriö

Ympäristöministeriö esittää lausunnossaan näkemyksensä ainoastaan hankkeen YVA-ohjelmasta. Lausunnossa ei oteta kantaa hankkeen ympäristövaikutuksiin eikä niiden hyväksyttävyyteen.

Ympäristöministeriö pitää YVA-ohjelmassa esitettyä hankemäärittelyä sekä nollavaihtoehdon ja nykytilan kuvausta ongelmallisina. Ministeriö katsoo, että ne tulee muuttaa vastaamaan todellista nykytilaa kuvaten niin lainsäädännölliset raunat kuin nykyinen päätöksentekotilanne. YVA-menettelyssä tulee tarkastella 12 000 tU käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ja kuvata tämän kokonaisuuden ympäristövaikutukset.

Ympäristöministeriön mukaan YVA:ssa tulee tarkastella seuraavat tilanteet:

1. Olkiluotoon loppusijoitetaan nykyisten toiminnassa olevien ydinvoimalaitosten (Olkiluoto 1 ja 2 sekä Loviisa 1 ja 2) sekä rakenteella olevan Olkiluoto 3:n käytetyt ydinpolttoaineet, yhteensä enintään 6500 tU.

2. Olkiluotoon loppusijoitetaan nykyisin toiminnassa olevien ydinvoimalaitosten sekä rakenteella olevan Olkiluoto 3:n käytettyjen ydinpolttoaineiden lisäksi kahden uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyt ydinpolttoaineet, yhteensä enintään 12 000 tU.

Nollavaihtoehto tulee arvinintiselostuksessa määritellä uudelleen, sillä lähtökohdaksi ei voida pitää tilannetta, jossa loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa 9000 tU käytettyä ydinpolttoainetta niin kuin YVA-ohjelmassa on esitetty. Nollavaihtoehdon tarkastelu tulee lähteä ydinenergialain (990/1987) 6 a §:stä, jossa esitetään, että Suomessa tuotettu käytetty ydinpolttoaine on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Periaatepäätökset ovat olemassa viiden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiselle eli noin 6500 tU. Rakentamislupahakemus loppusijoituslaitokselle ennakoitavana jätettävänä vuonna 2012. Oikeudellisesta näkökulmasta katsottuna loppusijoituksen paikkaa ei siis ole lopullisesti päätetty. Asianosaisilla on rakentamislupapäätöksestä muutoksenhakuoikeus. Nollavaihtoehdon yhteydessä on myös tarkoituksenmukaista arvioida, voiko ONKAL.Ossa meneillään olevissa tutkimuksissa ilmetä asioita, jotka osoittaisivat Olkiluodon soveltumattomaksi loppusijoituslaitoksen sijoittamiselle ja millaisia nämä saattaisivat olla.

Ympäristöministeriö pitää hyvänä ja tarpeellisena, että YVA-selostuksessa lullaan esittämään katsaus jälleenkäsittely- ja transmutaatiotekniikoiden tämän hetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuuden näkymistä. Siten käytetyn polttoaineen vaihtoehtoisista käsittelytavoista saa kokonaiskuvan.

Ympäristöministeriö huomauttaa, että YVA-ohjelmassa (luku 5.4) esitetään seuraavat käytetyn ydinpolttoaineen kertymät: Olkiluoto 3 – laitosyksiköstä noin 2500 tU, suunnitteilla olevasta Olkiluoto 4:stä noin 2500 tU, Loviisa 3:sta noin 3000 tU. Loviisa 3:n YVA-selostuksessa esitetään arvio, että sinne suunnitteilla olevasta laitoksesta kertyisi käytettyä ydinpolttoainetta vain 2000 – 2500 tU.

Ympäristöministeriö esittää, että loppusijoituslaitoksen ja –tekniikan eri vaiheiden kuvaus tulee esittää selostuksessa huomattavasti YVA-ohjelmassa esitettyä yksityiskohtaisemmin. Kuvauksessa tulee selkeästi ilmetä eri vaihtoehtojen tarvitsemat maanalaiset pinta-alat. Loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuuskonseptia tulee myös esitellä selostuksessa tarkemmin huomioiden mm. mahdolliset vaikutukset meriympäristöön ja sitä kautta naapurimaihin. YVA-selostuksessa tulee arvioida, millaisissa tilanteissa loppusijoitustilan rakentaminen laajennettuna voi käydä mahdottomaksi (esimerkiksi teknisten, ympäristövaikutusten tai turvallisuussyiden takia).

Ympäristöministeriön käsityksen mukaan laitoksen ympäristön nykytilaa koskevia tietoja voidaan pääosin pitää riittävinä, koska Olkiluodon ympäristön tilaa on seurattu suhteellisen tarkasti jo yli 30 vuoden ajan. Olkiluoto on kuitenkin suurien muutoksien alla oleva alue: Olkiluoto 3:n käyttöönotto vuonna 2011, loppusijoituslaitoksen käyttöönotto vuonna 2020. Mikäli Olkiluoto 4 päätettäisiin toteuttaa, sen rakentamisen ennakoitaan alkavan noin vuonna 2013. Ympäristöministeriö korostaa, että YVA-selostuksessa loppusijoituslaitoksen, Olkiluoto 3:n ja mahdolliseen Olkiluoto 4:n suhteita toisiinsa (mm. aikataulut, rakentamisvaiheiden ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset, liikennemäärät ja –turvallisuus) tulee tarkastella havainnollisella tavalla niin, että Olkiluodon tilasta ja sen muutoksesta saa selkeän kokonaiskuvan. Ympäristövaikutusten arviointi tulee tehdä nykytilanteeseen verrattuna. Arvioinnista tulee selkeästi ilmetä eri vaihtoehtojen aiheuttamat vaikutukset (esim. määrälliset muutokset louheessa, liikenteessä, päästöissä jne.). Tämän periaatteen tulee koskea niin rakentamisaikaisen vaikutusten arviointia kuin laitoksen toiminnan aikaisten vaikutusten arviointia.

Ympäristöministeriön mukaan ympäristövaikutuksia arvioitaessa tulee myös tarkastella, mitkä vaikutukset muuttuvat ja miten, jos loppusijoitustarpeet muuttuvat ja laitokseen loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä on pienempi kuin 12000 tU. Tällainen tilanne voisi toteutua esimerkiksi, jos Suomeen rakennetaan vain yksi uusi ydinvoimalaitos tai jos voimalaitoksilla jostain syystä syntyy käytettyä ydinpoltoainetta arvioitua vähemmän.

Ympäristöministeriö pitää tärkeänä, että arviot loppusijoituslaitoksen eri vaihtoehtojen ympäristövaikutuksista esitetään rinnakkain niin, että vaihtoehtoja on mahdollista vertailla keskenään. Myös poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi sekä pitkäaikaisturvallisuuden arviointi tulee esittää niin, että mahdolliset erot vaihtoehtojen välillä käyvät ilmi.

Ympäristöministeriö huomauttaa, että hankkeen kaavoitusta käsittelevässä YVA-ohjelman kohdassa 6.2 todetaan, että voimassa olevissa asemakaavoissa ei ole varattu alueita erityisesti loppusijoitustoimintaa varten, mutta käynnissä olevalla Olkiluodon asemakaavan muutuksella varataan alueet tätä varten. Kohdassa 0.1 todetaan, että suunnitellun loppusijoituslaitoksen laajentaminen ei edellytä kaavamuutosta. Ympäristöministeriö edellyttää asian selkeyttämistä YVA-selostuksessa.

Ympäristöministeriö pitää YVA-ohjelmassa esitettyä suunnitelmaa osallistumisen järjestämisestä liian suppeana. Suunnitelma rajaa osallistumisen valikoiduille asukkailla. Ministeriö katsoo, että YVA-selostuksen

laatimisen aikana hankkeesta vastaavan tulee järjestää osallistuminen suunniteltua laajemmin. YVA-selostuksessa on tarpeen yksilöidä osallistumisen tulokset ja niiden välittyminen ympäristövaikutusten arviointiin mahdollisimman suuren läpinäkyvyyden saavuttamiseksi. Osallistujien valitsemiseen, valikoitumiseen ja ryhmien koostumukseen tulee kiinnittää suunnittelussa huomiota ja asia tulee kirjata selostukseen.

Ympäristöministeriö katsoo, että YVA-ohjelmassa esitetyn aikataulun (s. 18) mukaan hankkeesta vastaava jättää YVA-selostuksensa yhteysviranomaiselle noin kuukauden sen jälkeen kuin yhteysviranomainen on antanut lausuntonsa YVA-ohjelmasta. Esitetty aikataulu ei toteuta YVA-lain tavoitteita eikä henkeä eikä vaikuta uskottavalta, että hankkeesta vastaava voisi noin kuukaudessa huolehtia siitä, että YVA-ohjelmasta annettu yhteysviranomaisen lausunto sekä muut lausunnot ja mielipiteet tulevat asiallisesti huomioitua. Lisäksi hankkeesta vastaava esittää YVA-ohjelman luvussa 7.1, että ympäristövaikutuksia selvittäessä painopiste asetetaan merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin.

Ympäristöministeriö huomauttaa, että hankkeesta vastaava on jättänyt YVA-ohjelman siten, että kuuleminen on jouduttu ajoittamaan kesäkuuteen. YVA-menettelyn keskeisimpiä tavoitteita on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia suunnitteluun ja päätöksentekoon. Kuulemisen järjestäminen keskellä lomakautta ei edistä näiden tavoitteiden toteutumista.

Ympäristöministeriö toteaa yhteenvedona, että YVA-selostuksessa

- hankkeen määrittely, nollavaihtoehto sekä muut vaihtoehdot tulee muotoilla uudelleen,
- vaihtoehtojen ympäristövaikutukset tulee vertailla,
- hankkeen suhteet Oikiluoto 3:een ja Oikiluoto 4:een sekä näiden yhteisvaikutukset tulee arvioida,
- poikkeus- ja onnettomuusilanteiden vaikutusten arviointi sekä pitkäaikaisturvallisuuden arviointi tulee esittää niin, että mahdolliset erot vaihtoehtojen välillä käyvät ilmi,
- tulee arvioida millaisissa tilanteissa loppusijoitustilan rakentaminen laajennettuna voi käydä mahdolliseksi,
- loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan sekä pitkäaikaisturvallisuuskonseptin kuvaus tulee olla YVA-ohjelmassa esitettyä yksityiskohtaisempi,
- osallistuminen tulee järjestää suunniteltua laajempaan ja osallistumisen vaikuttavuuteen sekä valikoitumiseen tulee kiinnittää huomiota.

Lisäksi ympäristöministeriö haluaa korostaa, että pyydettäessä lausuntoa mahdollisesta periaatepäätöshakemuksesta tulee sekä hanketta koskeva YVA-selostus että yhteysviranomaisen siitä antama lausunto olla käytettävissä.

#### Sosiaali- ja terveysministeriö

Sosiaali- ja terveysministeriö toteaa lausunnossaan, että YVA-ohjelma kattaa asianmukaisella tavalla loppusijoituslaitoksen laajentamiseen liittyvät säteily- ja ydinturvallisuuskysymykset.

#### Valtiovarainministeriö

Valtiovarainministeriö toteaa, että YVA-menettelyssä arvioidaan loppusijoitustilojen laajentamisen vaikutuksia monesta eri näkökulmasta ja menettelyn läpikäynti on yksi edellytys ydinenergialain mukaisen periaatepäätöksen saamiselle. YVA-menettelyssä arvioidaan pääasiassa laitosalueella tapahtuvien toimintojen, mutta myös poikkeus- ja onnettomuustilanteiden ympäristövaikutuksia. Myös alueen ulkopuolelle ulottuvien toimintojen, kuten kuljetusten ja muun liikenteen vaikutuksia sekä yhdyskuntarakenteeseen ja aluetalouteen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan.

Ministeriö katsoo, että YVA-ohjelma on sinänsä kattava eikä ministeriölle ole siihen periaatteessa huomautettavaa. Asian valmistelussa on tarpeen tehdä mahdollisimman perusteelliset arviot hankkeen taloudellisista, sosiaalisista ja ympäristöön liittyvistä vaikutuksista.

#### Länsi-Suomen lääninhallitus

Länsi-Suomen lääninhallitus käsittelee terveysvaikutusten arviointia ja esittää seuraavia täydennyksiä. Pohjavesiin kohdistuviin vaikutuksiin olisi syytä sisällyttää myös hankkeen vaikutukset talousveteen, vaikutusalueella sijaitsevien yksityisten talousvesikaivoihin ja niiden veden laatuun. Talousveden laatuvaatimukset ilmenevät sosiaali- ja terveysministeriön asetuksista 461/2000 ja 401/2001. Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin yhteydessä on syytä myös kartoittaa, onko vaikutusalueella yleisiä uimarantoja.

Lääninhallituksen lausunnon mukaan selostusta laadittaessa on kiinnitettävä huomiota lähimpään mahdollisesti häiriintyvien kohteiden kuten asuntojen ja loma-asuntojen sijainnin esittämiseen kartoilla.

#### Säteilyturvakeskus (STUK)

STUK toteaa lausunnossaan, että arviointiohjelma kattaa asianmukaisella tavalla loppusijoituslaitoksen laajentamiseen liittyvät säteily- ja ydinturvallisuuskysymykset ja sopii tarkoitukseensa STUKin toimialaan kuuluvien kysymysten osalta.

STUK huomauttaa YVA-ohjelmassa esitetystä ns. nollavaihtoehdosta ja toteaa, että vaihtoehtoja koskevassa tarkastelussa tulee ottaa huomioon ydinenergialainsäädäntö ja sen nojalla tehdyt ratkaisut. Ydinjätehuolto tulee toteuttaa niihin perustuvalla tavalla. Käytetyn ydinpolttoaineen varastoiminen vesialtaissa ei ole tällainen ydinjätehuoltovaihtoehto.

STUK pitää perusteltuna hankkeen pitkän toteutusajan vuoksi, että YVA-selostuksessa tullaan esittämään katsaus jälleenkäsittely- ja transmutaatiotekniikoiden tämän hetkisestä tilasta ja tulevaisuuden nä-

kymistä. STUK toteaa myös, että vaihtoehto ei ole mahdollinen lyhyellä tähtäimellä.

STUK korostaa myös, että kysymys loppusijoitussyvyydestä ja tilakonstruktiosta ovat vielä tarkentavien selvitysten vaiheessa. Kiinnittyminen tiettyyn suunnitelmavaihtoehtoon ei ole ajankohtaista.

#### Satakunnan TE-keskus

Satakunnan TE-keskuksella ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmasta.

#### Satakuntaliitto

Satakuntaliitto toteaa, että Satakunnan seutukaava 5 on YVA-ohjelmassa olettu huomioon asianmukaisella tavalla ja että maakuntakaava on parhaillaan laadittavana. Satakuntaliitolla ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmasta vahvistetun seutukaavan ja valmisteilla olevan maakuntakaavan perusteella.

#### Turun ja Porin työsuojelupiiri

Turun ja Porin työsuojelupiirillä ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmaan.

#### Lounais-Suomen ympäristökeskus

Lounais-Suomen ympäristökeskus viittaa aiempaan lausuntoonsa (18.9.2007, LOS-2007-J-79-53) ja pitää esitettyä hankemäärittelyä sekä nollavaihtoehdon ja nykytilan kuvausta ongelmallisina ja katsoo, että ne tulee muuttaa vastaamaan todellista nykytilaa. Ohjelman mukainen vaihtoehto, jossa nollavaihtoehtona on vasta tulevaisuudessa toteutettavaksi suunniteltu vaihtoehto, jonka vaikutukset eivät ole selvillä ja todettavissa ja jota yleisöllä tai viranomaisilla ei ole edellytyksiä konkreettisesti arvioida, ei voi olla YVA-lain tarkoittama nollavaihtoehto. Nykytilan ja hankkeen erittäin laajamittaisten vaihtoehtojen "välillä" jäävää, kumuloituvia vaikutuksia tuottavia vaihtoehtoja ei tule nyt arvioitavassa hankkeessa sivuuttaa. Ne muodostavat jatkumon, jonka tulee käydä YVA-selostuksessa ilmi. Tarkasteltavat vaihtoehdot tulee määritellä siten, että hankkeen toteuttamatta jättämistä koskevat vaihtoehdot ovat nykytila ja sellaiset jo selvitetty vaihtoehdot, joiden toteuttamiseen on myönnetty YVA-laissa tarkoitettu lupa tai lupaan rinnastettava päätös.

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen käsityksen mukaan YVA-selostuksessa tulee tarkastella seuraavat tilanteet:

- nykytila, jolloin käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi jatkuu ydinvoimalaitoksilla,
- Olkiluotoon loppusijoitetaan nykyisin toiminnassa olevien ydinvoimalaitoksien (Olkiluoto 1 ja 2 sekä Loviisa 1 ja 2) sekä rakenteella olevan Olkiluoto 3:n käytetyt ydinpolttoainet, yhteensä enintään 6500 uraanitonnia,
- Olkiluotoon loppusijoitetaan nykyisin toiminnassa olevien ydinvoimalaitoksien, rakenteella olevan Olkiluoto 3:n sekä yhden muun ydinvoimalaitoksen käytetyt ydinpolttoainet, yhteensä 9000 uraanitonnia,

- Olkiluotoon loppusijoitetaan nykyisin toiminnassa olevien ydinvoimalaitosten sekä rakenteella olevan Olkiluoto 3:n käytettyjen ydinpolttoaineiden lisäksi kahden uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyt ydinpolttoaineet, yhteensä enintään 12000 uraanitonnia.

Rakentamislupahakemus loppusijoituslaitokselle ennakoidaan jätettävän vuonna 2012. Oikeudellisesta näkökulmasta katsottuna loppusijoituksen paikkaa ei siis ole lopullisesti päätetty. Asianosaisilla on rakentamislupapäätöksestä muutoksenhakuoikeus. Nollavaihtoehdon yhteydessä on myös tarkoituksenmukaista arvioida, voiko ONKALossa meneillään olevissa tutkimuksissa ilmetä asioita, jotka osoittaisivat Olkiluodon soveltumattomaksi loppusijoituslaitoksen sijoittamiselle ja millaisia nämä saataisivat olla.

Lounais-Suomen ympäristökeskus pitää erittäin tarpeellisena, että YVA-selostuksessa esitellään kalsaus jälleenkäsittely- ja nukliditransmutaatiotekniikoiden tämän hetkisestä tilanteesta ja niiden kehitysnäkymistä. Loppusijoituslaitoksen laajennus tulotisiin toteuttamaan pitkän ajan kuluu ja teoriassa on mahdollista, että jälleenkäsittelystä voisi kehittyä tulevaisuudessa realistinen vaihtoehto loppusijoitukselle.

Lounais-Suomen ympäristökeskus toteaa, että YVA-ohjelmassa esitetty loppusijoituslaitoksen ja -tekniikan kuvaus on suppea ja siinä on viitattu useisiin muihin lähteisiin. YVA-selostuksessa loppusijoituslaitos tulee kuvata tarkemmin ja epävarmuustekijöiden yhteydessä tulee esittää myös arvioita siitä, millaisissa tilanteissa loppusijoitustilan laajentamista ei voida toteuttaa ottaen huomioon tekniset, ympäristövaikutuskelliset tai turvallisuusaspektit.

Lounais-Suomen ympäristökeskus toteaa, että ympäristön nykytila on kuvattu YVA-ohjelmassa pääosin riittävästi. Linnuotoachvitys vuodelta 1997 on vanhahko. Ympäristökeskus huomauttaa, että pikkuapollo kuuluu luontodirektiivien liitteiden II ja IV lajeihin eikä YVA-ohjelmasta selviä, onko pikkuapollon esiintymistä selvitetty myös Liiklankarin alueella.

Ympäristökeskus toteaa vaikutuksista ja niiden selvittämisestä seuraavaa. Asiantuntijaviranomaisten ja kansalaisten riittävän tiivis osallistuminen YVA-menettelyyn varmistaa sen, että arvioinnin kuluessa tunnistetaan merkittävät ympäristövaikutukset. Tarkasteltavan alueen rajauksiin ei voi ottaa vielä ohjelman perusteella kantaa, koska ohjelmassa esitetyin mukaan arviointi usein perustuu olemassa oleviin selvityksiin, joita ei ohjelmassa ole käsitelty. Liikenteen ja kuljetusten osalta ympäristövaikutukset tulee arvioida myös onnettomuus- ja poikkeustilanteissa. Maise-mallisia vaikutuksia saattaa olla myös louhitun kallioaineksen läjityksestä johtuen, ellei maa-aineksia saada hyötykäyttöön louhinnan etenemiseen tahdissa. Natura-esiarviointiin ja sen riittävyteen ympäristökeskus ottaa kantaa sen valmistuttua. Arvioinnissa tulee esittää eri vaihtoehtojen aiheuttamat sekä laadulliset että määrälliset vaikutukset mukaan lukien poikkeus- ja onnettomuustilanteiden sekä pitkäaikaisturvallisuuden vaikutukset siinä muodossa, että eri vaihtoehtoja voidaan vertailla keskenään.

Ympäristökeskus huomauttaa, että luvussa 9.5 voisi johdonmukaisuuden vuoksi mainita, että ympäristö- ja vesilain mukaisten lupien viranomaisen on nykyisin Länsi-Suomen ympäristölupavirasto.

Ympäristökeskus esittää, että osallistumisen järjestämistä tulee tarkistaa. Ympäristökeskus toteaa, että YVA-menettelyn keskeisimpiä tavoitteita on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia suunnitteluun ja päätöksentekoon. YVA-ohjelmasta kuuleminen kesälo-makauden aikana ei edistä tavoitteiden saavuttamista. Ympäristökeskus pitää tärkeänä, että YVA-selostuksen kuuleminen järjestetään ajankoh-tana, jolloin kansalaisilla on aidosti mahdollisuus tutustua selostukseen ja arvioida sitä omalta osaltaan.

YVA-ohjelma on kokonaisuudeltaan selkeä ja hyvin jäsennoity raportti. YVA-selostuksessa kuvien, piirrosten ja karttaesitysten selkeyteen ja laatuun tulee kiinnittää enemmän huomiota.

Ympäristökeskuksen näkemyksen mukaan esitetty aikataulu vaikuttaa liian tiukalta selvitysten ja YVA-selostuksen laatimiselle ottaen huomioon mahdolliset lisäselvitystarpeet. Arvioinnin aikana tuloo tarpoon mukaan pitää yhteyttä YVA-menettelyssä mukana oleviin asiantuntijaviranomai-siin.

### Uudenmaan ympäristökeskus

Uudenmaan ympäristökeskus toteaa, että kyseessä on toistaiseksi ko-konaisuudessaan suunnitteilla oleva hanke, jonka vaikutukset ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen ja jonka rakentamisen arvioidaan alkavan vuonna 2013. Tällöin vuosina 1998-1999 toteutettu YVA-menettely on lähes vii-sitoista vuotta vanha. Myös laitoksen alustavassa suunnitteluvaiheessa ilmennyt laajennustarve on merkittävän iso, 25 – 45 %.

Ympäristökeskuksen näkemyksen mukaan YVA-menettelyssä tulee tar-kastella suunnitteilla olevan 12 000 tu loppusijoituslaitoksen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ympäristövaikutuksia kokonaisuudessaan, ei pelkästään laajennuksen vaikutuksia. Vaihtoehtona voidaan pitää ti-lannetta, jossa Olkiluotoon loppusijoitetaan enintään 6500 tu. Tällöinkin arviointiin on syytä lisätä kuljetusten vaikutusten arviointi. Nollavaihtoehto on nykytilanne, jossa laitosta ei toistaiseksi ole olemassa.

Ympäristökeskus esittää, että ympäristövaikutusten arvioinnissa on käy-tettävä uusinta saatavilla olevaa tietoa mukaan lukien ONKALossa teh-tävien tutkimusten tuloksia. Ympäristökeskus kysyy myös, onko mahdol-lista, että ONKALossa tehtävissä tutkimuksissa ilmenee asioita, jotka osoittavat Olkiluodon soveltumattomaksi ydinpolttoaineen loppusijoitus-paikaksi.

Ympäristökeskuksen mukaan käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyn mahdollisuuksien selvittäminen on tärkeää kokonaiskuvan saamiseksi. Tulevaisuudessa voi olla mahdollista, että jälleenkäsittely on realistinen vaihtoehto loppusijoitukselle.

Ympäristökeskuksen mukaan YVA-menettelyä seuraamaan perustetun seurantaryhmän kokoonpanoa ja kokoontumistiheyttä tulee tarkistaa, koska kyseessä on valtakunnallisesti ja kansainvälisesti merkittävä han-ke. Mukaan tulee kutsua valtakunnallisten tahojen edustajia ja mahdolli-sen vaikutusalueen (käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset) edustajia. Ympäristökeskus esittää lisäksi, että jatkossa kuulemiset tulee järjestää muulloin kuin lomakaudella.

Ympäristökeskus huomauttaa, että käytössä olevista Olkiluodon ja Loviisan voimalaitoksista arvioidaan kertyvän käytettyä ydinpolttoainetta noin 4000 tU ja rakenteilla olevasta Olkiluoto 3:sta noin 2500 tU. Suunnitteilla olevasta seitsemännestä yksiköstä arvioidaan kertyvän käytettyä ydinpolttoainetta noin 3000 tU, vaikka Olkiluoto 4:n ja Loviisa 3:n YVA-selostuksissa esitetään pienempi arvio, 2000 – 2500 tU.

Ympäristökeskuksen näkemyksen mukaan YVA-menettelyssä on ennakoitava käytetyn ydinpolttoaineen eri kuljetusmuotoihin liittyvät ympäristöriskit. Esimerkiksi liikenneonnettomuudessa radioaktiivisia jätteitä saattaa syntyä huomattavia määriä, joten tällaisten tilanteiden jätehuolto ja jätehuollon vastuut on suunniteltava ennakkoon.

Ympäristökeskus esittää, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen YVA-menettelyn aikana tulee:

- arvioida suunnitella olevan loppusijoituslaitoksen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ympäristövaikutukset kokonaisuudessaan
- tarkistaa seurantaryhmän kokoonpano ja kokoontumisten tiheys.
- arvioida käytetyn ydinpolttoaineen eri kuljetusmuotojen ympäristöriskit ja laatia valmiussuunnitelma vastuutahoineen liikenne- ja kuljetusonnettomuuksien aiheuttamien ympäristöriskien varalle.

#### Turvatekniikan keskus

Turvatekniikan keskus toteaa lausunnossaan, että loppusijoitustilaan ei asiapapereiden mukaan liity sellaisia kemikaaleja, joiden valvonta kuuluu Tukesille. Tukesilla ei ole hankkeesta huomautettavaa.

#### Eurajoen kunta

Eurajoen kunta toteaa, että YVA-menettelyssä arvioidaan pääasiassa laitosalueella tapahtuvien toimintojen ja käytetyn polttoaineen kuljetusten ympäristövaikutuksia. Alueen ulkopuolelle ulottuvaa toimintaa ovat käytetyn polttoaineen kuljetukset ja liikenne.

Eurajoen kunta toteaa lausunnossaan, että sillä ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmasta.

#### Euran kunta

Euran kunta esittää lausunnossaan, että vaikutusten arvioinnin tarkastelualueella tulee laajentaa. Toiminnallisia ja teknis-taloudellisia vaikutuksia pitäisi arvioida laajemmalla alueella kuin Eurajoen kunnassa. Aluetalous- ja imago-vaikutukset olisi selvitettävä vähintään koko Rauman seutukunnan alueella. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia pitäisi arvioida Rauman seutukunnan/kaikkien naapurikuntien alueella ja arvioinnissa pitäisi noudattaa Stakesin ohjetta.

Kunta tuo myös esille, että kuntalaisilla on oltava riittävät tiedonsaanti-mahdollisuudet hankkeesta ja vaikuttamismahdollisuudet oman elinympäristönsä viihtyvyyteen ja sen haluttavuuteen asuinpaikkana. Hankkeessa on osoitettava suunnitelma mahdollisten epäkohtien korjaamiseksi ja kompensoinniseksi.



Kunta esittää, että ihmisiin kohdistuvaa arviointia on ajantasaisesti ajettava. Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltava 12 000 tU loppusijoittamista.

#### Lapin kunta

Lapin kunta esittää lausuntonaan, että loppusijoituksen ympäristöturvallisuuteen tulee kiinnittää korostettua huomiota sijoitettavan uraanimäärän kasvaessa 12000 tonniin ja maanalaisen laitoksen laajentuessa 240 hehtaariin.

#### Luvian kunta

Luvian kunta toteaa, että YVA-ohjelma on rakenteeltaan pääosin YVA-menettelystä annetun lain mukainen. Ohjelmassa on esitetty arvioitavaksi keskeisiä mahdollisia ympäristövaikutuksia.

Kunta esittää, että liikenteen vaikutusten arviointia pitäisi täydentää siten, että valtatie 8 Luvian osalta otetaan mukaan hankkeen vaikutusalueeseen ja koko Olkiluodon voimalaitosalueeseen liittyvän liikenteen aiheuttamat yhteisvaikutukset tulee esittää YVA-selostuksessa.

Kunta esittää, että käytetyn polttoaineen pitkäaikaisturvallisuuden takaamista koskevat toimenpiteet ja niiden vaikutukset koko laitoksen käytön aikana esitetään mahdollisimman perusteellisesti YVA-selostuksessa.

#### Rauman kaupunki

Rauman kaupunki esittää, että vaikutusten arviointiin pitäisi sisällyttää aiempaa laajemmin myös hankkeen ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten vaikutusten tarkastelua koko loppusijoituksen tapahtumaketjun osalta.

#### AKAVA ry

Akava ry:llä ei ole huomautettavaa YVA-ohjelman sisällöstä.

#### Flinkeinoelämän keskusliitto EK

Flinkeinoelämän keskusliitto toteaa, että YVA-ohjelma on perusteellisesti laadittu. Se sisältää YVA-menettelyn kannalta kattavasti ja monipuolisesti ne asiat ja selvitystarpeet, jotka ovat olennaisia ympäristövaikutusten arvioimiseksi YVA-asetuksen 9 §:n mukaisesti.

#### Energiateollisuus ry ET

Energiateollisuuden mukaan YVA-ohjelmassa käsitellään loppusijoituslaitoksen laajentamista ammattitaidolla ja kattavasti.

#### Greenpeace

Greenpeace esittää kohtia, joita tulee täydentää ja esittää ne YVA-selostuksessa. Esimerkkeinä mainitaan jääkauden vaikutukset, maanjäristykset, kuparikapselien korroosio, vakava onnettomuus ydinjätteen kuljetuksessa ja muut onnettomuustilanteet vaikutuksineen. Lisäksi YVA:ssa pitäisi tarkastella vaihtoehtona maanalaista välivarastoa. Käy-

telyn polttoaineen ominaisuudet tulee esittää. Arvioinnin yhteydessä tulee käsitellä syitä, joiden vuoksi loppusijoitettu jäte pitäisi palauttaa maan pinnalle.

#### Suomen Luonnonsuojeluliitto ry

Suomen luonnonsuojeluliitto esittää, että loppusijoituksen riskianalyseissä on arvioitava kaikki turvallisuutta alentavat tekijät koko sijoitusprosessin ja ydinjätteen aktiivisuusajan osalta sekä tuotava esille epävarmuudet tutkimustuloksien luotettavuudesta.

Liitto toteaa YVA-menettelyn aikataulun olevan epärealistinen. YVA-selostuksen laatiminen on käynnissä ennen kuin YVA-ohjelmasta on annettu lausuntoja eikä yhteysviranomaisen lausuntokaan ehtisi vaikuttaa arviointiin kuin kuukauden.

Liiton näkemyksen mukaan vaihtoehdot, joita ovat 9000 tU ja 12000 tU, eivät ole riittävän erilaisia, jotta ONKALON toteuttamispäätöksiä voitaisiin kunnolla pohtia. Nollavaihtoehto, joka on 9000 tU, ei ole riittävä, koska sen toteuttamisesta ei ole tehty päätöksiä. Nykyisen välivarastoinnin jatkumista ja erilaisia MOX-polttoaineen varastointiin ja uraanin kierrätykseen liittyviä vaihtoehtoja on selvitettävä.

Liitto pitää ympäristövaikutusten arvioinnin kuvausta lyhyenä ja ylimalkaisena. Kuvauksesta ei käy riittävän yksityiskohtaisesti ilmi osatutkimuksen tekijät, metodit, ajoitus ja lähteet.

Liikenteen ympäristövaikutuksista liitto toteaa, että ydinpolttoaineen kuljetuksiin liittyvät turvallisuusriskit tulee arvioida. Niissä tulee huomioida ilmastonmuutoksen lisäämien voimakkaiden myrskyjen riskit ydinjättekuljetukseen sekä merellä että maalla.

Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin yhteydessä keskeinen arvioitava asia on kaivauksien vaikutus kallioperään ja edelleen pohjaveden virtaukseen. Lisäksi tulisi arvioida eri vesimaalien vaikutus bentoniitin turpoamiseen ja kuparin eroosioon. YVA-selostuksessa tulee tuoda esille, onko lähialueella ollut maanjäristyksiä viime jääkauden aikana tai sen jälkeen sekä onko lähialueen kalliiossa murtumia. Jääkauden ja sen päättymisen vaikutukset on kuvattava riittävän tarkasti. YVA-selostuksessa tulee tuoda esille loppusijoitusryöpyyden edut ja haitat sekä vertailla niitä muiden syvyyksien vastaaviin ominaisuuksiin sekä tuoda esille eri loppusijoitusryöpyyksien riskit. Käytetyn ydinpolttoaineen säilytyskapseloiden kestävyysarviot ja säteilymäärät tulee esittää sekä se maksimilämpötila, jolle bentoniitti voidaan altistaa ilman että täyteen toimintaominaisuudet muuttuvat.

Arviointia säteilyn vaikutuksista ihmisiin ja ympäristöön tulee täydentää siten, että YVA-selostuksessa esitellään myös todennäköisyyksiä erilaisille säteilymäärille säilytyksen eri ajanjaksoina. Myös onnottomuusotilanteiden ympäristö- ja terveysvaikutukset tulee arvioida.

Kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin yhteydessä pitää erityisesti selvittää, onko Liiklankarin Natura-alueen tie välttämätön vai voitaisiinko siitä luopua.

Yhteiskunnallisten vaikutusten arvioinnissa on otettava huomioon koko Suomen ja kansainvälinen mielipide. Paikallisella tasolla on arvioitava myös kielteiset vaikutukset kiinteistöjen arvoon, turismille aiheutuvat seuraukset sekä paikallisen työllisyyden tulevaisuuden näkymät.

Pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnin yhteydessä on yksityiskohtaisesti kuvattava, kuinka polttoainekapselit voitaisiin kaivaa turvallisesti esille ja millaisia kustannuksia se aiheuttaisi. Lisäksi tulisi myös arvioida todennäköisyyttä, että jätteet joutuvat väärin käsiin sijoituspaikan sulkemisen jälkeen.

Epävarmuustekijänä on arvioitava ilmastonmuutosta ja sen luomia uhkia. Ilmaston lämpenemisellä voi olla yllättäviä vaikutuksia merenpinnan nousuun ja äärimmäisten sääilmiöiden syntyyn.

Liitto esittää, että YVA-selostuksessa tulee kertoa, kuinka kapseloiden kunnat seurataan ja mitä toimenpiteitä vuodon tapahtuessa ympäristökatastrofin estämiseksi voidaan tehdä. Vuotojen todennäköisyys ja seurantamahdollisuudet sekä ympäristö- ja terveysriskit on tuotava esille YVA-selostuksessa, yleisötilaisuuksissa ja tiedotteissa.

Liiton mukaan YVA-selostuksessa on kuvattava lupiin ja päätöksiin liittyvät yleisön osallistumis- ja valitusoikeudet.

#### Natur och Miljö rf

Natur och Miljö toteaa, että YVA-ohjelma on puutteellinen. Siinä ei käsitellä kaikkia loppusijoituksen vaihtoehtoja eikä uusimpia menetelmiä.

Yhdistys esittää, että arviointia tulee täydentää kallioperään kohdistuvien vaikutusten kuten rakoitun osalta ja alueen eolemologiaa tarvitaan lisää tietoa. Pohjaveden virtausolosuhteiden osalta tulee selvittää radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen Itämereen tai muuhun biosfaariin sekä pohjaveden vaikutus loppusijoituskapseliin. Kapseloiden kestävyyttä tulee arvioida pitkällä aikavälillä.

Yhdistys esittää, että YVA-selostuksessa tulee esittää, miten kapseloiden kestävyyttä valvotaan ja mitä vuotaville kapselleille aiotaan tehdä. Lisäksi YVA-selostuksessa tulee esittää, miten kapselit kestävät tulevat jääkaudet. Myös muu toteutuksen valvonta ja väärinkäytöksiin estäminen tulee kuvata.

Yhdistys toteaa, että YVA-selostuksessa tulee kuvata, millaisia riskejä käytetyn ydinpoltoaineen kuljetuksiin liittyy. Erityisesti pitäisi tarkastella ilmastonmuutosta ja siihen liittyviä myrskyjä ja polkkeuksellista sadantaa.

Terveysten, yhdyskuntarakenteeseen, talouteen ja alueen imagoon liittyviä vaikutuksia pitäisi tarkastella paikallisen tason lisäksi myös laajemmalla alueella.

Yhdistys toteaa, että YVA-selostuksessa pitäisi käsitellä tilannetta, jossa ydinjätettä tuodaan Suomeen muista EU-maista.

#### Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry

SAK toteaa lausunnossaan, että Suomessa on käynnistetty useita hankkeita uusien ydinvoimaloiden rakentamiseksi. Vaikka päätökset tehdään myöhemmin, on perusteltua varautua loppusijoitussuunnitelmassa myös mahdollisten uusien voimaloiden mukanaan tuomaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen.

SAK toteaa, että turvallisuusviranomaisten huomiot arviointiohjelmasta on erityisesti syytä ottaa huomioon. Turvallisen loppusijoituksen arvioimisessa keskeistä on ympäristön tilaan ja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi. Tärkeää on myös arvioida loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksia työllisyyteen ja alueen talouteen.

#### Fingrid Oyj

Fingrid Oyj tarkastelee lausunnossaan loppusijoitushankkeen sijaintia suhteessa voimajohtoilte tehtyä aluevarausta Olkiluodon osayleiskaavassa ja toteaa seuraavasti. Jos loppusijoituksen toteutusvaihtoehdossa tarkastellaan ainoastaan maanalaisten loppusijoitustilojen laajuuden lisäämistä (YVA-ohjelman kohta 4.1), hankkeen laajennuksella ei ole vaikutusta kantaverkon voimajohtoihin.

#### Teollisuuden Voima Oyj

TVO toteaa lausunnossaan, että sillä on ollut mahdollisuus kommentoida YVA-ohjelmaa. Posiva Oy on ottanut TVO:n näkemykset riittävästi huomioon YVA-ohjelmassa.

### 3.2 Kansainvälisen kuulemisen lausunnot

#### Ruotsi: Naturvårdsverket

Ruotsin yhteysviranomaisen - Naturvårdsverket – on pyytänyt lausuntoja useilta viranomaisilta ja organisaatioilta.

Ruotsin säteilyturvaviranomainen – Strålsäkerhetsmyndigheten - pitää osallistumista Suomen YVA-menettelyyn perusteltuna osin yhteisen merialueen vuoksi ja osin yhtäläisen loppusijoitusohjelman vuoksi. YVA-menettelyssä tulee käsitellä hankkeena periaatepäätöksessä hyväksyttyä laitosta ja esittää vaihtoehtoinen sijaintipaikka, mikäli Olkiluoto ei olikaan soveltuva. YVA:ssa tulee esittää menetelmät, joilla radioaktiivisten aineiden kulkeutumista Itämereen rajoitetaan. Lisäksi YVA-selostuksessa tulee esittää tämän hetkinen käsitys pitkäaikaisturvallisuudesta.

Muissa lausunnoissa esitetään, että YVA-menettely on hyödyllinen tiedonvaihdon kannalta. Arvioinnin tulee kattaa koko laitos mukaan lukien kuljetukset ja niihin liittyvät onnettomuusriskit sekä toimenpiteet, joilla ehkäistään onnettomuuksia.

Tanska: Ministry of the Environment

Tanskan yhteysviranomaisen ilmoittaa, että Tanska ei osallistu YVA-menettelyyn. Yhteysviranomaisen pyytää, että se saisi tiedot YVA-menettelyn tuloksista.

Norja: Ministry of the Environment

Norjan yhteysviranomaisen esittää lausunnossaan, että YVA-ohjelmasta on järjestetty kuuleminen. Saatujen lausuntojen perusteella yhteysviranomaisen esittää, että arvioinnin tulee kattaa koko käytetyn polttoaineen määrä sekä onnettomuuksien ja poikkeuksellisten tilanteiden vaikutukset Norjaan tulee arvioida.

Saksa: Innenministerium Mecklenburg-Vorpommern

Saksan yhteysviranomaisen – Innenministerium Mecklenburg-Vorpommern – esittää kysymyksiä, jotka liittyvät pitkäaikaisturvallisuuteen ja mahdollisiin rajat ylittäviin ympäristövaikutuksiin.

Puola: Ministry of Environment

Puolan yhteysviranomaisen ilmoittaa, että Puola ei aio osallistua YVA-menettelyyn. Yhteysviranomaisen pyytää, että se saisi tiedot YVA-menettelyn tuloksista.

Liettua: Ministry of Environment

Liettuan yhteysviranomaisen ilmoittaa, että Liettua ei osallistu YVA-menettelyyn. Yhteysviranomaisen pyytää, että se saisi tiedot YVA-menettelyn tuloksista.

Viro: Ministry of the Environment

Viron yhteysviranomaisen ilmoittaa, että YVA-ohjelmasta on järjestetty kuuleminen. Saatujen kommenttien ja lausuntojen perusteella yhteysviranomaisen esittää osallistuvansa YVA-menettelyyn. YVA-selostuksessa tulee esittää yksityiskohtainen arviointi odottamattomien ja onnettomuustilanteiden vaikutuksista ja mahdollisuuksista ehkäistä vaikutuksia. Lisäksi YVA-selostuksessa tulee kuvata menetelmät, joilla valvotaan loppusijoitusta. Myös kumulatiiviset vaikutukset tulee arvioida.

### 3.3 Muut lausunnot ja mielipiteet

Yhteensä muita lausuntoja tai mielipiteitä jätettiin 21 kpl, joista yhteisöjä ja järjestöjä ja verkostoja edusti 11 ja yksityishenkilöitä 10 kpl.

Seuraavat yhteisöt esittivät lausuntonsa tai mielipiteensä: Artists for a Clean Future –verkosto, Edelleen Ei ydinvoimaa –kansalaisliike, Feno-

voima Oy, Irish Doctors' Environmental Association, Lappilaiset Uraani-voimaa Vastaan –kansanliike, Loviisa-liike, Naiset Atomivoimaa ja uraanilouhintaa Vastaan –liike, Naiset Atomivoimaa Vastaan –liike, Naiset Rauhan Puolesta –liike, Réseau Sortir du Nucléaire, Womens network against uranium mining and nuclear power.

Useissa kannanotoissa esitetään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnissa huomioitavia riskejä ja arviointiin liittyviä epävarmuuksia. Lisäksi arvioinnissa tulee huomioida luonnonoloissa tapahtuvat muutokset pitkällä aikavälillä kuten ilmastonmuutos.

Kannanotoissa esitetään, että YVA-ohjelmassa pitäisi arvioida myös muita vaihtoehtoja kuin loppusijoitus. Esimerkkinä mainitaan mm. maanalainen kuivavarastointi.

YVA-ohjelmaa esitetään myös täydennettäväksi siten, että arvioinnissa tulee ottaa huomioon laajempi alue kuin Eurajoen kunta. Esimerkiksi hankkeen vaikutuksia kunnan imagoon tulisi tarkastella myös Rauman kaupungin kannalta ja miten ihmisten mielikuviin vaikuttaa tieto loppusijoituksesta.

Useissa kannanotoissa esitetään huoli, että loppusijoitustilojen laajentamisen seurauksena muiden EU-maiden ydinjätteitä voidaan tuoda Suomeen.

Fennovoima Oy esittää, että Posiva ottaa arvioinnissaan huomioon Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen vaikutukset ydinpolttoaineen loppusijoitustoimintaan kokonaisuudessaan.

#### 4 Yhteysviranomaisen lausunto

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Posiva Oy:n YVA-ohjelma pääosin kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla. Annetuissa lausunnoissa ohjelmaa on pidetty pääosin asianmukaisena ja kattavana. Ministeriö toteaa, että YVA-ohjelmaa on kuitenkin tarkastettava ja YVA-selostus laadittava siten, että kaikki tässä luvussa esitetyt yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat huomioidaan asianmukaisesti.

Lisäksi lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin YVA-selostuksessa on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava sekä selkeästi osoitetut puutteet tai virheelliset tiedot on korjattava.

Kansainvälisessä arvioinnissa esitettyihin kysymyksiin on lisäksi vastattava sekä YVA-selostuksessa että siitä kirjoitettavassa kansainvälisen arvioinnin tiivistelmässä. Maiden omille kielille käännettävän materiaalin tulee olla riittävä ja sen tulee sisältää Espoon sopimuksen liitteen II tiedot. YVA-selostukseen tulee liittää omalla kappaleella kuvaus valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista. Materiaalista tulee käydä ilmi, miten Espoon sopimuksen puitteissa YVA-menettelyyn osallistuvien maiden kommentit on otettu huomioon.

Yleisenä kommenttina TEM toteaa, että YVA-selostuksessa on kiinnitettävä huomiota kuvausten sisältöön ja laajuuteen. Yleispiirteisten tekstien seikkaperäisyyttä on aiheellista tarkastaa ja tarvittaessa kuvauksen tulee olla YVA-ohjelmassa esitettyä yksityiskohtaisempi. Lisäksi kuvien, piirrosten ja karttaesitysten selkeyteen ja laatuun tulee kiinnittää huomiota.

#### 4.1 Hankekuvaus ja vaihtoehdot

YVA-ohjelman mukaan toteutusvaihtoehtona tarkastellaan loppusijoituslaitoksen laajentamista 3 000 uraanitonnilta. Laajentamisen jälkeen laitokseen voitaisiin sijoittaa käytettyä polttoainetta 12 000 uraanitonnia aiemman, suunnitteilla olevan 9 000 uraanitonniin asemasta. YVA-ohjelmassa todetaan edelleen, että laajennus kohdistuu ainoastaan tarpeeseen lisätä maanalaisen loppusijoitustilojen laajuutta.

YVA-ohjelmassa esitetään nollavaihtoehtona tilanne, jossa loppusijoituslaitosta ei laajenneta ja sinne voidaan sijoittaa enimmillään 9 000 tonnia uraania. Tämä tarkoittaisi, että tiloihin voitaisiin sijoittaa kuuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine. Mahdollisen seitsemännen ydinvoimalaitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varastoitaisiin käytetyn polttoaineen varastossa.

Ympäristöministeriö, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Uudenmaan ympäristökeskus, Suomen luonnonsuojeluliitto ja Euran kunta pitävät ympäristövaikutusten arvioinnin rajaamista 3 000 uraanitonniin liian suppeana. Myös Ruotsin ja Norjan viranomaiset huomauttavat rajauksesta. Vaikutusten arvioinnin tulee kattaa 12 000 uraanitonnia.

Lausunnoissa pidetään nollavaihtoehtoa ongelmallisena, koska tähän mennessä tehtyjen periaatepäätösten mukaan loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa enintään 6 500 uraanitonnia. Kuudennen laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta eikä kuudennesta ydinvoimalaitosyksiköstä ole vielä tehty periaatepäätöksiä.

TEM katsoo, että YVA-menettelyssä arvioitavana hankkeena on loppusijoitustilojen rakentaminen laajennettuna siten, että laajentamisen jälkeen tiloihin voidaan sijoittaa 12 000 tonnia uraania. Arviointi koskee loppusijoitustilojen laajentamista 9 000 uraanitonista 12 000 uraanitonniin. YVA-selostuksessa tulee kuvata siten sellaiset loppusijoitustilat, joihin sijoitetaan 12 000 uraanitonnia. Ottaen huomioon loppusijoituslaitoksen periaatepäätöstilanteen YVA-selostuksessa tulee myös esittää kuvaus tiloista, joihin sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia ja tiloista, joihin sijoitettaisiin mahdollisesti 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.

STUK toteaa lausunnoissaan, että käytetyn ydinpolttoaineen varastoiminen vesialtaissa ei ole loppusijoituksen vaihtoehto ydinenergialain tarkoittamalla tavalla. TEM katsoo kuitenkin, että YVA-selostuksessa on perusteltua kuvata välivarastointia toimintana, joka edeltää loppusijoitusta ja välivarastoinnin merkitystä loppusijoituksen kannalta.

TEM toteaa, että YVA-menettelyllä on keskeinen asema hanketta koskevassa tiedonvälityksessä ja että YVA-menettelyn tarkoitus on mm. li-

sätä kansalaisten tiedonsaantia. Ministeriö pitää perusteltuna, että YVA-selostuksessa tullaan esittämään katsaus jälleenkäsittely- ja nuklidi-transmutaatiotekniikoiden tämän hetkisestä tilasta sekä niiden tulevaisuuden näkymistä. Ministeriö toteaa samalla, että ydinenergia-asetuksen 26 §:n mukaan TEM:n on toimitettava periaatepäätöksen ratkaisemista varten valtioneuvoston tietoon erityinen katsaus käytössä oleviin ja suunniteltuihin ydinjätchuollon menetelmiin sekä niiden soveltuvuuteen Suomen oloihin.

Hankkeen sijaintipaikkana on Eurajoen kunnan Olkiluoto. Vuonna 2000 tehdyn periaatepäätöksen jälkeen loppusijoitustilojen suunnittelu on edennyt maanalaisten tutkimustilojen rakentamiseen ja paikkakohtaisiin tutkimuksiin Olkiluodossa. Käynnissä olevissa tutkimuksissa voi osoittautua, että Olkiluoto ei ole tarkoitukseen soveltuva paikka. TEM katsoo, että YVA-selostuksessa tulee tuoda esille, miten sijaintipaikan soveltuvuutta arvioidaan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja sen laajentamiseen.

#### 4.2 Vaikutukset ja niiden selvittäminen

TEM toteaa, että YVA-ohjelmaa koskevissa lausunnoissa mukaan lukien kansainväliseen kuulemiseen osallistuvien maiden lausunnot sekä muissa kannanotoissa esitetään täydennys- ja täsmennysehdotuksia erityisesti liittyen pitkäaikaisturvallisuuteen ja poikkeus- ja onnettomuus-tilanteisiin, mutta korostetaan myös yhdyskuntarakenteeseen, talouteen, ihmisiin ja paikkakunnan imagoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnin merkitystä. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta korostuvat muutokset luonnonoloissa, luonnonolojen vaikutukset turvallisuuteen (esimerkiksi jääkaudet, maanjäristykset, ilmastonmuutos, pohjavedet), teknisten ratkaisujen turvallisuus pitkien aikojen kuluessa (loppusijoituskapselien kestävyys, bentoniitti täyteaineena) sekä toisaalta tilojen valvonta ja loppusijoituskapselien palautettavuus. Poikkeus- ja onnettomuus-tilanteiden vaikutusten arviointiin liittyvät myös käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus- ja liikenneonnettomuudet sekä varautumis- ja valmiussuunnitelmat. Yhtenä näkökulmana on käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen loppusijoitustiloihin.

TEM toteaa yleisesti, että arvioinnissa on YVA-menettelyn kannalta riittävissä määrin vastattava lausunnoissa ja kannanotoissa esitettyihin kysymyksiin ja kommentteihin.

TFM edellyttää, että ympäristövaikutukset tulee arvioida loppusijoituslaitoksen koko laajuudelta ottaen huomioon tilojen laajennus. Tämä tarkoittaa, että YVA-selostuksessa tulee esittää loppusijoitustilan ympäristövaikutukset tilanteessa, jossa laitokseen sijoitettaisiin 12 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Vaihtoehtojen vertailemiseksi tulee ympäristövaikutukset esittää tilanteissa, joissa laitokseen sijoitettaisiin 6 500 uraanitonnia tai 9 000 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Ympäristövaikutukset tulee esittää havainnollisesti siten, että ympäristövaikutukset eri tilanteissa käyvät selkeästi ilmi. Lisäksi arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin.

TEM edellyttää lisäksi, että vaikutusten arvioinnissa käytettävät ja käytetyt maantieteelliset aluerajaukset tarkastetaan ja perustelut myös arvi-



oinnista poisjätetyistä alueista esitetään YVA-selostuksessa. TEM korostaa, että vaikutukset kansainväliseen kuulemiseen osallistuviin maihin tulee arvioida.

Vaikutusten arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös kokonaisvaikutukset ja kumuloituvat vaikutukset, jotka aiheutuvat Olkiluodon muista hankkeista. Esimerkiksi Olkiluodon voimalaitosalueeseen liittyvän liikenteen aiheuttamat yhteisvaikutukset tulee esittää.

TEM edellyttää, että tiettyjä YVA-ohjelmassa esitettyjä tietoja täsmennetään ja täydennetään sekä mahdollisesti myös korjataan. Näitä ovat kaavoitusasioiden selkiyttäminen, vesistövaikutusten arvioinnin täydentäminen (vaikutukset talousveteen, yksityisten talousvesikaivoihin ja niiden veden laatuun sekä yleisiin uimarantoihin), suojeltaviin lajeihin kuuluvan pikkuapollon esiintyminen, linnustoseelvityksen päivittämisen arviointi, maisemalliset vaikutukset sekä tiestön välttämättömyys suojelualueella.

#### 4.3 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä

Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että YVA-menettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt tulee tarkastaa ja täydentää. Ministeriö kehottaa hankkeesta vastaavaa varmistamaan, että YVA-selostuksen laatimiseen varataan riittävästi aikaa.

TEM toteaa, että tiedotuksessa ja vuorovaikutuksessa tulee ottaa huomioon riittävästi hankkeen koko vaikutusalue kuntarajoista riippumatta sekä kaikki väestöryhmät.

Ministeriö edellyttää, että YVA-selostuksessa tuodaan selvästi esille, miten kuulemisen yhteydessä annetut lausunnot ja mielipiteet sekä seurantaryhmässä esitetyt kommentit on otettu huomioon. Lisäksi YVA-selostuksessa tulee esittää osallistujien valitsemisen, valikoitumisen ja ryhmien koostumuksen perustelut sekä mahdollisuudet pyytää arviointiin mukaan asiantuntijaviranomaisia myös valtakunnan tasolta.

YVA-selostuksen valmistuttua TEM kuuluttaa siitä ja asettaa sen nähtäville sekä pyytää siitä viranomaisten lausunnot. TEM:n YVA-selostuksesta yhteysviranomaisena antama lausunto toimitetaan tiedoksi vaikutusalueen kunnille ja asianomaisille viranomaisille.

#### 4.4 Arviointiselostus, yhteysviranomaisen siitä antama lausunto ja mahdollinen periaatepäätöshakemus

Ydinenergiain mukaisessa luvitusjärjestelmässä YVA-menettelyä seuraa periaatepäätösmenettely. Lain mukaan periaatepäätöshakemuksen liitteenä on oltava hankkeen YVA-selostus.

Periaatepäätöshakemus voidaan jättää valtioneuvostolle ennen kuin yhteysviranomainen on antanut kyselystä YVA-selostuksesta lausuntonsa. Ympäristöministeriön mielestä olisi kuitenkin perusteltua, että mahdollinen periaatepäätöshakemus jätettäisiin vasta sen jäl-

keen kun yhteysviranomainen on lausuntokierroksen jälkeen antanut lausuntonsa YVA selostuksesta.

TEM ei pidä hyvänä järjestelyinä, että samaa hanketta koskeva YVA-selostus sekä periaatepäätöshakemus olisivat yhtä aikaa lausunnonmenettelyssä. Ministeriö toivookin, että mahdollinen periaatepäätöshakemus jätettäisiin valtioneuvostolle vasta sen jälkeen kuin YVA-selostuksesta on käyty lausuntokierros.

## 5 Lausunnot tiedottaminen

Työ- ja elinkeinoministeriö lähettää YVA-ohjelmaa koskevan lausuntonsa tiedoksi lausunnon antaneille viranomaisille ja niille yhteisöille, joilta se on lausunnon pyytänyt. Lausunto on nähtävissä suomeksi ja ruotsiksi internetissä (osoite [www.tem.fi](http://www.tem.fi)).

Ministeriö toimittaa kopiot YVA-ohjelmasta saamistaan lausunnoista ja mielipiteistä hankkeesta vastaavalle. Kaikki ministeriön saamat lausunnot ja mielipiteet ovat nähtävissä internetissä.

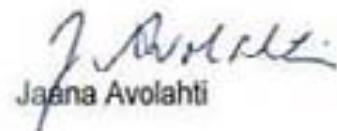
Alkuperäiset asiakirjat säilytetään ministeriön arkistossa.

Elinkeinoministeri



Mauri Pekkarinen

Ylitarkastaja



Jaana Avolahti

TIEDOKSI

Lausunnon antaneet viranomaiset ja ne yhteisöt, joilta TEM on pyytänyt lausunnon





**POSIVA**

Posiva Oy  
Olkiluoto, 27160 EURAJOKI  
Puh. (02) 8372 31  
Faksi (02) 8372 3709  
[www.posiva.fi](http://www.posiva.fi)