

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointiohjelma

Kesäkuu 2016

Täydennys Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemukseen



YHTEYSTIEDOT

Yleiset yhteydenotot:

Fennovoima Oy, viestintä
Puhelin: 020 757 9200
Sähköposti: viestinta@fennovoima.fi
www.fennovoima.fi

YVA hankkeesta vastaava:

Fennovoima Oy
Postiosoite: Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki
Puhelin: 020 757 9200
Yhteyshenkilö: Marjaana Vainio-Mattila
Sähköposti: etunimi.sukunimi@fennovoima.fi

YVA yhteysviranomainen:

Työ- ja elinkeinoministeriö
Postiosoite: PL 32, 00023 Valtioneuvosto
Puhelin: 0295 16001
Yhteyshenkilö: Jorma Aurela
Sähköposti: etunimi.sukunimi@tem.fi

Kansainvälinen kuuleminen:

Ympäristöministeriö
Postiosoite: PL 35, 00023 Valtioneuvosto
Puhelin: 0295 250000
Yhteyshenkilö: Seija Rantakallio
Sähköposti: etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

YVA konsultti:

Pöyry Finland Oy
Postiosoite: PL 4, 01621 Vantaa
Puhelin: 010 3311
Yhteyshenkilöt: Anna-Katri Räihä (projektipäällikkö)
& Jaana Tynysmaa (johtaja, Ympäristö)
Sähköposti: etunimi.sukunimi@poyry.com

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEYSTIEDOT	1
SISÄLLYSLUETTELO	2
TIIVISTELMÄ.....	5
1 JOHDANTO	15
2 HANKE.....	16
2.1 HANKKEESTA VASTAAVA.....	16
2.2 HANKKEEN TAUSTA JA TARKOITUS	16
2.3 HANKKEEN YLEISKUVAUS	16
2.4 YVA-OHJELMASSA TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT.....	17
2.4.1 Toteutusvaihtoehdot	17
2.4.2 Nollavaihtoehto.....	19
2.5 HANKKEEN AIKATAULU	20
2.6 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	21
3 LOPPUSIJOITUSHANKKEEN KUVAUS	22
3.1 GEOLOGISEN LOPPUSIJOITUKSEN PERUSTELUT	22
3.2 KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN OMINAISUUDET JA MÄÄRÄ	22
3.3 LOPPUSIJOITUSKONSEPTIN YLEISKUVAUS JA SUUNNITTELUTILANNE	24
3.4 LOPPUSIJOITUKSEN TURVALLISUUSPERIAATTEET	25
3.4.1 Yleiset periaatteet	25
3.4.2 Moniesteperiaate	26
3.4.3 Loppusijoituspaikan soveltuvuudelle asetettavat vaatimukset	27
3.5 LOPPUSIJOITUSHANKKEEN VAIHEET	29
3.5.1 Alustava tutkimusvaihe	30
3.5.2 Tutkimus- ja suunnitteluvaihe	36
3.5.3 Rakentamisvaihe	36
3.5.4 Käyttövaihe	38
3.5.5 Sulkemisvaihe	41
4 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT, ILMOITUKSET JA PÄÄTÖKSET	43
4.1 KAAVOITUS JA VALTAKUNNALLISET ALUEIDENKÄYTTÖTAVOITTEET	44
4.2 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA KANSAINVÄLINEN KUULEMINEN	45
4.3 YDINENERGIALAIN MUKAISET PÄÄTÖKSET JA LUVAT	45
4.3.1 Periaatepäätös	46
4.3.2 Rakentamislupa.....	46
4.3.3 Käyttölupa	47
4.4 EURATOMIN PERUSTAMISSOPIMUKSEN MUKAISET TIEDONANNOT JA ILMOITUKSET	47
4.5 YDINMATERIAALIN HALLUSSAPITOJA KOSKEVA LUPA	48
4.6 KULJETUSLUPA	48
4.7 TUTKIMUSLUPA	48
4.8 YMPÄRISTÖNSUOJELULAIN JA VESILAIN MUKAISET LUVAT	48
4.9 SUOJELUKEINOJEN OIKEUDELLISET VAIKUTUKSET	48
4.10 RAKENTAMISEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT.....	49
4.11 LUNASTUSLUPA.....	49
4.12 LENTOESTELUPA	49
4.13 LIITÄNNÄISHANKKEIDEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT	49

4.14	MUUT LUVAT	50
5	YVA-MENETTELY	51
5.1	LAINSÄÄDÄNTÖ	51
5.2	YVA-MENETTELYN TAVOITTEET JA SISÄLTÖ	51
5.3	YVA-MENETTELYN AIKATAULU	53
5.4	SUUNNITELMA VIESTINNÄSTÄ JA OSALLISTUMISESTA	54
5.4.1	Arviointiohjelman ja -selostuksen nähtävillä olo	55
5.4.2	Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet	55
5.4.3	Kansainvälinen kuuleminen	56
5.4.4	Seurantaryhmä	56
5.4.5	Asukaskyselyt	56
5.4.6	Pienryhmätillaisuudet	57
5.4.7	Muu viestintä	57
6	YMPÄRISTÖN NYKYTILA	58
6.1	EURAJOKI	58
6.1.1	Sijainti, asutus ja muut toiminnot	58
6.1.2	Kaavoitus	60
6.1.3	Maisema ja kulttuuriympäristö	62
6.1.4	Maa- ja kallioperä	64
6.1.5	Pohja- ja pintavedet	68
6.1.6	Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	71
6.1.7	Ilmasto ja ilmanlaatu	73
6.1.8	Liikenne	74
6.1.9	Melu ja tärinä	75
6.2	PYHÄJOEN SYDÄNNEVA	76
6.2.1	Sijainti ja lähialueen toiminnot	76
6.2.2	Asutus, ihmiset ja yhteisöt	77
6.2.3	Kaavoitus	80
6.2.4	Maisema ja kulttuuriympäristö	82
6.2.5	Maa- ja kallioperä	83
6.2.6	Pohja- ja pintavedet	86
6.2.7	Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	88
6.2.8	Ilmasto ja ilmanlaatu	91
6.2.9	Liikenne	92
6.2.10	Melu ja tärinä	93
7	SUUNNITELMA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINNISTA JA SIINÄ KÄYTETTÄVISTÄ MENETELMISTÄ	94
7.1	ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET JA ARVIOINNIN RAJAUS	94
7.2	MAANKÄYTTÖ JA RAKENNETTU YMPÄRISTÖ	97
7.3	IHMISET JA YHTEISÖT	98
7.3.1	Ihmiin kohdistuvat vaikutukset	98
7.3.2	Aluetaloudelliset vaikutukset	100
7.4	MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ	101
7.5	MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVEDET	101
7.6	KASVILLISUUS, ELÄIMISTÖ JA SUOJELUKOhteet	103
7.7	VESISTÖT	104
7.8	ILMASTO JA ILMANLAATU	104
7.9	KULJETUKSET JA LIIKENNE	104
7.10	MELU	105
7.11	TÄRINÄ	105
7.12	JÄTTEET JA SIVUTUOTTEET SEKÄ NIIDEN HYÖDYNTÄMINEN	105
7.13	LUONNONVAROJEN HYÖDYNTÄMINEN	106
7.14	POIKKEUS- JA ONNETTOMUUSTILANTEET	106
7.15	PITKÄAIKAISTURVALLISUUS	106

7.16	YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA	107
7.17	SUOMEN VALTION RAJAT YLITTÄVÄT VAIKUTUKSET	107
7.18	NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUKSET	108
8	HAITTOJEN LIEVENTÄMINEN	109
9	EPÄVARMUUSTEKIJÄT	110
10	HANKKEEN VAIKUTUSTEN SEURANTA.....	111
	TERMIT JA LYHENTEET	112
	LÄHDELUETTELO	121

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa. Projektin numero 101001087.

Pohjakartat

Maanmittauslaitos lupa nro 48/MML/16. Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen karttapalvelu, lisenssi: Creative Commons, <http://www.maanmittauslaitos.fi/avoimen-tietoaineiston-cc-40-lisenssi>

TIIVISTELMÄ

Hankkeesta vastaava ja hankkeen tausta

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Fennovoima Oy (jäljempänä Fennovoima), joka on vuonna 2007 perustettu suomalainen ydinvoimayhtiö. Fennovoima rakentaa Pyhäjoen Hanhikiven niemen laitospaikalle sähköteholtaan noin 1 200 megawatin suuruista ydinvoimalaitosta. Fennovoima jätti ydinvoimalaitosta koskevan ydinenergialain mukaisen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle kesäkuun lopussa 2015.

Fennovoimalle vuonna 2010 annetussa ydinvoimalaitoksen periaatepäätöksessä on todettu, että Fennovoiman tulee kesäkuun 2016 loppuun mennessä esittää työ- ja elinkeinoministeriölle joko käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva yhteistyösopimus nykyisten jätehuoltovelvollisten kanssa tai omaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskeva ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma).

Tällä YVA-ohjelmalla Fennovoima täydentää ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemusta ja käynnistää vuoden 2010 periaatepäätöksen ehdossa esitetyn vaatimuksen mukaisesti oman käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn.

Samanaikaisesti Fennovoima on aloittanut yhteistyön suomalaisen ydinjätehuolto-yhtiö Posiva Oy:n kanssa solmimalla palvelusopimuksen sen tytäryhtiön Posiva Solutions Oy:n kanssa. Palvelusopimuksella varmistetaan Posiva Oy:n hankkeen myötä alalle lähes 40 vuoden aikana kehittyneen osaamisen hyödyntäminen Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa. Fennovoima myös jatkaa neuvotteluita ydinjätehuoltovelvollisten kanssa koskien pidemmän aikavälin yhteistyötä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) ja asetuksen (713/2006) mukaan laitoksilta, jotka on suunniteltu säteilytetyn ydinpolttoaineen käsitteilyyn ja loppusijoittamiseen, edellytetään ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta tai käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkaa koskevia päätöksiä, vaan YVA-menettelyn tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe (Kuva 0-1). YVA-ohjelma on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-ohjelman jättämisestä käynnistyy useita vuosia kestävä tutkimusvaihe, jonka aikana selvitetään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen ympäristövaikutukset sekä sijoituspaikkavaihtoehtojen geologiset ominaisuudet ja soveltuvuus loppusijoituskäyttöön. Myöhemmin laadittavassa YVA-selostuksessa esitetään arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.

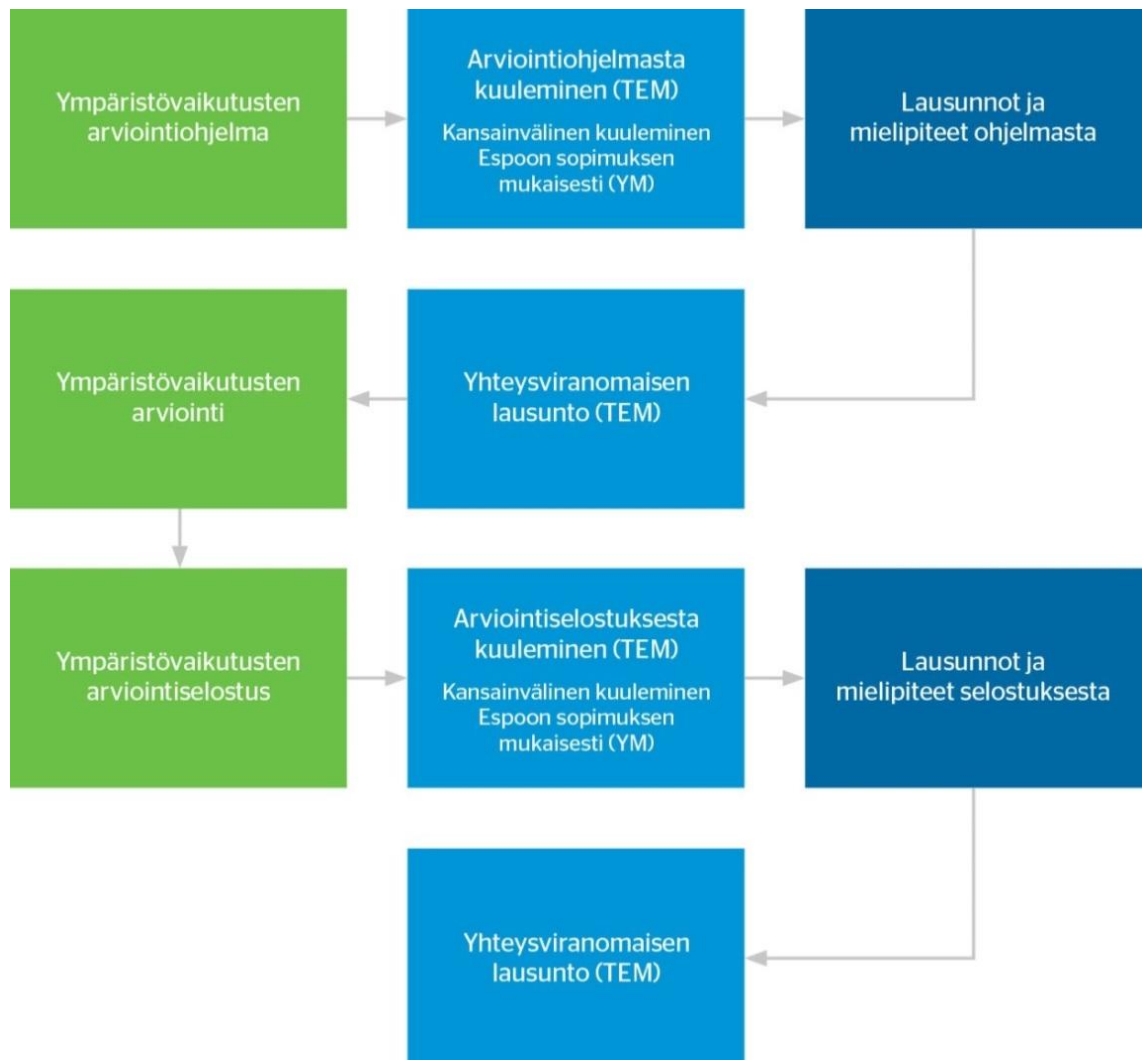
YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Tässä YVA-menettelyssä yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö, joka kuuluttaa YVA-ohjelman asettamisesta nähtäville. Nähtävilläoloaikana kansalaiset voivat esittää YVA-ohjelmasta mielipiteitään yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomainen

myös pyytää lausuntoja ohjelmasta eri viranomaisilta. Yhteysviranomaisen kuulutustiedotteesta selviää tarkemmin, miten ja milloin mielipiteitä voi esittää.

Yhteysviranomainen kokoaa YVA-ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle. YVA-selostus tulee myös aikanaan nähtäville lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten.

Arviointimenettelyn aikana järjestetään kaikille avoimet yleisötilaisuudet ohjelma- ja -selostusvaiheessa. Yleisötilaisuuksien tarkemmat tiedot esitetään yhteysviranomaisen kuulutustiedotteessa. Muita vuorovaikutusmahdollisuuksia YVA-menettelyn aikana ovat muun muassa asukaskyselyt, pienryhmähaastattelut sekä erikseen perustettavan seurantaryhmän tapaamiset. Lisää tietoa hankkeesta ja osallistumismahdollisuuksista on koottu hankkeen internetsivuille osoitteeseen www.fennovoima.fi.

Espoon sopimuksen mukaisessa kansainvälisessä kuulemisessa toimivaltaisena viranomaisena toimii ympäristöministeriö.

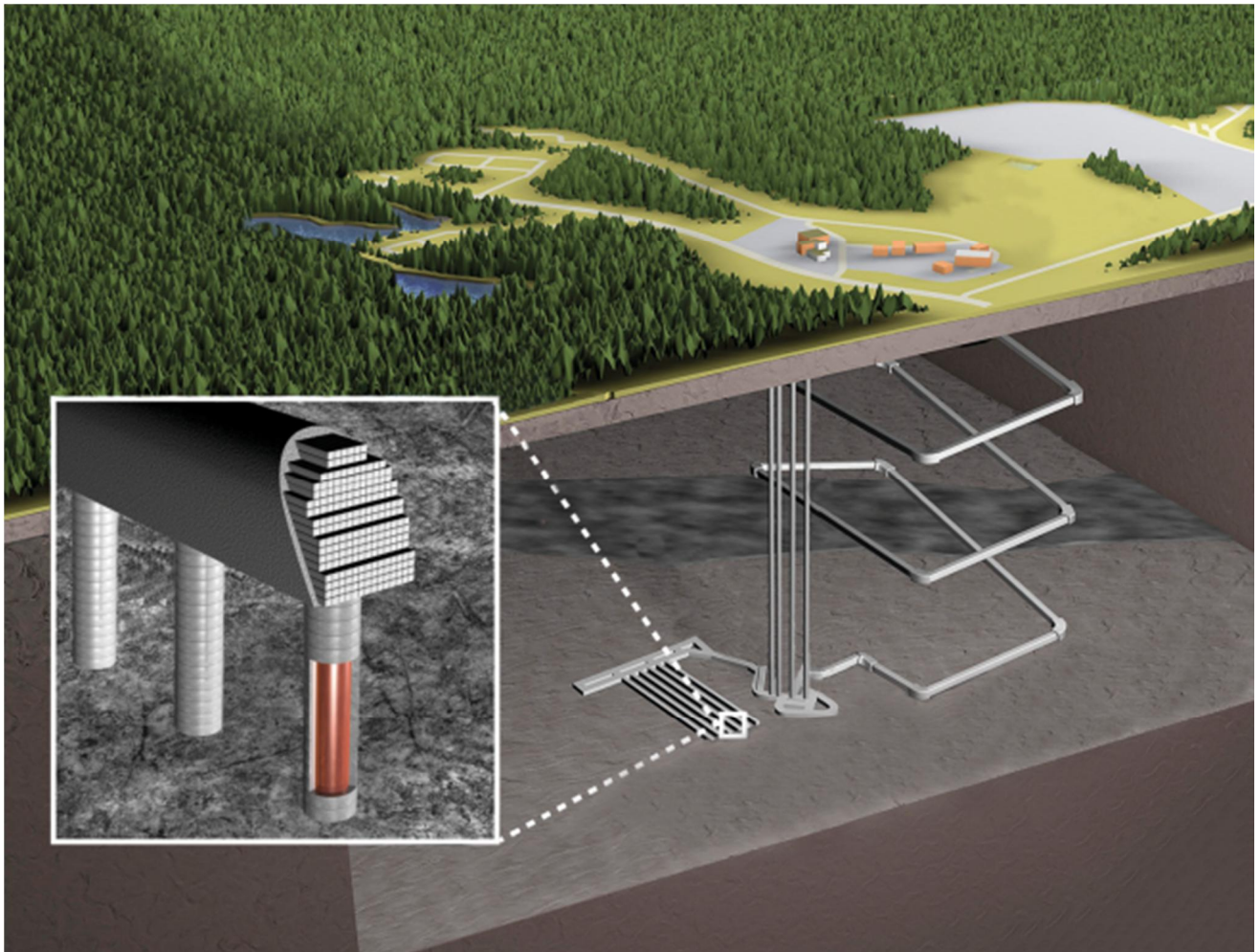


Kuva 0-1. YVA-menettelyn vaiheet. (TEM = työ- ja elinkeinoministeriö; YM = ympäristöministeriö).

Hankkeen kuvaus

Tässä YVA-menettelyssä tarkastellaan Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanketta, joka koostuu maanpäällisestä kapselointilaitoksesta ja useiden satojen metrien syvyydessä kallioperässä olevasta loppusijoituslaitoksesta. Kapselointilaitoksella tarkoitetaan ydinlaitosta, jossa käytetty ydinpolttoaine pakataan loppusijoituskapseliin. Loppusijoituslaitoksella tarkoitetaan kallioperään useiden satojen metrien syvyyteen rakennettuja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen tarkoitettuja tunneliliiloja. Havainnekuvassa (Kuva 0-2) on esitetty kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sisältyvät maanpäälliset ja maanalaiset osat.

Loppusijoitushanke tähtää Fennovoiman Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sijoittamiseen pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomen kallioperään. Ydinvoimalaitoksen toiminta-aikana käytettyä ydinpolttoainetta syntyy yhteensä noin 1 200–1 800 uraanitonnia, joka vastaa noin 700–900 loppusijoitettavaa kapselia.

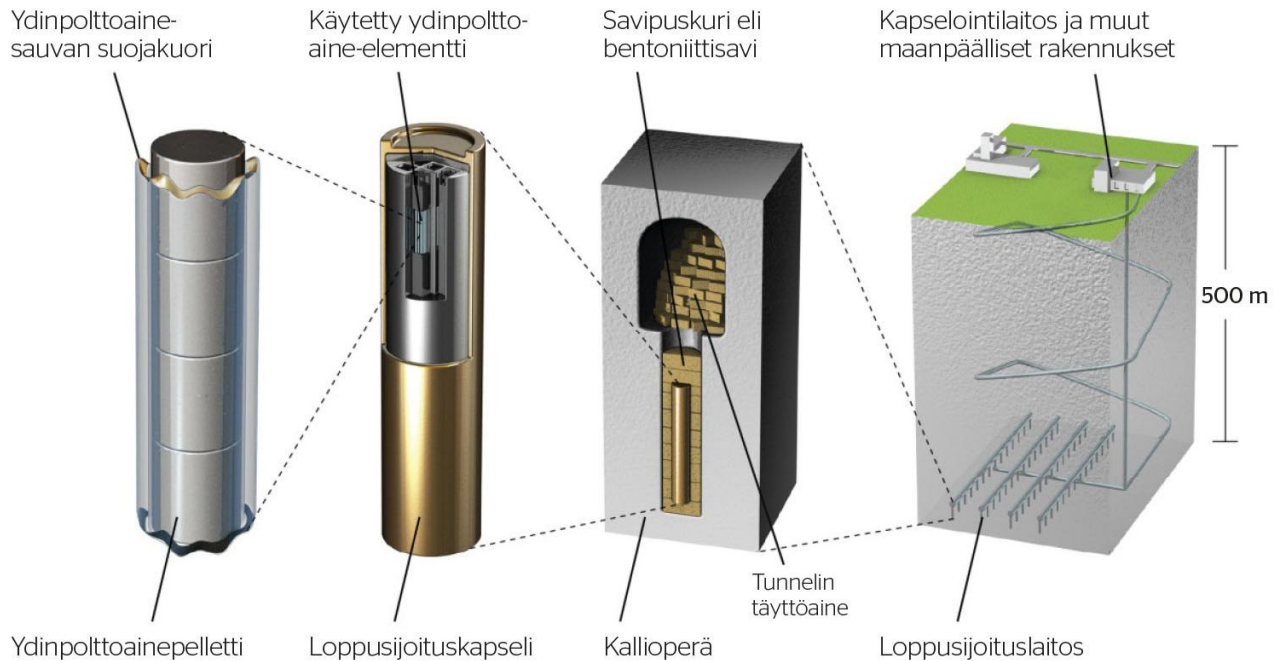


Kuva 0-2. Havainnekuva kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta. Kuva: Posiva Oy (muokattu).

Hankkeeseen sisältyvät seuraavat vaiheet:

- Alustava tutkimusvaihe: Loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuvien tutkimusalueiden rajaaminen.
- Tutkimus- ja suunnitteluvaihe: Loppusijoituspaikan valintaan tähtäävien geologisten tutkimusten tekeminen, tutkimustulosten tulkinta sekä mallinnus sekä alustavien paikkakohtaisten laitossuunnitelmien tekeminen. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, suunnittelu- ja kehitystyö jatkuu läpi koko hankkeen.
- Rakentamisvaihe: Tutkimustilan rakentaminen, kapselointilaitoksen ja kapselointilaitokselta syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelytilojen rakentaminen, maanalaisen loppusijoituslaitoksen rakentaminen, sekä muu rakentaminen (ml. mahdolliset tiet ja voimajohdot).
- Käyttövaihe: Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle, kapselointi ja loppusijoittaminen kallioperään.
- Sulkemisvaihe: Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan lopettaminen, loppusijoituslaitoksen sulkeminen, maanpäällisten rakennusten käytöstäpoistaminen ja purkaminen (ml. purkujätteiden loppusijoittaminen) sekä alueen vapauttaminen valvonnasta.
- Hankkeen eri vaiheita voidaan toteuttaa joiltakin osin samanaikaisesti.

Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitussuunnitelma perustuu Ruotsissa ja Suomessa kehitettyyn KBS-3-konseptiin. KBS-3-konseptin lähtökohtana on niin sanottu moniesteperiaate, jossa käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiiviset aineet eristetään useiden toisiaan varmentavien suojarakenteiden (vapautumisesteiden) sisällä. Vapautumisesteiden avulla varmistetaan, etteivät käytetyssä ydinpolttoaineessa olevat radioaktiiviset aineet pääse elolliseen luontoon tai ihmisten ulottuville. KBS-3-konseptin mukaisessa loppusijoitusratkaisussa käytetty ydinpolttoaine pakataan kupariseen valurautaisella sisäosalla varustettuun loppusijoituskapseliin, ympäröidään bentoniittisavella ja sijoitetaan syvälle peruskallioon porattuihin loppusijoitusreikiin (Kuva 0-3). Loppusijoitus voidaan toteuttaa joko pystyyn (KBS-3V-konsepti) tai vaakaan (KBS-3H-konsepti) porattuihin reikiin.



Kuva 0-3. Ydinpolttoaineen rakenne ja radioaktiivisten aineiden vapautumisesteet KBS-3-menetelmässä. Vapautumisesteitä ovat loppusijoituskapseli, bentoniittisavi, tunnelin täyttöaine ja kallioperä.

YVA-ohjelmassa tarkasteltavat vaihtoehdot

YVA-menettelyssä tarkastellaan Fennovoiman oman käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, rakentamis-, käyttö- ja sulkemisvaiheita. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kapasiteetti on 1 200–1 800 uraanitonnia. Teknisenä toteutusvaihtoehtona sovelletaan KBS-3-menetelmää, jossa ydinpolttoaineen loppusijoitus voidaan toteuttaa joko loppusijoitustunneleihin porattuihin pystyreikiin (KBS-3V) tai vaakareikiin (KBS-3H). YVA-menettelyssä tarkastellaan myös käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia. Lisäksi vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan liitännäishankkeiden, kuten teiden ja voimajohtolinjojen rakentamisen vaikutuksia.

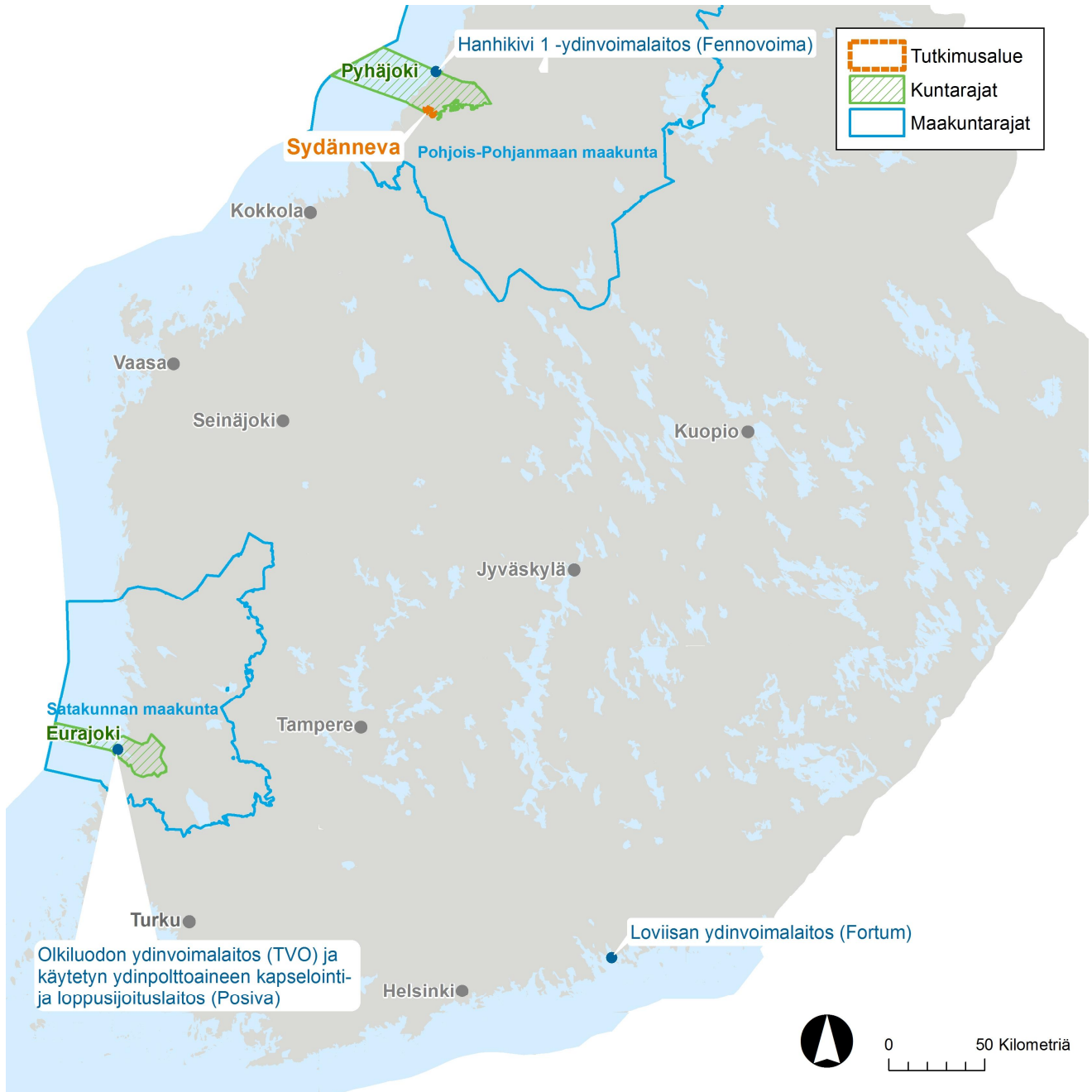
Vaihtoehtoiset sijaintipaikkakunnat ovat (Kuva 0-4):

- Vaihtoehto 1: Eurajoki
- Vaihtoehto 2: Pyhäjoki (Sydänneva)

Sijaintipaikkojen soveltuvuutta loppusijoituskäyttöön arvioidaan YVA-menettelyn aikana. Uusia sijaintipaikkoja on tarvittaessa mahdollista ottaa tarkasteluun hankkeen myöhemmissä vaiheissa tai toinen, Pyhäjoki tai Eurajoki, voi pudota pois.

Tässä YVA-ohjelmassa esitetyistä sijaintipaikkakunnista Pyhäjoelle on suoritettu alustava tutkimusvaihe ja sen perusteella tunnistettu yksi loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuva tutkimusalue (Sydänneva). Eurajoen osalta alustava tutkimusvaihe käynnistyy YVA-ohjelman jättämisen jälkeen ja tutkimusalue tullaan osoittamaan ennen YVA-selostusvaihetta.

Nollavaihtoehtona tarkastellaan hankkeen toteuttamatta jättämistä eli tilannetta, jossa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta ei rakenneta.



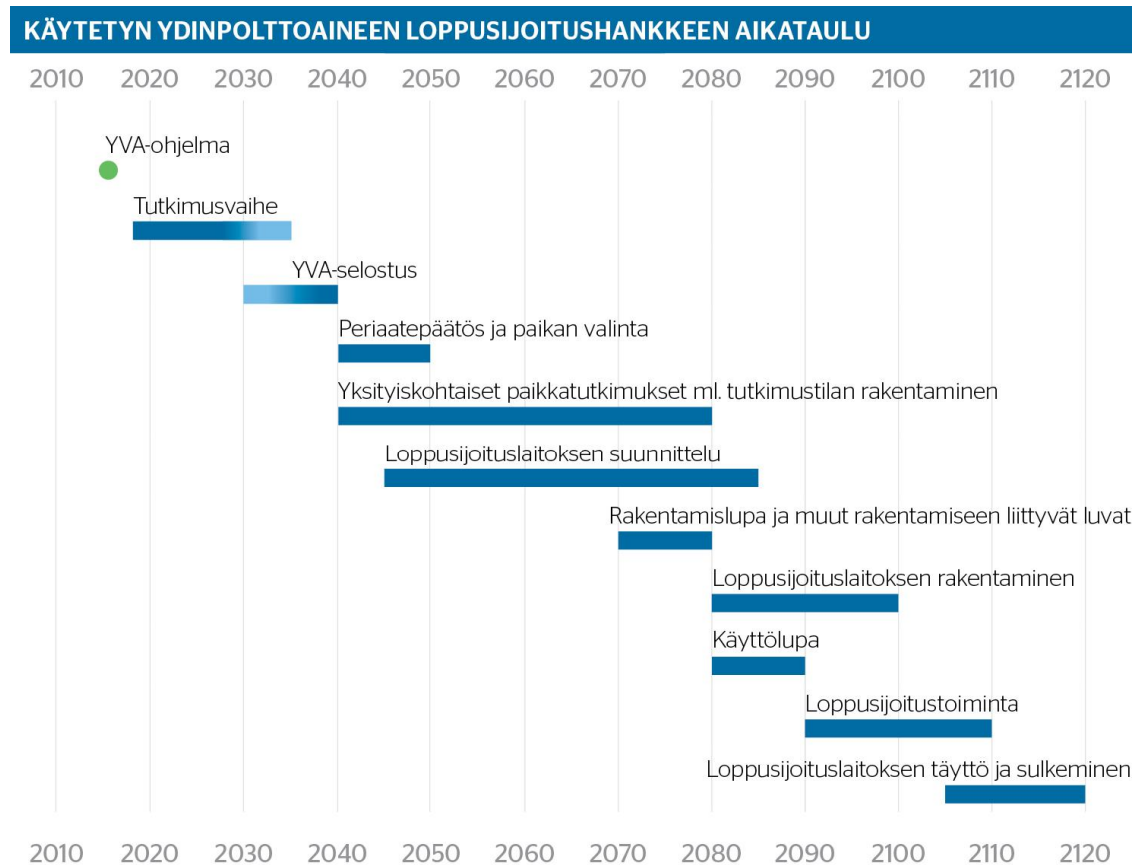
Kuva 0-4. Vaihtoehtoiset sijaintipaikkakunnat.

Hankkeen aikataulu

YVA-ohjelman jättämisestä käynnistyy useita vuosia kestävä tutkimusvaihe, jonka aikana selvitetään tutkimusalueiden geologiset ominaisuudet ja soveltuvuus loppusijoituskäyttöön. Loppusijoituspaikan soveltuvuudelle on asetettu lukuisia turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia erityisesti alueen kallio-olosuhteisiin liittyen, joiden selvittämiseksi vaaditaan useita vuosia, jopa vuosikymmeniä, kestävä tutkimusohjelma. Tutkimusvaiheen aikataulu tarkentuu tutkimusohjelman perusteella. Tutkimusohjelma laaditaan erikseen eri tutkimusalueille.

Tutkimusten loppuvaiheessa aloitetaan loppusijoitushankkeen ympäristövaikutusten arviointi ja YVA-selostuksen laatiminen. YVA-selostus valmistuu viimeistään siten, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikka voidaan valita 2040-luvulla. Fennovoiman ydinpolttoaineen loppusijoituksen arvioidaan tämän hetken suunnitelmien mukaan alkavan aikaisintaan 2090-luvulla ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen mukaisesti.

Hankkeen arvioitu kokonaiskesto on yli 100 vuotta (Kuva 0-5). Aikataulu on viitteellinen ja tarkentuu hankkeen edetessä.



Kuva 0-5. Hankkeen suunniteltu alustava kokonaisaikataulu.

Loppusijoituksen turvallisuusperiaatteet

Ydinjätehuollon yleisten turvallisuusperiaatteiden mukaan loppusijoituksesta ei saa aiheutua terveyttä vaarantavia haittoja eikä muutakaan vahinkoa ympäristölle (ihmisille, kasveille tai eläimille) ja omaisuudelle. Periaate yltää myös pitkälle tulevaisuuteen. Loppusijoitus ei tulevaisuudessakaan saa aiheuttaa terveys- tai ympäristöhaittoja.

Suomessa ydinjätehuoltoa ohjaavat vuonna 1988 voimaan astuneet ydinenergialaki (990/1987) ja ydinenergia-asetus (161/1988), joissa määritellään muun muassa ydinenergian tuottajan velvollisuudet, lupakäsittelyt ja viranomaisten valvontaoikeudet.

Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinjätteiden käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen turvallisuutta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen asianmukaisen suunnittelun varmistamiseksi on käytetyn ydinpolttoaineen tuottajille asetettu useita

erilaisia velvoitteita. STUK tarkastaa turvalliseen loppusijoittamiseen tähtäävät suunnitelmat tutkimus- ja suunnitteluvaiheesta alkaen. STUKin YVL-ohjeissa on annettu yksityiskohtaisempia määräyksiä ydinjätehuollosta.

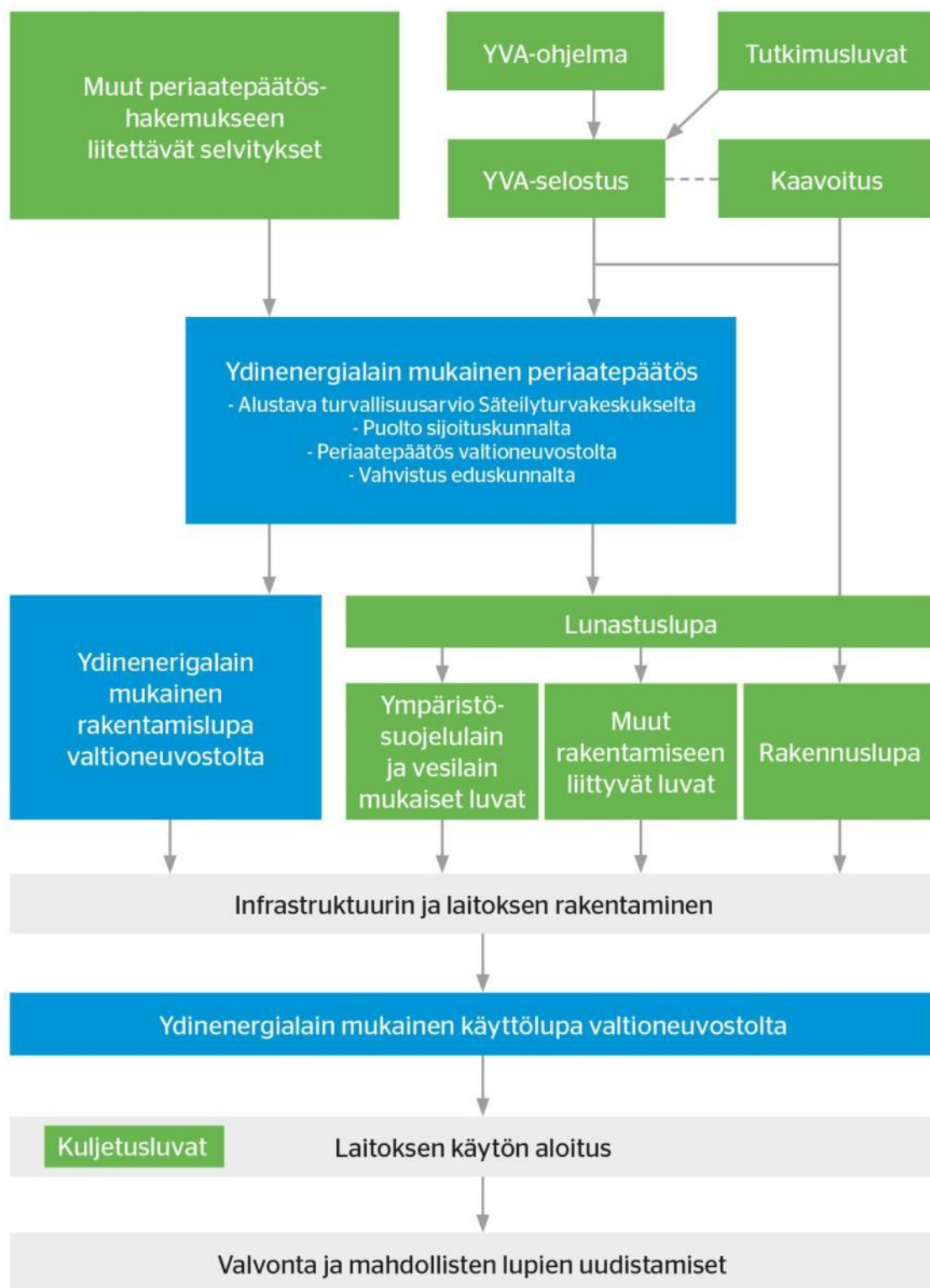
KBS-3-loppusijoituskonseptin turvallisuus perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan toisiaan varmistavaan vapautumisesteeseen. Säteilyturvakeskuksen määräyksen (Y/4/2016 30§) mukaan *"loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintoihin siten, että yhden tai useamman pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnon heikentyminen tai ennakoitavissa oleva kallioperässä tapahtuva tai ilmastollinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta."*

Loppusijoituksen turvallisuus on pystyttävä osoittamaan riittävällä varmuudella jopa miljoonan vuoden päähän. Loppusijoituksen yhteydessä puhutaankin pitkäaikaisturvallisuudesta, jolla tarkoitetaan ympäristön säteilyturvallisuutta loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisenä aikana.

Hankkeen edellyttämät luvat

Myöhemmin laadittava YVA-selostus liitetään osaksi käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen periaatepäätöshakemusta (PAP-hakemus). Suomen ydinenergiain lain mukaan yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan voimaan jättämää periaatepäätöstä siitä, että ydinlaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Loppusijoituslaitoksen rakentaminen valitulle paikalle edellyttää myös kyseessä olevan kunnan hyväksyntää. Periaatepäätöksen lisäksi vaaditaan ydinenergiain lain mukaiset rakentamis- ja käyttöluvut.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyviä lupia, ilmoituksia ja päätöksiä on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 0-6).



Kuva 0-6. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön lupavaiheet.

Arvioitavat ympäristövaikutukset

YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan hankkeen eri vaiheiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- luonnonvarojen hyödyntämiseen
- näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Merkittävimmiä hankkeen aiheuttamiksi ympäristövaikutuksiksi on tässä vaiheessa tunnistettu erityisesti maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset huomioon ottaen hankkeen maanalainen rakentaminen ja sen pitkä kesto. Lisäksi ihmisiin kohdistuvat vaikutukset, varsinkin ihmisten eri tavoin kokemat vaikutukset, voivat nousta merkittäviksi hankkeen aikana. YVA-selostuksessa ympäristövaikutusten merkittävyyttä tullaan arvioimaan muun muassa vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristöasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan erityisesti tutkimusalueen lähiympäristöön kohdistuvia vaikutuksia, mutta vaikutusten arviointi ulotetaan niin laajalle alueelle kuin vaikutukset yltävät. Tarkastelualue pyritään määrittelemään niin suureksi, ettei merkittäviä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän enää tarkasteltavan alueen ulkopuolella. Varsinainen vaikutusalueiden määrittely tehdään arviointityön tuloksena ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

1 JOHDANTO

Fennovoima Oy:lle vuonna 2010 annetussa ydinvoimalaitoksen periaatepäätöksessä on todettu, että Fennovoiman tulee kesäkuun 2016 loppuun mennessä esittää työ- ja elinkeinoministeriölle joko käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva yhteistyösopimus nykyisten jätehuoltovelvollisten kanssa tai omaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskeva ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma). Tällä YVA-ohjelmalla Fennovoima täyttää vuoden 2010 periaatepäätöksessä esitetyn velvoitteen.

Samanaikaisesti Fennovoima on aloittanut yhteistyön suomalaisen ydinjätehuoltoyhtiö Posiva Oy:n kanssa solmimalla palvelusopimuksen sen tytäryhtiön Posiva Solutions Oy:n kanssa. Palvelusopimuksella varmistetaan Posiva Oy:n hankkeen myötä alalle lähes 40 vuoden aikana kehittyneen osaamisen hyödyntäminen Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa. Fennovoima myös jatkaa neuvotteluita ydinjätehuoltovelvollisten kanssa koskien pidemmän aikavälin yhteistyötä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) ja asetuksen (713/2006) mukaan laitoksilta, jotka on suunniteltu säteilytetyn ydinpolttoaineen käsitteilyyn ja loppusijoittamiseen, edellytetään ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta tai käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkaa koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. YVA-ohjelma on suunnitelma hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-ohjelman jättämisestä käynnistyy useita vuosia kestävä tutkimusvaihe, jonka aikana selvitetään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen ympäristövaikutukset sekä paikkavaihtoehtojen geologiset ominaisuudet ja soveltuvuus loppusijoituskäyttöön. Ympäristövaikutusten arviointiselostus, jossa esitetään arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista, valmistuu siten, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikka voidaan valita 2040-luvulla.

Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen arvioidaan tämän hetken suunnitelmien mukaan alkavan aikaisintaan 2090-luvulla ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksessa esitetyn mukaisesti. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen valitulle paikalle edellyttää myönteistä periaatepäätöstä sekä kyseessä olevan kunnan hyväksyntää. Periaatepäätöksen lisäksi vaaditaan ydinenergialain mukaiset rakentamis- ja käyttöluvut sekä lukuisia muita lupia.

2 HANKE

2.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Fennovoima Oy, joka on vuonna 2007 perustettu suomalainen ydinvoimayhtiö. Fennovoiman omistavat suomalaisten yritysten yhteenliittymä Voimaosakeyhtiö SF ja Rosatom Energy Internationalin tytäryhtiö RAOS Voima Oy. Voimaosakeyhtiö SF:n suurimmat omistajat ovat Outokumpu Oyj, Suomen Voima Oy ja Fortum Oyj. Muiden omistajien joukossa on muun muassa kunnallisia energiayhtiöitä sekä muita teollisuusalan yrityksiä. Voimaosakeyhtiö SF omistaa Fennovoimasta 66 prosenttia ja RAOS Voima Oy 34 prosenttia. Vuoden 2014 periaatepäätöksen mukaisesti Fennovoiman kotimainen (sisältäen EU- ja ETA-maat) omistus tulee aina olemaan vähintään 60 prosenttia.

2.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Fennovoima rakentaa Pyhäjoen Hanhikiven niemen laitospaikalle sähköteholtaan noin 1 200 megawatin suuruista ydinvoimalaitosta. Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen laitos-toimitussopimuksen osapuolet ovat Fennovoima ja Rosatom-konserniin kuuluva RAOS Project Oy. Sovitun aikataulun mukaan voimalaitos tuottaa sähköä vuonna 2024.

Fennovoima jätti ydinvoimalaitosta koskevan ydinenergialain mukaisen rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle kesäkuun lopussa 2015. Kesään 2016 mennessä ydinvoimalaitoshanke on edennyt suunnitteluvaiheesta infrastruktuuritöihin ja tukirakennusten rakentamiseen.

Fennovoima haki 14.1.2009 päivätyssä hakemuksessaan ydinenergialain 11 §:ssä tarkoitettua valtioneuvoston periaatepäätöstä ydinvoimalaitoksen ja sen toimintaan tarvittavien ydinlaitosten rakentamiselle. Valtioneuvosto teki Fennovoiman hankkeesta 6.5.2010 periaatepäätöksen (M 4/2010 vp), jossa hanke todettiin yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi, ja eduskunta päätti 1.7.2010, että periaatepäätös jää voimaan. Periaatepäätökseen sisältyi ehto käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisun määrittelyksi. Sen mukaan Fennovoiman tulee kesäkuun 2016 loppuun mennessä esittää työ- ja elinkeinoministeriölle joko käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva yhteistyösopimus nykyisten ydinjätehuoltovelvollisten kanssa tai omaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskeva ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Fennovoiman periaatepäätöstä täydennettiin vuonna 2014. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva periaatepäätöksen ehto jäi voimaan vuonna 2010 esitetyssä muodossa.

Tällä YVA-ohjelmalla Fennovoima täydentää ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemusta ja käynnistää vuoden 2010 periaatepäätöksen ehdossa esitetyn vaatimuksen mukaisesti oman käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn.

2.3 Hankkeen yleiskuvaus

Tässä YVA-menettelyssä tarkastellaan Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanketta, joka koostuu maanpäällisestä kapselointilaitoksesta ja useiden satojen metrien syvyydessä kallioperässä olevasta loppusijoituslaitoksesta. Kapselointilaitoksella tarkoitetaan ydinlaitosta, jossa käytetty ydinpolttoaine pakataan loppusijoituskapseloihin. Loppusijoituslaitoksella tarkoitetaan kallioperään useiden satojen metrien sy-

vytteen rakennettuja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen tarkoitettuja tunneliloja.

Säteilyturvakeskuksen 1.1.2016 voimaan astuneen määräyksen (Y/4/2016) mukaisesti edellä mainitut laitokset, loppusijoituslaitos ja kapselointilaitos, ovat erillisiä ydinjätelaitoksia ja niiden suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon määräyksessä asetetut vaatimukset.

Loppusijoitushanke tähtää Fennovoiman Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sijoittamiseen pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomen kallio-perään. Ydinvoimalaitoksen toiminta-aikana käytettyä ydinpolttoainetta syntyy yhteensä noin 1 200–1 800 uraanitonnia, joka vastaa noin 700–900 loppusijoitettavaa kapselia.

Hankkeeseen sisältyvät seuraavat vaiheet:

- Alustava tutkimusvaihe: Loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuvien tutkimusalueiden rajaaminen.
- Tutkimus- ja suunnitteluvaihe: Loppusijoituspaikan valintaan tähtäävien geologisten tutkimusten tekeminen, tutkimustulosten tulkinta sekä mallinnus sekä alustavien paikkakohtaisten laitosuunnitelmien tekeminen. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, suunnittelu- ja kehitystyö jatkuu läpi koko hankkeen.
- Rakentamisvaihe: Tutkimustilan rakentaminen, kapselointilaitoksen ja kapselointilaitokselta syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelytilojen rakentaminen, maanalaisen loppusijoituslaitoksen rakentaminen, sekä muu rakentaminen (ml. mahdolliset tiet ja voimajohdot).
- Käyttövaihe: Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle, kapselointi ja loppusijoittaminen kallio-perään.
- Sulkemisvaihe: Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan lopettaminen, loppusijoituslaitoksen sulkeminen, maanpäällisten rakennusten käytöstäpoistaminen ja purkaminen (ml. purkujätteiden loppusijoittaminen) sekä alueen vapauttaminen valvonnasta.

Hankkeen eri vaiheita voidaan toteuttaa joiltakin osin samanaikaisesti. Luvussa 3 on kuvattu tarkemmin loppusijoitusta, sen vaiheita ja toimintaperiaatteita sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitosta.

2.4 YVA-ohjelmassa tarkasteltavat vaihtoehdot

2.4.1 Toteutusvaihtoehdot

YVA-menettelyssä tarkastellaan Fennovoiman oman käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, rakentamis-, käyttö- ja sulkemisvaiheita. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kapasiteetti on 1 200–1 800 uraanitonnia. Teknisenä toteutusvaihtoehtona sovelletaan KBS-3-menetelmää, jossa ydinpolttoaineen loppusijoitus voidaan toteuttaa joko loppusijoitustunneleihin porattuihin pystyreikiin (KBS-3V) tai vaakareikiin (KBS-3H). YVA-menettelyssä tarkastellaan myös käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia. Lisäksi vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan liitännäishankkeiden, kuten teiden ja voimajohdolinjojen rakentamisen vaikutuksia.

Vaihtoehdot sijaintipaikkakunnat ovat (Kuva 2-1):

- Vaihtoehto 1: Eurajoki
- Vaihtoehto 2: Pyhäjoki (Sydänneva)

Sijaintipaikkojen soveltuvuutta loppusijoituskäyttöön arvioidaan YVA-menettelyn aikana. Uusia sijaintipaikkoja on tarvittaessa mahdollista ottaa tarkasteluun hankkeen myöhemmissä vaiheissa tai toinen, Pyhäjoki tai Eurajoki, voi pudota pois.

Eurajoki

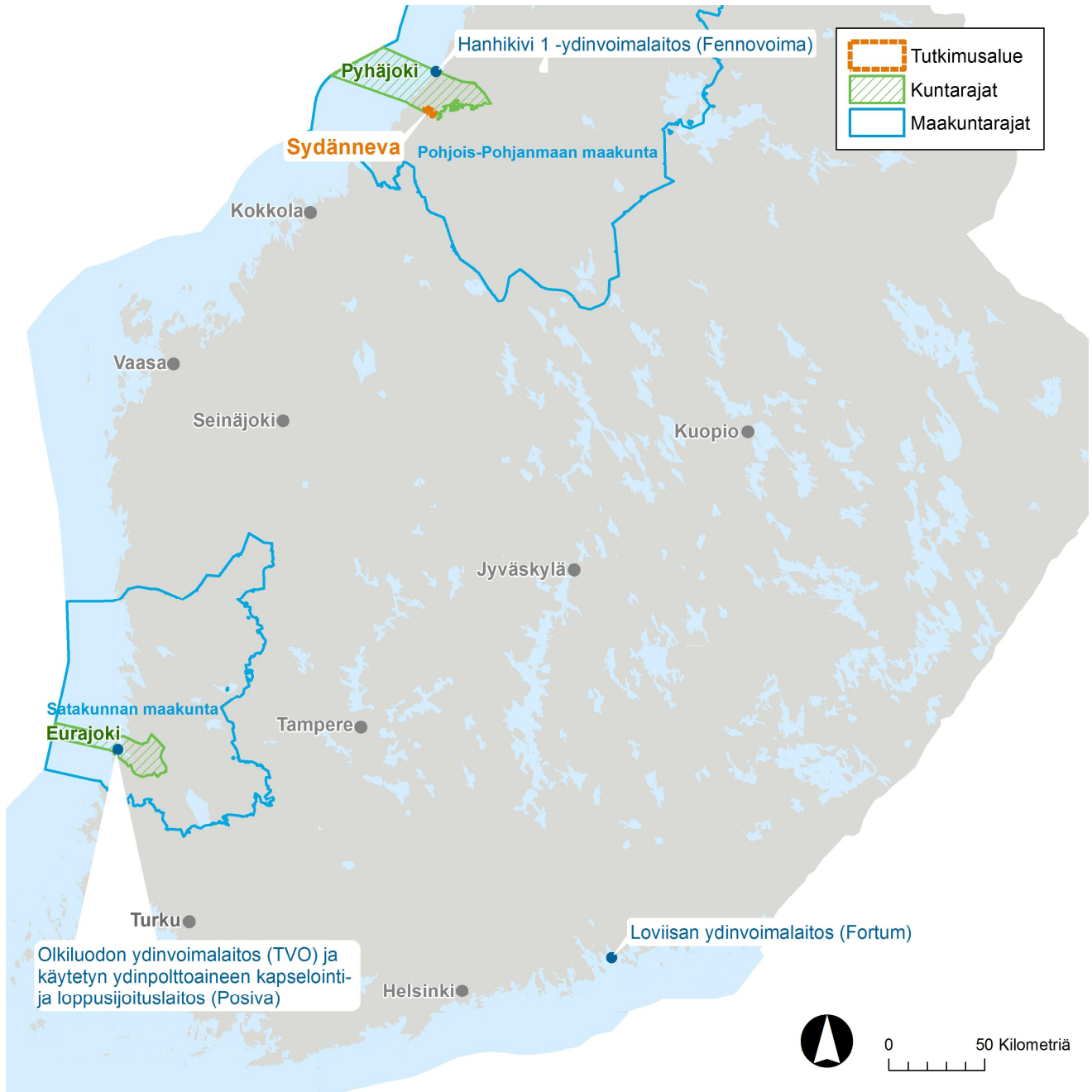
Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Teollisuuden Voima Oyj:n ydinvoimalaitokset sekä Posiva Oy:n suunnitteleman kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimustila ONKALO (Kuva 2-1). Posiva Oy on saanut vuonna 2015 rakentamisluvan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle Eurajoen Olkiluotoon. Rakentamisluvan mukaisesti Olkiluodon loppusijoituslaitokseen saa loppusijoittaa enintään 6 500 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta.

Koska Eurajoki on jo aiemmin valittu Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkakunnaksi Posiva Oy:n valintaprosessissa, Fennovoima on päättänyt tutkia Eurajoen soveltuvuutta myös Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkavaihtona. Fennovoiman tavoitteena on, että loppusijoitustoimintaan soveltuva tutkimusalue määritellään yhdessä Posivan kanssa ennen YVA-selostusvaihetta. Menettely mahdollistaa alueen viimeisimmän Posivan hallussa olevan geologisen tiedon käyttämisen tutkimusalueen rajaamiseen ja määrittelyyn.

Hankkeesta vastaava Fennovoima on päättänyt aloittaa YVA-menettelyn tällä YVA-ohjelmalla tarkastelemalla Eurajokea koko kunnan tasolla. Hankkeesta vastaava on tietoinen, että ennen YVA-selostuksen laatimista tulee Eurajoelta osoittaa kohdennettu tutkimusalue, toteuttaa tutkimusalueelle tarvittavia lisätutkimuksia ja esittää aluetta kuvaavat nykytilatiedot YVA-selostuksessa vaaditussa laajuudessa, jotta hankkeen ympäristövaikutuksia eri sijaintipaikkakuntien osalta voidaan vertailla tasavertaisesti.

Pyhäjoki

Fennovoima Oy:n ydinvoimalaitoksen sijaintipaikka on Pyhäjoen Hanhikiven niemi. Suomen kallioperän soveltuvuutta korkea-aktiivisen ydinpolttoaineen loppusijoitukseen on tutkittu 1970-luvun loppupuolelta lähtien (*mm. Niini ym. 1982, Vuorela & Hakkarainen 1982*) ja maanlaajuisissa aluevalintatutkimuksissa (*Salmi ym. 1985*) Pyhäjoen alueelta on osoitettu loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuva alue. Vuonna 2015 Geologian tutkimuskeskus tarkasteli Pyhäjoen aluetta geologisin perustein tarkemmin. Alueelta pystyttiin tunnistamaan lineamenttien eli rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaama loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuva kohdealue ja kohdealueen sisältä pystyttiin rajaamaan tarkempi tutkimusalue (Sydänneva) (Kuva 2-1).



Kuva 2-1. Vaihtoehtoiset sijaintipaikkakunnat.

2.4.2

Nollavaihtoehto

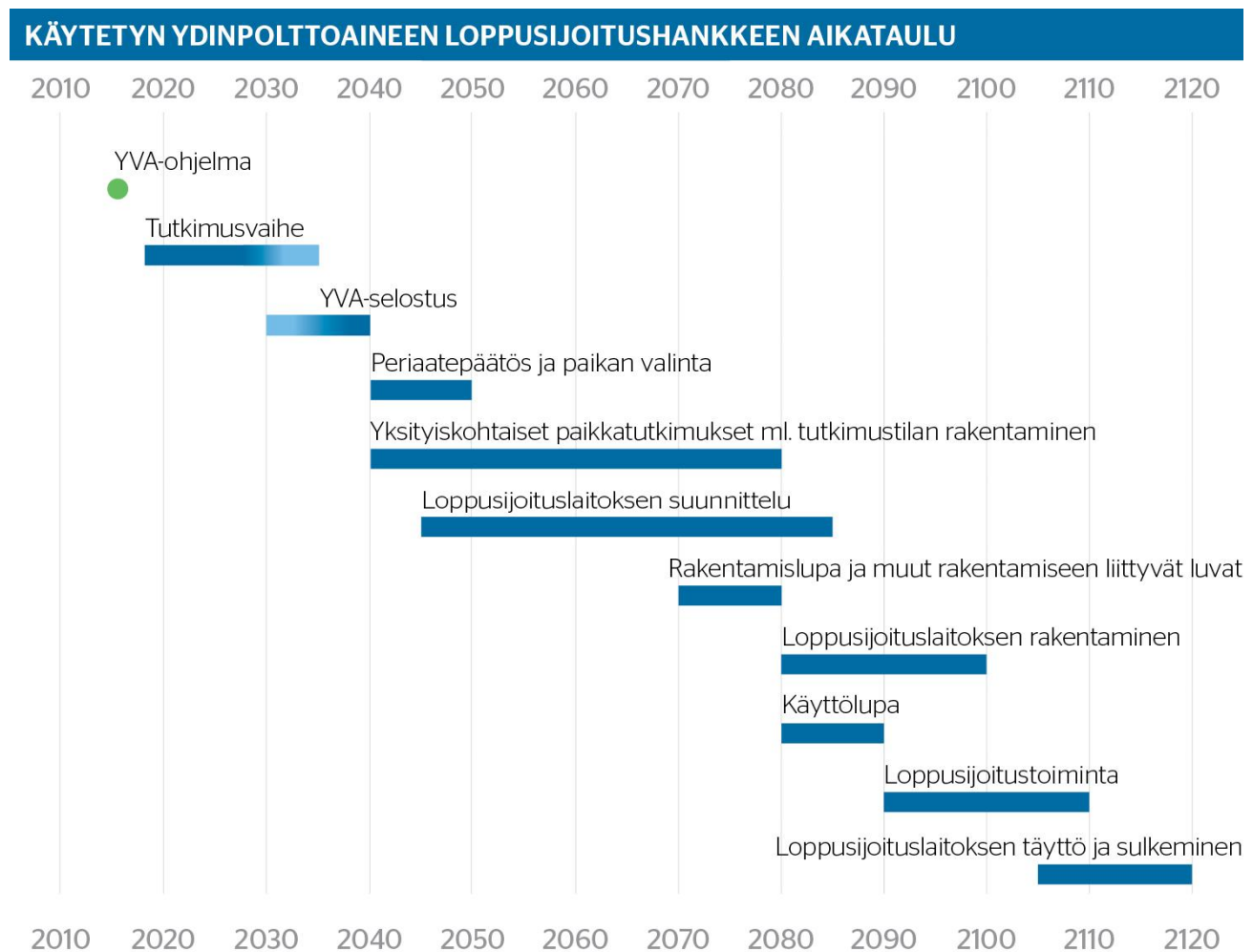
Nollavaihtoehtona tarkastellaan hankkeen toteuttamatta jättämistä eli tilannetta, jossa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta ei rakenneta. Tässä tapauksessa käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan käytetyn ydinpolttoaineen välivarastossa ydinvoimalaitosalueella Pyhäjoen Hanhikiven niemellä useita vuosikymmeniä. Suomen ydinenergialainsäädäntö kuitenkin edellyttää käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta, joten pitkittetty varastointi ei voi olla lopullinen käytetyn ydinpolttoaineen jätteen ratkaisu.

2.5 Hankkeen aikataulu

YVA-ohjelman jättämisestä käynnistyy useita vuosia kestävä tutkimusvaihe, jonka aikana selvitetään tutkimusalueiden geologiset ominaisuudet ja soveltuvuus loppusijoituskäyttöön. Loppusijoituspaikan soveltuvuudelle on asetettu lukuisia turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia erityisesti alueen kallio-olosuhteisiin liittyen, joiden selvittämiseksi vaaditaan useita vuosia, jopa vuosikymmeniä, kestävä tutkimusohjelma. Tutkimusvaiheen aikataulu tarkentuu tutkimusohjelman perusteella. Tutkimusohjelma laaditaan erikseen eri tutkimusalueille.

Tutkimusten loppuvaiheessa aloitetaan loppusijoitushankkeen ympäristövaikutusten arviointi ja YVA-selostuksen laatiminen. YVA-selostus valmistuu viimeistään siten, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikka voidaan valita 2040-luvulla. Fennovoiman ydinpolttoaineen loppusijoituksen arvioidaan tämän hetken suunnitelmien mukaan alkavan aikaisintaan 2090-luvulla ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen mukaisesti.

Hankkeen arvioitu kokonaiskesto on yli 100 vuotta (Kuva 2-2). Aikataulu on viitteellinen ja tarkentuu hankkeen edetessä.



Kuva 2-2. Hankkeen suunniteltu alustava kokonaisaikataulu.

2.6 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanke liittyy Fennovoiman Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoshankkeeseen, sillä ydinenergialain (990/1987) mukaan luvanhaltijan, jonka toiminnan seurauksena syntyy tai on syntynyt ydinjätettä (jätehuoltovelvollinen), on huolehdittava kaikista näiden jätteiden ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisestä sekä vastattava niiden kustannuksista (huolehtimisvelvollisuus). Kesään 2016 mennessä Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoshanke on edennyt suunnitteluvaiheesta infrastruktuuritöihin ja tukirakennusten rakentamiseen.

Tässä YVA-ohjelmassa esitetty Fennovoiman loppusijoitushanke on samankaltainen kuin Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) ja Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeet. Kaikki edellä mainitut hankkeet etenevät osittain samanaikaisesti. Tähän hankkeeseen sovelletaan julkisesti saatavilla olevaa materiaalia Ruotsissa ja Suomessa kehitetystä KBS-3-loppusijoituskonseptista (luku 3).

3 LOPPUSIJOITUSHANKKEEN KUVAUS

3.1 Geologisen loppusijoituksen perustelut

Geologisella loppusijoituksella tarkoitetaan käytetyn ydinpolttoaineen huollon ratkaisua, jonka tarkoituksena on eristää käytetty ydinpolttoaine syvälle maanpinnan alle siten, että vaikutukset ympäristöön ovat yhtäläiset tai vähäisemmät kuin luonnossa esiintyvän radioaktiivisuuden. OECD-maiden ydinenergiajärjestö NEA:n (Nuclear Energy Agency) mukaan geologinen loppusijoitus on suositeltavin ydinjätehuollon strategia (*Picot ym. 2011*). Suomen ydinenergialaki (990/1987, 6 a §) edellyttää, että käytetty ydinpolttoaine on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen. Suomessa ja Ruotsissa käytetyn ydinpolttoaineen huollolle ratkaisuksi on valittu geologinen loppusijoitus. Loppusijoitusteknologian kehittäminen on aloitettu jo 1970-luvulla.

Käytetyn ydinpolttoaineen huollolle on esitetty myös muunlaisia ratkaisuja, joissa loppusijoituksen sijaan käytettyä ydinpolttoainetta varastoitaisiin pitkään (esimerkiksi satojen vuosien ajan) maanpinnalla tai jälleenkäsiteltäisiin, jolloin polttoaineesta erotetaan uraani ja plutonium. Nämä ratkaisut eivät kuitenkaan täysin poista tarvetta geologiselle loppusijoitukselle.

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen pitkäaikainen, satoja vuosia kestävä, varastointi maanpinnalla ei ole toteuttamiskelpoinen vaihtoehto, sillä ydinenergialain mukaisesti käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettava Suomeen pysyväksi tarkoitetulla tavalla.

Käytettyä ydinpolttoainetta on mahdollisuus jälleenkäsitellä eli siitä voidaan tarkoitusta varten rakennetuissa jälleenkäsittelylaitoksissa valmistaa niin sanottua kierrätettyä eli jälleenkäsiteltyä ydinpolttoainetta. Suomessa ei ole käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitosta eikä sellaisen rakentaminen Suomeen ole teknis-taloudellisesti kannattavaa. Käytettyä ydinpolttoainetta ei myöskään voi viedä ulkomaille jälleenkäsiteltäväksi, sillä Suomen ydinenergialain 6 a §:n mukaisesti Suomessa syntynyt käytetty ydinpolttoaine on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen.

Näin ollen ainoa vaihtoehto käytetyn ydinpolttoaineen huollon ratkaisuksi Suomessa on geologinen loppusijoitus Suomen kallioperään. Fennovoiman loppusijoitushankkeen tekniseksi ratkaisuksi on valittu KBS-3-konseptiin perustuva ratkaisu, jossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan kapseleihin pakattuna syvälle kallioperään. Muut kallioperään suunnitellut loppusijoitusratkaisut (esimerkiksi syväreikä, hydraulinen häkki ym.) on todettu huonommin Suomen oloihin soveltuviksi jo 1990-luvulla (*Posiva 1999*). KBS-3-konsepti on todettu soveltuvaksi loppusijoitusratkaisuksi Suomeen ja sen valinta mahdollistaa yhteistyön muiden samaa konseptia käyttävien pohjoismaisten ydinjätehuoltoyhtiöiden kanssa.

3.2 Käytetyn ydinpolttoaineen ominaisuudet ja määrä

Fennovoiman Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen reaktorista poistetaan vuosittain käytettynä ydinpolttoaineena noin 20–30 tonnia uraania. Ydinvoimalaitoksen 60 vuoden toiminta-aikana käytettyä ydinpolttoainetta syntyy yhteensä noin 1200–1800 uraanitonnia, riippuen käytetyn ydinpolttoaineen rikastusasteesta, poistopalamasta ja polttoaineen käyttöjakson pituudesta. Ydinpolttoaine muuttuu käytön aikana voimakkaan radioaktiiviseksi.

Käytetystä ydinpolttoaineesta noin 95 prosenttia on edelleen uraani-isotooppi U-238:aa. Polttoaine on reaktorissa keraamisina tabletteina kaasutiiviisti suljetuissa put-

kissa eli polttoainesauvoissa, jotka on koottu polttoainenipuiksi (Kuva 3-1). Käytetty ydinpolttoaine sisältää uraanin hajoamisprosessien sekä neutronikaappausreaktioiden myötä syntyneitä uusia aineita. Suurin osa uusista aineista on halkeamis- eli fissiotuotteita ja loput ovat uraania raskaampia alkuaineita, transuraaneja. Fissiotuotteet ja transuraanit ovat radioaktiivisia. Radioaktiivisuudella tarkoitetaan atomiytimen epävakautta eli taipumusta muuttua toisenlaiseksi ytimeksi. Muuttumistapahtumasta käytetään usein nimitystä radioaktiivinen hajoaminen. Näitä radioaktiivisia hajoamisia voi olla useita ketjussa, mutta lopputuloksena on aina stabiili ei-radioaktiivinen aine. Osa radioaktiivisista aineista hajoaa nopeasti muiksi aineiksi, osa on hyvin pitkäikäisiä. Radioaktiivisen aineen tuottama säteily vähenee ajan kuluessa lyhytikäisempien aineiden hajotessa stabiileiksi ei-radioaktiivisiksi aineiksi. Säteilyn heikkeneminen on aluksi nopeaa, mutta hidastuu myöhemmin. Käytetty uraanipolttoaine on heti reaktorista poistamisen jälkeen voimakkaasti radioaktiivista, mutta jo vuodessa sen aktiivisuus vähenee sadasosaan. Loppusijoitettaessa radioaktiivisuudesta on jäljellä enää tuhannesosa alkuperäisestä. Loppusijoitettaessa jo pari metriä kalliota vaimentaa nipuista tulevan säteilyn kokonaan. (*Energiateollisuus 2006*)



Kuva 3-1. Esimerkkikuva polttoainetableteista, polttoainesauvoista ja polttoainenipusta.

Ydinvoimalaitoksen reaktorista poistamisen jälkeen käytetyt polttoaineniput siirretään 3–10 vuodeksi jäähtymään reaktorirakennuksen vesialtaisiin. Polttoainenippujen päällä on useita metrejä vettä, joka pysäyttää tehokkaasti nippujen säteilyn. Vesi myös jäähdyttää tehokkaasti käytettyä ydinpolttoainetta. Nipun sisältämien radioaktiivisten aineiden hajotessa syntyy edelleen runsaasti lämpöä ja siksi käytettyjä polttoainenippuja täytyy jäähdyttää. Ensimmäisen vuoden kuluessa reaktorista poistamisen jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuus ja samalla lämmöntuotto vähenee nopeasti. (*Energiateollisuus 2006*)

Reaktorirakennuksesta käytetty ydinpolttoaine siirretään ydinvoimalaitosalueella Hanhikiven niemellä sijaitsevaan välivarastoon useiksi vuosikymmeniksi odottamaan lop-

pusijoitusta. Välivarastointi on tarpeen käytetyn ydinpolttoaineen jälkilämpötehon ja säteilytason laskemiseksi loppusijoituksen valmistelujen edellyttämälle tasolle. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnissa käytetään vesialtaita tai kuivavarastointia. Välivarastointiratkaisut ja varastoinnin ympäristövaikutukset on esitetty Fennovoiman ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (*Fennovoima 2014*). Myös ydinpolttoaineen hankinta on kuvattu Fennovoiman ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (*Fennovoima 2014*).

3.3 Loppusijoituskonseptin yleiskuvaus ja suunnittelutilanne

Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitussuunnitelma perustuu Ruotsissa ja Suomessa kehitettyyn KBS-3-konseptiin. Loppusijoituskonseptin kehittäminen aloitettiin Ruotsissa jo vuonna 1976 ja Suomessa geologisen loppusijoituksen kehittäminen on jatkunut jo yli 30 vuotta. Kehitystyö molemmissa maissa jatkuu edelleen. Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) on hakenut Ruotsissa rakentamislupaa KBS-3-konseptin kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle vuonna 2011. Suomessa Posiva Oy on saanut marraskuussa 2015 rakentamisluvan KBS-3-konseptiin perustuvalla kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle Olkiluotoon.

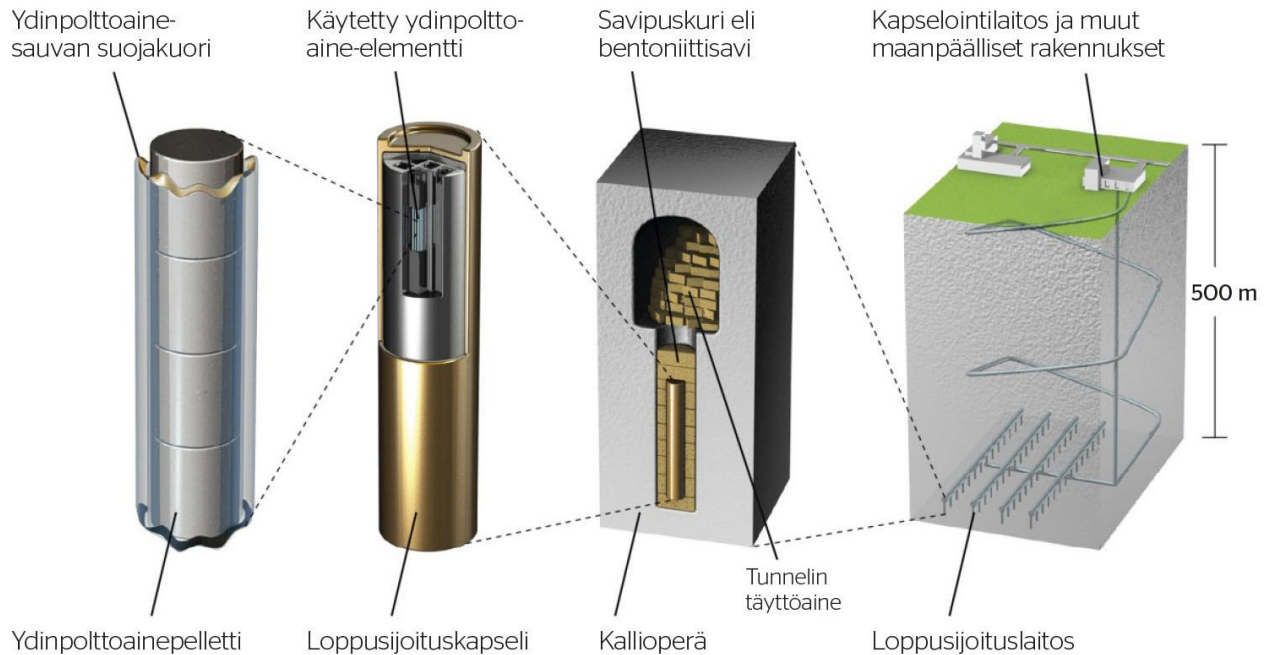
Fennovoiman loppusijoituksen yksityiskohtaisessa suunnittelussa on mahdollista hyödyntää sekä Suomessa että Ruotsissa alalle kehittyntä kokemusta ja osaamista, jolloin eri loppusijoitustoimenpiteet voidaan optimoida niin turvallisuuden kuin taloudellisuuden näkökulmasta. Fennovoiman loppusijoitushankkeen yksityiskohtaista suunnittelua edistetään hankkeen tutkimus- ja kehitysvaiheen aikana YVA-selostusvaiheeseen mennessä. Loppusijoituskonseptin periaatteet on kuvattu luvussa 3.5.

KBS-3-konseptin lähtökohtana on niin sanottu moniesteperiaate, jossa radioaktiiviset aineet eristetään useiden toisiaan varmentavien suojarakenteiden (vapautumisesteiden) sisällä. Vapautumisesteiden avulla varmistetaan, etteivät käytetyssä ydinpolttoaineessa olevat radioaktiiviset aineet pääse elolliseen luontoon tai ihmisten ulottuville. KBS-3-konseptin mukaisessa loppusijoitusratkaisussa käytetty ydinpolttoaine pakataan kupariseen valurautaisella sisäosalla varustettuun loppusijoituskapseliin, ympäröidään bentoniittisavella ja sijoitetaan syvälle peruskallioon porattuihin loppusijoitusreikiin (Kuva 3-2).

Loppusijoituslaitoksen sijoitusvyvyys määräytyy valitun loppusijoituspaikan geologisten ominaisuuksien perusteella kuitenkin niin, että loppusijoitus tapahtuu usean sadan metrin syvyydessä. Loppusijoituspaikan valinta riippuu monista eri tekijöistä, mutta loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeisimmät vaatimukset liittyvät kallioperän geologisiin ominaisuuksiin. Kallioperän tulee olla geologisesti vakaa, pohjaveden virtauksen tulee olla pientä ja pohjaveden kemiallisten ominaisuuksien tulee olla suotuisat, jotta kuparikapselin ja puskurimateriaalin toimintakyky voidaan taata.

Loppusijoitus voidaan toteuttaa joko pystyyn (KBS-3V-konsepti) tai vaakaan (KBS-3H-konsepti) porattuihin reikiin. Posiva Oy on rakentamislupahakemuksessaan esittänyt perusratkaisuna KBS-3V-konseptin käyttöä. Samanaikaisesti Posiva Oy on jatkanut tutkimuksia yhteistyössä SKB:n kanssa vaihtoehtoisen vaakasuuntaisen loppusijoitusratkaisun osalta (KBS-3H-konsepti) (*Palomäki & Ristimäki 2012*).

Loppusijoitustoiminnan päätyttyä koko maanalainen loppusijoituslaitos täytetään ja suljetaan pysyvästi siten, että tilanne kalliassa palautuu mahdollisimman lähelle loppusijoituslaitoksen louhimista edeltävää luonnontilaa. Maanpäälliset rakennukset puretaan, jos niille ei osoiteta muuta käyttöä ja alue maisemoidaan. Loppusijoitushankkeen vaiheet on kuvattu luvussa 3.5.



Kuva 3-2. Ydinpolttoaineen rakenne ja radioaktiivisten aineiden vapautumisesteet KBS-3-menetelmässä. Vapautumisesteitä ovat loppusijoituskapseli, bentoniittisavi, tunnelin täyttöaine ja kallioperä.

3.4 Loppusijoituksen turvallisuusperiaatteet

3.4.1 Yleiset periaatteet

Ydinjätehuollon yleisten turvallisuusperiaatteiden mukaan loppusijoituksesta ei saa aiheutua terveyttä vaarantavia haittoja eikä muutakaan vahinkoa ympäristölle (ihmisille, kasveille tai eläimille) ja omaisuudelle. Periaate yltää myös pitkälle tulevaisuuteen. Loppusijoitus ei tulevaisuudessakaan saa aiheuttaa terveys- tai ympäristöhaittoja.

Suomessa ydinjätehuoltoa ohjaavat vuonna 1988 voimaan astuneet ydinenergialaki (990/1987) ja ydinenergia-asetus (161/1988), joissa määritellään muun muassa ydinenergian tuottajan velvollisuudet, lupakäsittelyt ja viranomaisten valvontaoikeudet.

Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinjätteiden käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen turvallisuutta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen asianmukaisen suunnittelun varmistamiseksi on käytetyn ydinpolttoaineen tuottajille asetettu useita erilaisia velvoitteita. STUK tarkastaa turvalliseen loppusijoittamiseen tähtäävät suunnitelmat tutkimus- ja suunnitteluvaiheesta alkaen.

Vuoden 2016 alusta voimaan astunut Säteilyturvakeskuksen määräys ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (Y/4/2016) koskee ydinlaitoksesta peräisin olevan käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen loppusijoitusta kallioperään rakennettaviin ydinlaitoksiin ja maaperään rakennettaviin tiloihin. Määräys koskee myös erillisiä käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittelyyn ja varastointiin tarkoitettuja ydinlaitoksia, jotka eivät ole osa ydinvoimalaitosta. Tässä hankkeessa määräys siis koskee sekä kapselointilaitosta että kallioperään rakennettavaa loppusijoituslaitosta.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelusta ja toteutamisesta annetaan edelleen yksityiskohtaisempia ohjeita STUKin viranomaisohjeissa (YVL-ohjeet). Kapselointilaitosta koskee erityisesti YVL-ohje D.3 (Ydinpolttoaineen kä-

sittely ja varastointi) ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta ohje YVL D.5 (Ydinjät-
teiden loppusijoitus). Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia koskevat säännöt esitetään
ohjeessa YVL D.2 (Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus). Lisäksi laitosten suunnitte-
lussa ja käytössä on huomioitava soveltuvien osin muut YVL-ohjeet.

3.4.2 Moniesteperiaate

KBS-3-loppusijoituskonseptin turvallisuus perustuu moniesteperiaatteeseen eli useaan
toisiaan varmistavaan vapautumisesteseen. Säteilyturvakeskuksen määräyksen
(Y/4/2016 30§) mukaan *"loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toi-
siaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin pitkäaikaisturvallisuuden turval-
lisuustoimintoihin siten, että yhden tai useamman pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuus-
toiminnon heikentyminen tai ennakoitavissa oleva kallioperässä tapahtuva tai ilmastol-
linen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta."*

Loppusijoituksen turvallisuus on pystyttävä osoittamaan riittävällä varmuudella jopa mil-
joonan vuoden päähän. Loppusijoituksen yhteydessä puhutaankin pitkäaikaisturvalli-
suudesta, jolla tarkoitetaan ympäristön säteilyturvallisuutta loppusijoituslaitoksen sul-
kemisen jälkeisenä aikana. Pitkien tarkastelujaksojen vuoksi pitkäaikaisturvallisuus pe-
rustuu kokeellisen tutkimustoiminnan ohella tietokonemallinnukseen.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ensimmäinen turvallisuusedellytys tulee
käytetyn ydinpolttoaineen ominaisuuksista. Kaasutiiviiden metallisauvojen sisällä oleva
käytetty ydinpolttoaine on keraamisessa olomuodossaan kiinteää ja huonosti veteen
liukenevaa, mikä hidastaa radioaktiivisten aineiden vapautumista, mikäli käytetty ydin-
polttoaine joutuu tekemisiin kalliopohjaveden kanssa. (Posiva 2012a)

KBS-3-konseptin mukaisesti loppusijoitettava käytetty ydinpolttoaine asennetaan usei-
den toisistaan riippumattomien vapautumisesteiden sisälle, jotta vuorovaikutus ympä-
ristön kanssa estetään. Vapautumisesteiden on perustuttava huolella tutkittuun, testat-
tuun ja kokemusperäisesti hyväksi todettuun korkealaatuiseen tekniikkaan. Vapautumi-
sesteiden on tehokkaasti estettävä loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen sisältä-
mien radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään vähintään usean tuhannen
vuoden ajan. Yhden vapautumisesteen pettäminen ei vaaranna eristyksen toimivuutta.
Vapautumisesteitä on sekä luonnollisia että teknisiä. Teknisiä vapautumisesteitä ovat
kupari-valurautakapseli, savi- eli bentoniittipuskuri sekä tunnelintäyttöaine. Kallioperä
muodostaa luonnollisen vapautumisesteen rajoittamalla ja hidastamalla radioaktiivisten
aineiden kulkeutumista kallioperässä siinä tapauksessa, että kapseli on kaikesta huo-
limatta päässyt rikkoutumaan. Lisäksi kallioperä vaimentaa tehokkaasti loppusijoitus-
kapseleista lähtevän suoran säteilyn, sillä jo kahden metrin paksuinen kallio riittää vai-
mentamaan säteilyn luonnon taustasäteilyn tasolle (Posiva 2012a). Vapautumisesteet
on kuvattu oheisessa taulukossa (Taulukko 3-1) sekä esitetty oheisessa kuvassa (Kuva
3-2).

Taulukko 3-1. Loppusijoituskonseptin vapautumisesteet ja niiden tehtävät.

	VAPAUTUMISESTE	VAPAUTUMISESTEEN TEHTÄVÄ
Tekniset vapautumisesteet	Kupari-valurautakapseli	Kapseli koostuu valurautaisesta sisäosasta sekä kuparisesta vaipasta. Valurautaisen sisäosan tehtävä on säilyttää mekaaninen lujuus, kuparivaipan tulee ehkäistä kapselin korroosiota. (Raiko ym. 2012)
	Savipuskuri	Savipuskurin materiaali on bentoniittisavi, joka paisuu veden vaikutuksesta hidastaen kapseleiden korroosiota. Savipuskurin toinen tehtävä on myötäillä kallioliikuntoja. (Juvankoski ym. 2012)
	Tunnelintäyttöaine	Loppusijoitustunnelit täytetään bentoniittisavipitoisella materiaalilla jonka tehtävä on rajoittaa veden liikkumista tunneleissa. (Keto ym. 2012)
Luonnolliset vapautumisesteet	Kallioperä	Kallioperän tehtävä on rajoittaa ja hidastaa radioaktiivisten aineiden kulkeutumista. Täyttääkseen tämän tehtävän, tulee kallioperän olla eheää, eivätkä loppusijoitustunnelit saa leikata mitään merkittävää rikkonaisuusvyöhykettä. (Posiva 2012b)

3.4.3 Loppusijoituspaikan soveltuvuudelle asetettavat vaatimukset

Säteilyturvakeskuksen (STUK) määräyksen (Y/4/2016, 31 §) mukaan loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien tulee kokonaisuutena olla suotuisat radioaktiivisten aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei saa valita paikkaa, jolla on jokin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullinen ominaisuus.

Määräyksen (Y/4/2016, 31 §) mukaisesti suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoituslaitos voidaan rakentaa. Loppusijoituspaikalla ja sen läheisyydessä ei saa olla merkittävää tai poikkeuksellista määrää hyödyntämiskelpoisia luonnonvaroja. Maanalaisten tilojen sijoittaminen, louhinta, rakentaminen ja sulkeminen on toteutettava siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuutensa. Loppusijoituslaitoksen sijoitusvyvyys on valittava jätelajin ja paikallisten geologisten olosuhteiden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Tavoitteena on oltava, että maanpäällisten tapahtumien, toimintojen ja olosuhdemuutosten vaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen ovat vähäiset ja että ihmisen tunkeutuminen loppusijoituslaitokseen on vaikeaa. (Y/4/2016, 31 §)

STUKin ydinjätteiden loppusijoitusohjeessa YVL D.5 esitetään tarkemmin loppusijoituskalliolle suotuisia ominaisuuksia:

- kallionvakaus ja tiiviys
- pohjaveden vähäinen virtaus
- suotuisa pohjavesikemia
- radioaktiivisten aineiden pidäytyminen kallioon

- suoja luonnonilmiöitä ja ihmisen toimia vastaan.

Kallioperän ominaisuuksien on oltava suotuisat teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta. Pitkäaikaisturvallisuudelle merkityksellisten kallioperän olosuhteiden on oltava vakaat. Loppusijoituslaitoksen sijainnin on oltava suotuisa alueella esiintyviin pohjaveden virtauksiin nähden. STUKin ohjeen YVL D.5 mukaan loppusijoitusvyvyys on valittava pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisesti niin, että otetaan huomioon kallioperän geologiset rakenteet sekä vedenjohtavuuksien, pohjavesikemian ja kallion mekaanisen stabiiliuden muutokset syvyyden myötä. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos on sijoitettava usean sadan metrin syvyyteen, jotta maanpäällisten luonnonilmiöiden, kuten jäätiköitymisen, ja ihmisen toiminnan vaikutukset vaimenevat riittävästi.

STUKin YVL D.5 -ohjeessa määritetään myös loppusijoituspaikan soveltumattomuutta osoittavia seikkoja, joita voivat olla:

- hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys;
- kallion lujuuteen nähden liian suuret kalliojännitykset;
- poikkeuksellisen suuri seisminen tai tektoninen aktiivisuus;
- pohjaveden poikkeuksellisen haitalliset ominaisuudet, kuten pelkistyskyvyn puute sekä sellaisten ainesten suuret pitoisuudet, jotka voivat heikentää turvallisuustoimintoja.

Suomessa aiemmin tehtyjen aluevalintatutkimuksissa loppusijoituspaikan valinnan geologisiksi kriteereiksi määritettiin seuraavat tekijät (*Salmi ym. 1985, Anttila 1995*):

- Pinnanmuodot, joilla on merkitystä pohjaveden liikkeen aiheuttavien korkeus- ja paine-erojen suuruuteen. Suuressa osassa Suomea on vallitsevana tasainen topografia. Jyrkät vaihtelut pinnanmuodoissa heijastavat kallioperän rikkonaisuutta, mikä puolestaan vaikuttaa kallioperän vakauteen ja pohjaveden virtaukseen.
- Kallioperän vakaus, jolla on merkitystä loppusijoituskapselien pysymiseen paikallaan syvällä kallioperässä. Fennoskandian kilpialue on maanjäristysaktiivisuudeltaan nykyisin rauhallinen, eikä odotettavissa ole merkittäviä muutoksia vallitseviin olosuhteisiin. Tulevaisuudessa, esimerkiksi seuraavan jääkauden jälkeen, tapahtuvien merkittävien kallioliikkeiden voidaan olettaa keskittyvän pääasiassa olemassa oleviin rikkonaisuusvyöhykkeisiin, joita myöten maankuoren jännitykset pääsevät purkautumaan ja joiden väliin loppusijoituslaitos asemoidaan.
- Kivilaji, jolla on merkitystä kallioperän lujuuteen, termisiin ominaisuuksiin, eheyteen, vesipitoisuuteen ja radionuklidien pidätyskykyyn. Graniittiset kivilajit muodostavat usein laajoja homogeenisia muodostumia, joissa rakoilu on yleensä melko säännöllistä. Toisaalta runsaasti rauta- ja magnesiummineraaleja sisältävillä emäksisillä kivilajeilla, kuten gabroilla, sorptio-ominaisuudet ovat paremmat kuin pääosin kvartsista ja maasälvistä koostuvilla graniittisilla kivilajeilla, joskin graniittisten kivien savi- ja kiilletäytteiset raot lisäävät niiden pidätyskykyä.
- Kallioperän rikkonaisuus, jolla on merkitystä vedenjohtavuuteen ja pohjaveden virtaaman suuruuteen ja virtausreitteihin. Rikkonaisuudella on myös vaikutusta loppusijoituslaitoksen rakennettavuuteen. Tutkimusten tehtävänä on paikallistaa rikkonaisuusvyöhykkeet, jolloin niitä voidaan tarpeen mukaan välttää loppusijoituslaitoksen sijoittelussa. Rikkonaisuusvyöhykkeet ovat merkittävin luonnollinen tekijä, joka voi aiheuttaa radionuklidien kulkeutumisen pohjaveden mukana loppusijoituslaitoksesta maanpinnalle.

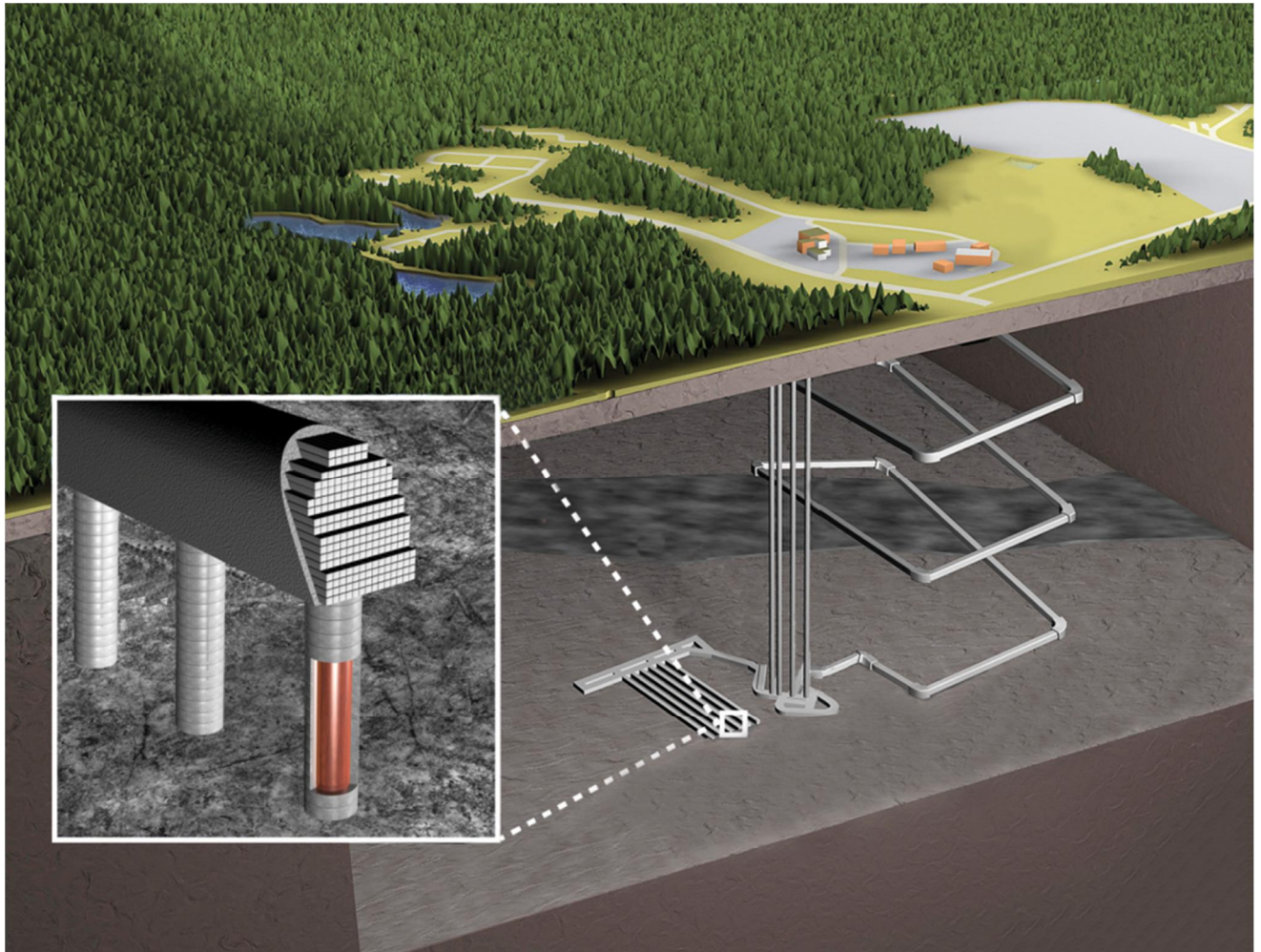
- Tutkimusalueen koko, jonka on oltava riittävän suuri, että sen sisälle voidaan rakentaa loppusijoituslaitos turvalliselle etäisyydelle rikkonaisuusvyöhykkeistä.
- Paljastuneisuus, jolla on merkitystä alueen tutkittavuuteen yleensä. Aluetta, jolla ei ole avokalliota, on hankalaa tutkia. Huonosti paljastuneilla alueilla joudutaan tekemään useampia mittauksia ja syväkairauksia.
- Luonnonvarat, joilla voi olla merkitystä alueen tulevalle käytölle. Tiedot Suomen kivilajit, muun muassa emäksiset kivilajit, ovat malmimineraalien suhteen muita potentiaalisimpia tulevaisuuden tutkimus- ja kaivostoiminnalle. Suomen kallio-perässä on myös osin kivilajeista riippumattomia malmipotentialisia vyöhykkeitä, joita loppusijoitustutkimuksissa tulisi välttää. Luonnonvaraksi luetaan myös merkittävä pohjavesiesiintymä, jota voidaan käyttää yhteiskunnan vesihuollon turvaamiseksi.

Edellä kuvattujen turvallisuusvaatimusten lisäksi toiminnanharjoittaja voi asettaa loppusijoituspaikalle tarkempia kallioperää ja pohjavesiä koskevia vaatimuksia sekä teknistä taloudellisia vaatimuksia. Näiden lisäksi sijoituspaikkaa valittaessa on huomioitava yhteiskunnallisen hyväksynnän edellyttämät vaatimukset.

3.5 Loppusijoitushankkeen vaiheet

Loppusijoitushanke koostuu useista eri vaiheista, joita ovat alustava tutkimusvaihe, tutkimus- ja suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, käyttövaihe sekä sulkemisvaihe. Vaiheet on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa KBS-3V-konseptille (pystykapselit). Ero ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta KBS-3H-konseptiin (vaakakapselit) verrattuna on pieni. Kuvauksessa on hyödynnetty julkisesti saatavilla olevaa materiaalia. Laitosuunnitelmat tarkentuvat hankkeen edetessä.

Havainnekuvassa (Kuva 3-3) on esitetty kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen sisältyvät maanpäälliset ja maanalaiset osat.

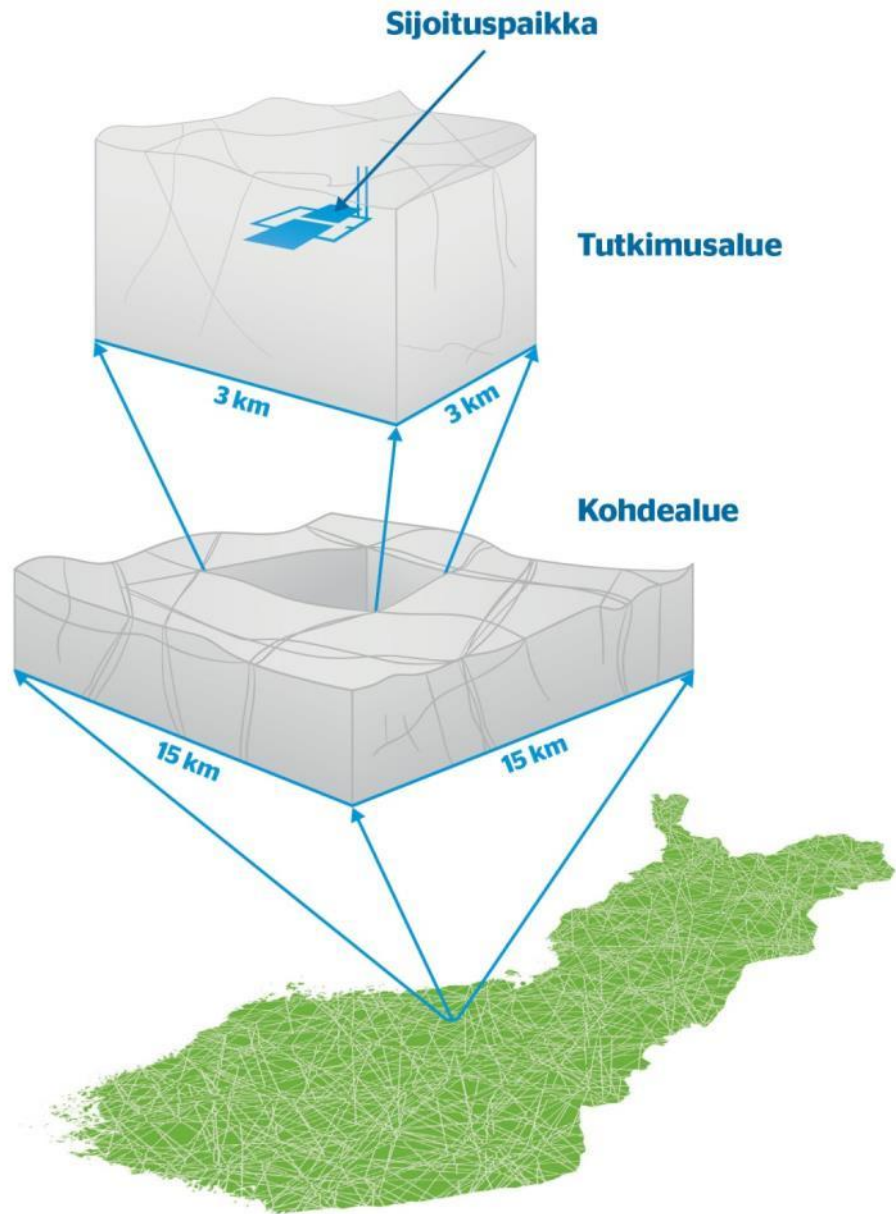


Kuva 3-3. Havainnekuva kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta. Kuva: Posiva Oy (muokattu).

3.5.1 Alustava tutkimusvaihe

Suomen kallioperän soveltuvuutta korkea-aktiivisen ydinpolttoaineen loppusijoitukseen on tutkittu 1970-luvun loppupuolelta lähtien. Ensimmäiset tutkimukset ovat olleet luonteeltaan yleisselvityksiä, joissa on esimerkiksi tarkasteltu loppusijoituksen kannalta merkittäviä geologisia tekijöitä (Niini ym. 1982) ja selvitetty Suomen kallioperän suurrakenteita (Vuorela & Hakkarainen 1982). Tutkimukset osoittivat, että Suomesta on mahdollista löytää turvallisuuskriteerit täyttävä loppusijoitukseen todennäköisesti soveltuva sijoituspaikka.

Vuosina 1983–1985 Geologian tutkimuskeskus (GTK) suoritti maanlaajuisen aluevalintatutkimuksen (Salmi ym. 1985). Lähtökohtana tutkimukselle oli ajatus kallioperän mosaikkimaisesta rakenteesta, jossa kallioperän ehjiä lohkoja rajaavat erikokoiset lineaamentit eli rikkonaisuusvyöhykkeet. Näiden suurten lohkojen, kohdealueiden, sisällä pienempien rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaamana pyrittiin määrittelemään tutkimusalueita, jotka olivat kooltaan ja ominaisuuksiltaan mahdollisesti soveltuvia jatkotutkimuksiin ja loppusijoitukseen (Kuva 3-4). Kohdealue voi sisältää yhden tai useampia pienempiä tutkimusalueita. Myöhemmissä vaiheissa tutkimusalueille suoritetaan useita geologisia tutkimuksia, joiden perusteella tutkimusalueen sisältä voidaan osoittaa loppusijoituslaitoksen sijoituspaikka.



Kuva 3-4. Aluevalinnan periaate. Suurimpien rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaama suurlohko (kohdealue) sekä sen sisältä määritetty pienempien rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaama tutkimusalue. (Teollisuuden Voima 1992)

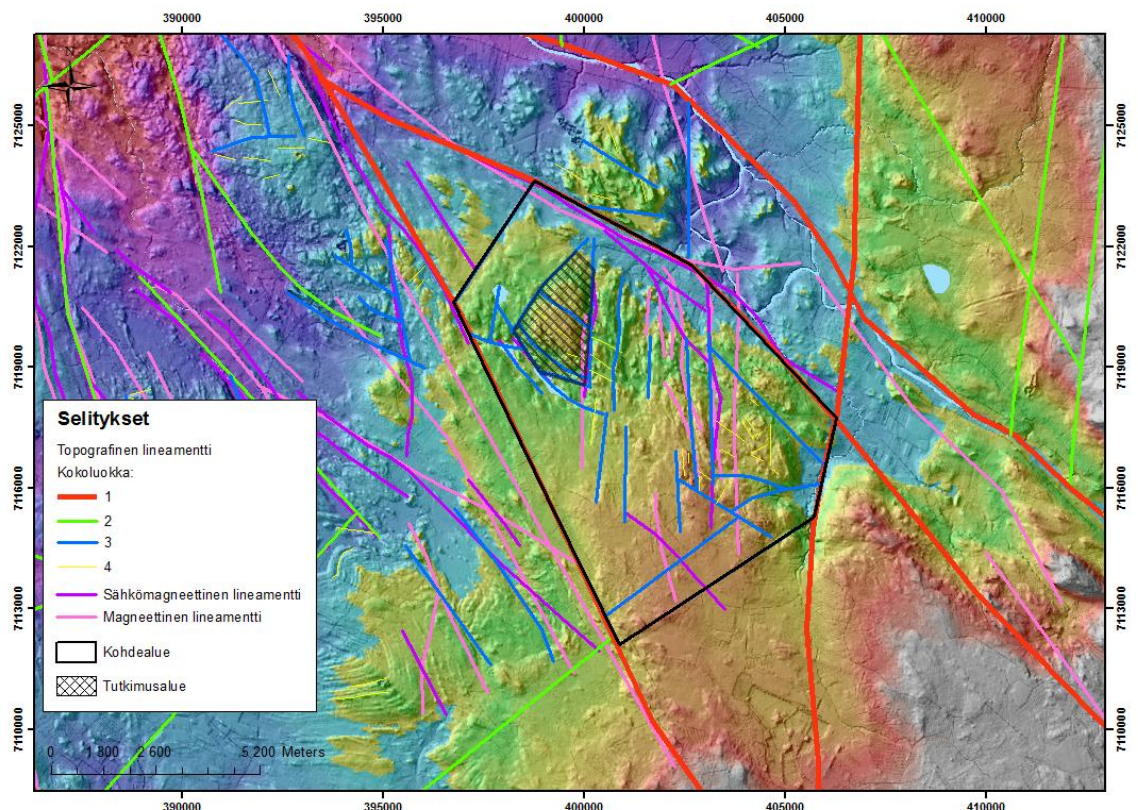
Alustavan tutkimusvaiheen tavoitteena on tunnistaa rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaamat ehjät, riittävän suuret ja ominaisuuksiltaan tasakoosteiset kalliolohkot, joiden soveltuvuutta loppusijoitusalueeksi voidaan jatkotutkimuksilla tarkemmin selvittää. Tutkimusalueeksi valittavan kalliolohkon on oltava riittävän suuri ja ominaisuuksiltaan sellainen, että sen sisälle turvalliselle etäisyydelle rikkonaisuusvyöhykkeistä voidaan rakentaa loppusijoituslaitos. Käytännössä noin 5 km²:n kokoa on pidetty tutkimusalueelle riittävänä.

Ensimmäisenä toimenpiteenä päivitetään aluetta koskevat lineamenttitulkinnat. Tämän pohjalta määritetään rajaukset mahdollisille tutkimusalueille. Lähtöaineistona voidaan käyttää vuosina 1983–1985 tehtyjä lineamenttitulkintoja (Salmi ym. 1985) sekä niihin

vuoden 1985 jälkeen tehtyjä tarkentavia tulkintoja (Kuivamäki 2009, Korja & Kosonen 2015), Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuvaa korkeusmallia ja karkeampaa korkeushavaintoihin perustuvaa digitaalista korkeusmallia. Topografisten lineamenttien tulkintaa voidaan täydentää magneettisten ja sähkömagneettisten lineamenttien tulkinnalla, joka perustuu GTK:n matalalentomittauksista saatuihin aineistoihin. Näiden perusteella lineamentit voidaan luokitella neljään luokkaan (Taulukko 3-2). Lineamenttien tulkinnan perusteella määritetään varsinaiset tutkimusalueet, joita tyypillisesti rajaavat luokkien 2 ja 3 lineamentit (Kuva 3-5).

Taulukko 3-2. Mahdollisten rikkonaisuusvyöhykkeiden (lineamenttien) luokittelu Salmen ym. (1985) mukaan.

LINEAMENTTIEN KOKOLUOKKA	PITUUS	LEVEYS (ARVIOITU)
1	kymmeniä km – useita satoja km	> 1000 m
2	5 km – kymmeniä km	Satoja metrejä
3	1-5 km	10-100 m
4	< 1 km	< 10 m



Kuva 3-5. Esimerkki lineamenttien rajaamasta tutkimusalueesta. Tutkimusalue (musta ruudukko) on määritetty lähinnä luokan 3 lineamenttien rajaamana.

Lineamenttitulkinnan lisäksi tutkimusalueiden osalta selvitetään soveltuvuuden kannalta merkittävät ominaisuudet, joita ovat kallioperän kivilaji, koko, paljastuneisuus, topografia, rikkonaisuus, geofysikaaliset ominaisuudet, mineraalipotentiali, luonnonsuojelu- ja pohjavesialueet sekä hydrogeologia. Kunkin ominaisuus pisteytetään kolmiportaisella luokituksella. Mahdolliset arvot ovat 1, 0 ja -1, joista 1 tarkoittaa parasta ja -1 huonointa arvoa. Oheisessa taulukossa on esitetty esimerkki pisteytyksen kriteereistä (Taulukko 3-3).

Taulukko 3-3. Esimerkki tutkimusalueiden pisteytyksen kriteereistä.

OMINAISUUS	1	0	-1
Kivilaji	1 syväkivityyppi	2 syväkivityyppiä	Suprakrustisia kivilajeja (gneissejä, liuskeita, vulkaniitteja)
Koko, km ²	> 10	5-10	< 5
Paljastuneisuus	Hyvin paljastunut	Kohtalaisesti paljastunut	Heikosti paljastunut
Topografia (max. korkeusero, m)	< 10	10-30	> 30
Rikkonaisuus-vyöhykkeiden (lineamenttien) lukumäärä	Pieni		Suuri (> 15)
Geofysikaaliset ominaisuudet	Ei anomaliaita tai satunnaisia heikkoja/kohtalaisia anomaliaita	Kohtalaisia anomaliaita tai satunnaisia voimakkaita anomaliaita	Runsaasti voimakkaita anomaliaita
Tunnettuja malmi-mineraaliesiintymiä	Ei	Ei	Kyllä (poissulkeva)
Luonnonsuojelu- ja pohjavesialueet	Ei	Ei	Kyllä (poissulkeva)

Pisteytyksen perusteella tutkimusalueet jaetaan neljään luokkaan seuraavasti:

Luokka I: ensisijaisesti suositellut tutkimusalueet

Luokassa olevat tutkimusalueet ovat tyypillisesti hyvin paljastuneita, ja niiden kaliooperä koostuu vain yhdestä vaaleasta syväkivittyypistä. Maastonmuodot ovat loivia ja sisäisiä rikkonaisuusvyöhykkeitä (lineamentteja) on vähän. Geofysikaalisesti alueet ovat enimmäkseen rauhallisia.

Luokka II: toissijaisesti suositellut tutkimusalueet

Tämä luokan alueiden ominaisuudet ovat monin paikoin verrattavissa luokkaan I, kuitenkin voimakkaammat geofysikaaliset poikkeamat voivat kuvastaa alueiden rakenteellista heterogeenisuutta. Alueet voivat hyvin olla soveltuvia jatkotutkimuksiin, mutta geofysikaalisten anomalioiden aiheuttajat tulisi selvittää tulkinnoin ja maastotarkistuksin.

Luokka III: varauksin suositellut tutkimusalueet

Alueet ovat melko pieniä kooltaan ja usein heikosti paljastuneita. Kivilajeja on useita ja geofysikaaliset anomaliat voimakkaita. Huonon paljastuneisuuden vuoksi geologista tietoa alueista on vaikea hankkia ilman kairauksia.

Luokka IV: ei suositellut tutkimusalueet

Tutkimusalueiden sisällä tai 500 m säteellä siitä sijaitsee merkittävä luonnonsuojelu- tai pohjavesialue tai alueella on mineraalipotentiaalia. Myös alueet, joilla on jyrkkä topografia sekä suuri määrä rikkonaisuusvyöhykkeitä (lineamentteja), on sijoitettu tähän luokkaan.

Tutkimusaluetta ei suositella jatkotutkimuksiin, jos tutkimusalueella sijaitsee tunnettu malmimineraaliesiintymä tai jos 500 metrin säteellä tutkimusalueesta sijaitsee merkittävä luonnonsuojelu- tai pohjavesialue riippumatta sen muista ominaisuuksista.

Jatkotutkimuksiin ensisijaisesti ja toissijaisesti suositeltavien tutkimusalueiden osalta tehdään ympäristötekijöiden tarkastelu, jossa selvitetään muun muassa alueen kaavoitus ja maankäyttö, asutus, kiinteistöt, maisema ja kulttuurihistoria, luontoympäristö ja suojelualueet sekä liikenneverkko (Taulukko 3-4). Näiden perusteella arvioidaan soveltuuko alue hyvin, kohtalaisesti vai huonosti jatkotutkimuksiin valittavaksi.

Geologisten ja ympäristöllisten selvitysten perusteella alueiden potentiaalia jatkotutkimuksiin arvioidaan. Lopullisessa tutkimusalueiden valinnassa otetaan huomioon myös muun muassa sosioekonomiset tekijät sekä yhteiskunnallinen hyväksyttävyys.

Tässä YVA-ohjelmassa esitetyistä sijaintipaikkakunnista Pyhäjoelle on suoritettu alustava tutkimusvaihe ja sen perusteella tunnistettu yksi loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuva tutkimusalue (Sydänneva). Eurajoen osalta alustava tutkimusvaihe käynnistyy YVA-ohjelman jättämisen jälkeen ja tutkimusalue tullaan osoittamaan ennen YVA-selostusvaihetta (ks. luku 2.4.1).

Taulukko 3-4. Esimerkki tutkimusalueiden ympäristötekijöiden arvioinnissa tarkasteltavista osa-alueista, selvitettävistä tiedoista, tarkastelualueen laajuudesta sekä soveltuvuustekijöistä.

OSA-ALUE	SELVITETTÄVÄT TIEDOT	SOVELTUVUUSTEKIJÄT
Kaavoitus ja maankäyttö	Aluetta koskevat voimassa ja vireillä olevat maakunta-, yleis- ja asema-kaavat sekä muut aluetta koskevat, viranomaistahojen laatimat, maankäyttöä ohjaavat suunnitelmat. Tarkastelualue n. 5 km.	Alueen nykyinen ja suunniteltu maankäyttö sekä kaavoitusmerkinnöillä osoitetut toiminnot alueen käytölle: Alueella ei ole merkittäviä maankäytöllisiä rajoituksia.
Asutus	Asuin- ja lomarakennukset sekä asuinkeskittymät tutkimusalueella, tutkimusalueen välittömässä läheisyydessä sekä alle 5 km ja alle 20 km säteellä. Tarkastelualue n. 20 km.	Alueella sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset sekä alueen lähiympäristön rakennukset (erityisesti alle 500 m) sekä lähimmät asuinkeskittymät: Alue on harvaan asuttu.
Maisema ja kulttuurihistoria	Arvokkaat maisemakohteet (valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet), kulttuurihistoriallisesti merkitävät kohteet (valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittävät rakennettu kulttuuriympäristö) ja muinaismuistot (mm. muinaisjäännökset, hylät, irtaimet muinaisesineet). Tarkastelualue n. 5 km.	Alueella sekä alueen lähiympäristössä sijaitsevat arvokkaat kulttuuriympäristö- ja maisemakohteet sekä niiden suojeluarvo: Alueella ei sijaitse maiseman tai kulttuurihistorian kannalta merkittäviä suojelukohteita.
Luontoympäristö ja suojelualueet	Natura-alueet, FINIBA- ja IBA-lintu-alueet, luonnonsuojelualueet, valtakunnallisten luonnonsuojeluohjelmien kohteet, valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet, moreenimuodostumat ja tuuli- ja rantakerrostumat, pinta- ja pohjavesialueet sekä alueen muut mahdolliset luontoarvot. Tarkastelualue n. 10 km.	Alueella sekä alueen ympäristössä sijaitsevat kohteet (erityisesti Natura-alueet ja luonnonsuojelualueet): Alueella tai sen lähiympäristössä ei sijaitse merkittäviä suojelualueita tai -kohteita.
Liikenneverkko	Lähialueen liikenneverkot pääteineen ja raiteineen. Tarkastelualue n. 5 km.	Liikenneverkkojen sijoittuminen suhteessa alueeseen: Alueen läpi ei kulje merkittäviä liikenneverkkoja.
Kiinteistöt	Alueen kiinteistörajat ja kiinteistöjen lukumäärä. Tarkastelualue n. 1 km.	Kiinteistötiedot selvitettiin taustatiedoiksi, alueen soveltuvuutta arvioitiin asuin- ja lomarakennusten lukumäärän ja sijoittumisen perusteella.

3.5.2 Tutkimus- ja suunnitteluvaihe

Tutkimus- ja suunnitteluvaihe käynnistyy loppusijoitukseen mahdollisesti soveltuvien tutkimusalueiden geologisten ominaisuuksien yksityiskohtaisilla tutkimuksilla. Geologiset tutkimukset sisältävät syväkairauksia ja kairareijissä tehtäviä tutkimuksia, joilla selvitetään muun muassa kallioperän laatua, pohjavesi- sekä virtausolosuhteita sekä kallioperän mekaanisia ominaisuuksia.

Tutkimustuloksista laaditaan tutkimusaluekohtainen eri tutkimusalojen tiedot yhdistävä kuvaus (eli malli), jonka perusteella alueen soveltuvuutta loppusijoituskäyttöön voidaan arvioida. Lisäksi viimeistään periaatepäätöshakemusta varten tehdään loppusijoituspaikkaa koskeva ympäristövaikutusten arviointi sekä alustava turvallisuusarvio.

Tutkimuksissa edetään vaiheittain siten, että useita vuosia kestäneiden tutkimusten jälkeen voidaan hakea periaatepäätöstä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiselle. Myönteisen periaatepäätöksen (ks. luku 4.3.1) ja loppusijoituspaikan valinnan jälkeen kallioperän ominaisuuksien tutkimukset jatkuvat valitulla loppusijoituspaikalla. Alueelle kairataan edelleen uusia tutkimusreikiä maanpinnalta käsin ja niissä tehdään tarkempia pohjavesi- ja kallioperätutkimuksia. Tutkimusaluetta koskeva malli päivitetään ja tulosten perusteella päätetään maanalaisen tutkimustilan rakentamisesta.

Maan pinnalta tehtävien tutkimusten aikana tutkimusalueelta joudutaan kaatamaan jonkin verran puustoa kairauspaikkojen, mittaustinjojen perustamisen ja teiden rakentamisen takia. Lisäksi kallioperän geologista kartoitusta varten voidaan joutua poistamaan maapeitteitä kalliopintojen paljastamiseksi. Tutkimusten valmistuttua nämä kartoituksia varten avatut tutkimuskaivannot peitetään ja maisemoidaan. Kairauksen aikana käytetään vettä kairaterien huuhteluun ja niin sanottu paluuvesi pumpataan ja johdetaan ympäröivään maastoon. Paluuvesi on kairauksen aikana käytettävää vesijohtovettä sekoittuneena kallioperän pohjaveteen eli se on lähtökohtaisesti puhdasta. Syväällä kallioperässä pohjavesi saattaa kuitenkin olla huomattavan suolaista. Tämän takia erityisesti syvien, yli 500 metriä pitkien, kairanreikien kairauksen aikana saattaa olla tarpeen kerätä paluuedet säiliöön ja viedä erikseen esimerkiksi johonkin isompaan vesistöön tai vesien puhdistuslaitokselle.

Tutkimus- ja suunnitteluvaiheen aikana kehitetään loppusijoituskonseptin yksityiskohtia Fennovoiman tarpeisiin. Suunnittelutyö sisältää loppusijoituskapselin suunnittelun Fennovoiman laitoksessa käytettävälle polttoainepululle. Suunnitteluvaiheen aikana aloitetaan varsinaisen loppusijoituslaitoksen suunnittelu. Suunnittelussa otetaan huomioon edellä kuvattujen tutkimusten tulokset ja paikan erityispiirteet. Loppusijoituslaitoksen suunnittelua edistetään koko tutkimusvaiheen ajan ja laitossuunnitelmaa päivitetään tarkentuneiden paikkakohtaisten kallioperätietojen mukaisesti. Myös kapselointilaitoksen suunnittelu käynnistetään. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tutkimus-, suunnittelu- ja kehitystyö jatkuu läpi koko hankkeen.

3.5.3 Rakentamisvaihe

Tutkimusvaihe (ks. luku 3.5.2) jatkuu samanaikaisesti rakentamisvaiheen kanssa kallioperän loppusijoitukselle suotuisten ominaisuuksien varmistamiseksi. Rakentamisvaiheessa alueelle rakennetaan tutkimustila ja sen jälkeen maanalainen loppusijoituslaitos.

Tutkimustilan rakentaminen

Maanalainen tutkimustila on kallioperään louhittava tunneli tai kuilu. Maanalainen tutkimustila tullaan liittämään myöhemmin osaksi loppusijoituslaitosta. Tutkimustilasta käsin alueen kallioperää voidaan tutkia tarkemmin geologian, hydrologian ja geokemian tutkimusmenetelmien avulla ja saada lisätietoa loppusijoitusvyödyllä vallitsevista

geologisista ominaisuuksista ja pohjavesiolosuhteista. Tutkimuksilla varmennetaan valitun paikan kallioperän soveltuvuus loppusijoitukseen. Geologisia ominaisuuksia selvitetään tutkimustilasta tehtävillä tutkimuskairauksilla sekä kalliopintojen yksityiskohtaisella kartoituksella. Pohjavesiolosuhteita voidaan tutkia tutkimustilasta kairatuista tutkimusrei'istä sekä louhinnan aikana porattavista tunnustelurei'istä. Lisäksi tutkimustilan rakentamisen aikana voidaan tutkia kallioperän lujuutta ja mekaanisia ominaisuuksia erilaisin mittauksin ja koejärjestelyin. Tutkimustilan rakentaminen tehdään mahdollisimman varovaisesti, sillä kallioperän loppusijoitukselle suotuisat ominaisuudet halutaan säilyttää muuttumattomina.

Tutkimustilan tunneli louhitaan poraus-räjäytysmenetelmää käyttäen. Tunnelin tilavuus on arviolta noin 350 000 m³ (*Hagros ym. 2014*). Tunnelin mitat ja tilasuunnitelma tarkentuvat hankkeen suunnittelun edetessä.

Loppusijoituslaitoksen rakentaminen

Kallioperään louhittava loppusijoituslaitos koostuu eri osista, joita ovat esimerkiksi loppusijoitustunnelit, keskustunnelit ja maanalaiset tekniset aputilat. Maanpinnalta alas loppusijoituslaitokseen johtaa muun muassa ajotunneli sekä pystykuiluja kuten henkilö-, kapseli- ja ilmanvaihtokuiluja. Loppusijoituslaitos voidaan rakentaa myös siten, että erillistä ajotunnelia ei rakenneta vaan kulku tiloihin tapahtuu ainoastaan hissillä. Loppusijoituslaitoksen rakentaminen Fennovoiman tuottamalle käytetylle ydinpolttoainemäärälle vaatii noin 50 hehtaaria loppusijoitukseen soveltuvaa peruskalliota (*Hagros ym. 2014*).

Maanalaisen loppusijoituslaitoksen rakentaminen alkaa keskus- ja loppusijoitustunneleiden louhinnalla. Loppusijoitustunneleiden rakentaminen edellyttää ydinennergialain mukaista rakentamislupaa. Loppusijoitustunnelit louhitaan vaiheittain loppusijoitettavan polttoainemäärän mukaan todennäköisesti poraus-räjäytysmenetelmää käyttäen. Louhinta tehdään mahdollisimman varovaisesti, sillä kallioperän loppusijoitukselle suotuisat ominaisuudet halutaan säilyttää mahdollisimman hyvin. Loppusijoituslaitoksen sijoitus-
syvyys määräytyy valitun loppusijoituspaikan geologisten ominaisuuksien perusteella kuitenkin niin, että loppusijoitus tapahtuu usean sadan metrin syvyydessä. Loppusijoitustunnelien tilavuuden on arvioitu alustavasti olevan noin 200 000–250 000 m³ (*Hagros ym. 2014*). Loppusijoitustunneleiden mitat tarkentuvat hankkeen suunnittelun edetessä.

Maanalaisten tilojen louhinnan aikana syntyy kivimursketta, joka läjitetään väliaikaisesti tutkimusalueelle tai sen välittömään läheisyyteen. Kivimursketta käytetään mahdollisuuksien mukaan muun muassa teiden rakentamiseen ja maanpäällisten rakennusten pohjien täyttöihin. Ylijäävä kivimurske toimitetaan hyödynnettäväksi alueen ulkopuolelle. Louhinta-, kivenmurskaus- ja murskeenlajittelutöistä alueen ympäristöön aiheutuu melua, tärinää ja pölyä.

Rakennettaviin tiloihin kertyy vuotovesiä. Vuotovedet ovat kallioperässä liikkuvia pohjavesiä sekä louhinnan aikana tunnelissa käytettyjä poraus- ja huuhteluvesiä. Esimerkiksi Eurajoen Olkiluotoon rakennettuun maanalaiseen tutkimustilaan, ONKALOon, vuotaa vettä 30–35 l/min (*Vaittinen ym. 2016*). Fennovoiman maanalaiseen tutkimustilaan vuotavan veden määrän voidaan olettaa olevan samaa suuruusluokkaa. Mikäli tutkimustilaksi valitaan pystykuilu, on vuotovesimäärä todennäköisesti huomattavasti pienempi. Arvio vuotovesimäärästä tarkentuu tehtävien kallioperätutkimusten tulosten perusteella. Todelliset tunneliin tai kuiluun vuotavat vesimäärät pystytään mittaamaan vasta rakentamisen aikana. Vuotovesien määrää vähennetään kallon tiivistämis-toimenpiteillä, mutta kaikissa tapauksissa vuotovesiä syntyy. Vuotovedet pumpataan tunnelista tarkoitusta varten rakennettavaan selkeytysaltaaseen, josta ne voidaan kiintoaineen laskeuduttua altaan pohjalle johdattaa lähinnä pohjaveden pH-arvosta ja suolapitoisuudesta riip-

puen esimerkiksi laskuoihin. Vuotovesien laatua seurataan ja tarvittaessa vesiä voidaan neutraloida. Selkeytysaltaan yhteydessä vedestä erotetaan sinne työkoneista mahdollisesti vuotanut öljy joko erotuskaivoissa tai jollakin muulla erotusmenetelmällä.

Kapselointilaitoksen ja muiden maanpäällisten tilojen rakentaminen

Maan päälle rakennetaan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitos. Lisäksi alueelle rakennetaan muut maanpäälliset apu- ja oheistilat, joita ovat muun muassa ilmastointirakennus, nostinlaiterakennus, tutkimustila, toimistotilat, tunnelitekniiKKarakennus, huolto- ja varastohallit sekä sosiaalitilat. Laitosalueen maanpäällinen rakennusala on alustavan arvion mukaan noin 30 hehtaaria. Tarvittaessa alueelle rakennetaan myös uudet tieyhteydet sekä voimajohtolinjat.

3.5.4 Käyttövaihe

Käyttövaiheeseen kuuluvat käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset, kapselointi sekä loppusijoitus kallioperään. Nämä on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa. Rakentamis- ja käyttövaihe ovat osittain samanaikaisia, sillä loppusijoitustunneleita rakennetaan vaiheittain loppusijoitettavan polttoainemäärän mukaisesti.

3.5.4.1 Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset

Fennovoiman ydinvoimalaitosalueella tapahtuvan välivarastoinnin jälkeen käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan tarkoitusta varten suunnitellussa kuljetussäiliössä loppusijoituspaikalle rakennettavaan kapselointilaitokseen.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa Hanhikiven ydinvoimalaitokselta kapselointilaitokselle käytetään erityisiä tätä tarkoitusta varten suunniteltuja kuljetussäiliöitä. Niitä on kaupallisesti saatavilla useilta valmistajilta. Kuljetussäiliöiden tehtävänä on suojata polttoainetta vaurioitumiselta kuljetuksen aikana sekä suojella ympäristöä polttoaineelta mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Säiliöiden on läpäistävä useita erilaisia testejä, jotta ne voidaan hyväksyä käytettäväksi käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa.

Fennovoiman teettämässä kuljetusselvityksessä (*Fennovoima 2009*) on todettu, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten mahdollisessa onnettomuustilanteessa radioaktiivisia aineita ei voi levitä suuria määriä ympäristöön. Vakavimmassakin tapauksessa lähinnä kuljetushenkilöstö sekä onnettomuuspaikan välittömässä läheisyydessä oleskelevat henkilöt voivat altistua kohonneelle säteilytasolle. Kuljetussäiliöt suunnitellaan viranomaisvaatimusten mukaisesti siten, että onnettomuus kuljetuksen aikana ei voi aiheuttaa suoria terveysvaikutuksia. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten suunnittelussa otetaan huomioon STUKin YVL D.2 -ohje (Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus) sekä IAEA:n ohjeistukset (*IAEA 2012 & 2008*).

Käytetty ydinpolttoaine voidaan kuljettaa Hanhikiven ydinvoimalaitokselta kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle sen sijainnista riippuen joko maantiekuljetuksena tai maantie-, rautatie- ja merikuljetuksien yhdistelmänä.

Maantiekuljetuksiin käytetään kuorma-auton vetämää erikoislaavetta. Maantiellä tapahtuvat kuljetukset ovat valvottuja, jolloin kuljetuksen mukana on saattuehenkilöstö. Taajamissa poliisipartiot sulkevat risteykset kuljetuksen ohittaessa taajamaa. Kuljetuksen keskinopeus on vaadittavat pysähdykset mukaan luettuna noin 35 km/h. Maantiekuljetuksessa kuljetus lähtee liikkeelle Hanhikiven ydinvoimalaitokselta ja etenee Hanhikiventietä valtatielle 8. Hanhikiventien ja valtatie 8 risteyksestä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus jatkaa kohti loppusijoituspaikkaa.

Jos kaikkien kuljetusten oletetaan tapahtuvan maanteitse, on käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia arvioitu syntyvän noin 120–180 kappaletta koko loppusijoitustoiminnan ai-

kana ydinvoimalaitokselta kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Loppusijoitustoiminnan on arvioitu kestävän noin 20 vuotta.

Rautatiekuljetuksissa käytettyä ydinpolttoainetta kuljettava juna ei saa kohdata vaarallisia aineita kuljettavia vaunuja, tasoristeyksien tulee olla vartioituja ja junan nopeus saa olla enimmillään 40 km/h. Rautatiekuljetuksissa käytetty ydinpolttoaine siirretään ensin maantiekuljetuksena Hanhikiven ydinvoimalaitokselta Raahan satamaan reittiä: ydinvoimalaitos - Hanhikiventietä valtatie 8:lle - valtatie 8 pohjoiseen - Koksaamontie - Raahan sataman rautatieasema. Kuljetusmatka on noin 27 kilometriä. Raahan rautatieasemalla suoritetaan kuljetussäiliön siirto raskaita erikoiskuljetuksia varten suunniteltuun syväkuormausvaunuun. Raahan rautatieasemalta rautatiekuljetus etenee kohti loppusijoituspaikkaa, jossa kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena lähimmältä rautatiekuljetuksen purkupaikalta loppusijoituspaikkaan.

Merikuljetus lähtee suoraan Hanhikiven ydinvoimalaitokselta. Hanhikiven niemen länsirannalle suunniteltu satama-allas ja laituri on mitoitettu niin, että käytetty ydinpolttoaine voidaan siellä siirtää alukseen ja kuljettaa meriteitse. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus meriteitse edellyttää alusta, joka on suunniteltu nimenomaan korkea-aktiivisen ydinmateriaalin siirtämiseen.

Tarkemmat kuljetusmenetelmät ja -reitit vaihtoehtoisille loppusijoituspaikoille määritetään erikseen laadittavassa kuljetusselvityksessä. Kuljetusselvitys eri kuljetusvaihtoehdoille laaditaan siten, että se on käytettävissä YVA-selostuksessa.

3.5.4.2 Kapselointi

Loppusijoitustoimenpiteistä ensimmäinen on käytetyn ydinpolttoaineen pakkaaminen loppusijoituskapseliin kapselointilaitoksella. Alustavasti on arvioitu, että loppusijoitettavia kapseleita on yhteensä noin 700–900. Loppusijoituskapseli on massiivinen metallinen säiliö, jonka sisäosa on valurautaa ja ulkokuori kuparia (Kuva 3-6).

Kapselointilaitoksella käytetty ydinpolttoaine viedään kuljetussäiliössään kapselointilaitoksen vastaanottotilaan. Ydinpolttoaine-elementit siirretään kauko-ohjatusti vahvojen säteilysuojaseinien sisällä kuljetussäiliöstä loppusijoituskapseliin. Kun kapseli on täytetty, sen sisäosan ilma vaihdetaan suojakaasuun, sisäosan kansi ruuvataan kiinni ja sisäosan tiiveys tarkastetaan. Kapselin pinta puhdistetaan mahdollisista epäpuhtauksista. Kapseloinnin jälkeen kuparikapselin kansi hitsataan kiinni. Kun hitsausseama on tarkastettu, loppusijoituskapseli siirretään hissillä tai ajotunnelin kautta syvällä kalliopeirässä sijaitsevaan loppusijoitustunneliin. (Palomäki & Ristimäki 2012)

Kapselointilaitos suunnitellaan siten, että laitoksen henkilöstö työskentelee säteilyltä suojatuissa tiloissa. Ydinpolttoaineen käsittelytiloissa valitsee alipaine, joka estää mahdollisissa poikkeustilanteissa vapautuvien radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen käsittelytiloista muihin laitostiloihin. Normaalitylanteessa laitoksen tiloihin ei vapaudu radioaktiivisia aineita. Kapselointilaitoksella pahin mahdollinen onnettomuustilanne on kapselin putoaminen kapselihissistä, jolloin polttoainesauvat rikkoutuisivat kapselin sisällä ja kapseli vaurioituisi. Tällöin tiloihin voisi vapautua kaasumaisia ja hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita. Ne kerätään talteen ilmastoinnin suodatusjärjestelmällä. (Rossi & Suolanen 2013) Laitoksen suodatusjärjestelmien käyttö vähentää merkittävästi laitokselta mahdollisesti vapautuvien päästöjen määrää. Viranomaismääräysten mukaan laitokselta ei saa vapautua ympäristöön raja- ja ohjearvojen ylittäviä määriä radioaktiivisia aineita.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kaikki rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan ydinenergia-alan säännösten mukaisesti siten, että sellaisetkaan ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoai-

neen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille terveydellistä vaaraa.

Käytön aikana kapselointilaitoksella syntyy matala- ja keskiaktiivista käyttöjätettä kuten ilman ja veden suodattimia, suojavaatteita ja -käsineitä sekä radioaktiivisten pintojen puhdistuksen lopputuloksena radioaktiivisia liuoksia, jotka käsitellään ja pakataan. Kapselointilaitoksen yhteyteen rakennetaan erilliset matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelytilat. Syntynyt käyttöjäte sijoitetaan omaan maanalaiseen tilaansa samalle alu-
eelle.



Kuva 3-6. Loppusijoituskapselin sisäosa ja ulkokuori. Kuvassa Olkiluoto 1:n ja 2:n kapseli, jonka halkaisija on 1,05 metriä ja pituus 4,8 metriä. Kuva: Posiva Oy. Fennovoiman kapselit ovat tästä hieman pidempiä ja niiden sisäosa on erilainen.

3.5.4.3 Loppusijoitus

Loppusijoituskapseli siirretään maanalaisiin tiloihin suoraan kapselointilaitokselta hissillä tai ajotunnelia pitkin lavetilla. Loppusijoituskapseli kuljetetaan varsinaiseen loppusijoitustunneliin tarkoitusta varten suunnitellulla kuljetusajoneuvolla.

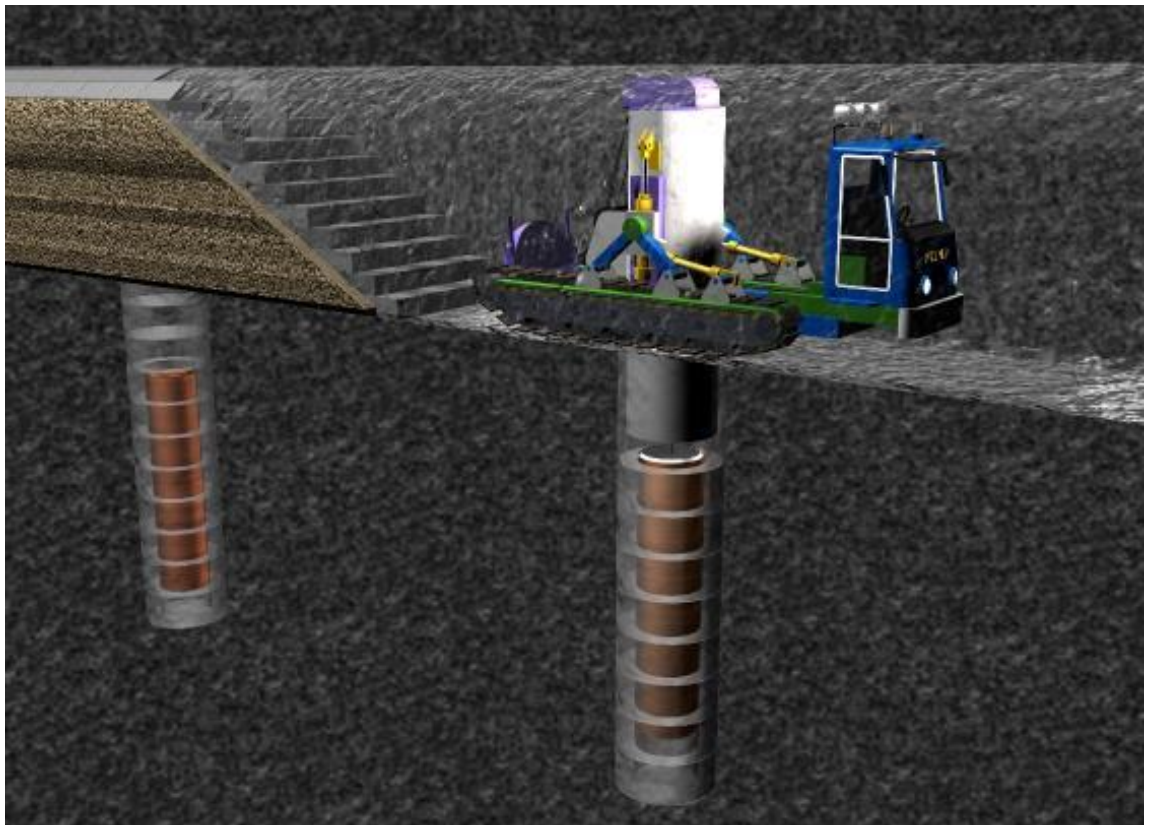
Loppusijoituslaitokseen louhitaan valmiiksi loppusijoitustunneleita kunkin käytetyn ydinpolttoaine-erän loppusijoittamista varten. Loppusijoitustunnelin paikka varmistetaan tutkimusreiän kairauksella ja siinä tehtävillä geologisilla ja hydrogeologisilla tutkimuksilla. Loppusijoitustunnelissa suoritetaan geologinen kartoitus sekä vuotovesitutkimukset, joiden perusteella loppusijoitusreikien paikat valitaan.

Loppusijoitustunneliin porataan valmiiksi loppusijoitusreikiä. Loppusijoittaminen aloitetaan tunnelin perällä olevasta loppusijoitusreiästä. Loppusijoitusreiän pohjalle asennetaan kuparilevy ja sen jälkeen bentoniittilohkareet ennen loppusijoituskapselin asentamista. Bentonitti on luonnossa esiintyvä savilaji, joka pystyy sitomaan suuria määriä vettä ja paisumaan tilavuudeltaan jopa kymmenkertaiseksi. Paisunut bentoniitti täyttää tiivistä kuparikapselia ympäröivän tilan ja estää veden pääsyn kuparikapselin lähelle se-

kä toisaalta ehkäisee mahdollisessa kapselin vuototilanteessa radioaktiivisten aineiden pääsyn kallioon. Kapselia ympäröivä bentoniittipuskuri suojaa kapselia myös mekaaniselta rasitukselta eli mahdolliselta kallion liikehännältä. (Palomäki & Ristimäki 2012)

Kun loppusijoitusreiät on täytetty loppusijoituskapseleilla ja suojattu bentoniitillä, tunneli täytetään ja tunnelin suu suljetaan tarkoitusta varten suunnitellulla tulpparakenteella. Loppusijoitusreikiä ja -tunneleita täytetään vaiheittain koko loppusijoitustoiminnan ajan. (Palomäki & Ristimäki 2012)

Kapselin sijoittaminen loppusijoitusreikään on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 3-7).



Kuva 3-7. Kapselin sijoittaminen loppusijoitusreikään. Kuva: Posiva Oy.

3.5.5 Sulkemisvaihe

Käyttövaihe päättyy loppusijoituslaitoksen sulkemiseen, jolloin loppusijoitustunnelit ja muut maanalaiset tilat täytetään ja suljetaan. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen tapahtuu osittain käyttövaiheessa ja osittain sulkemisvaiheessa.

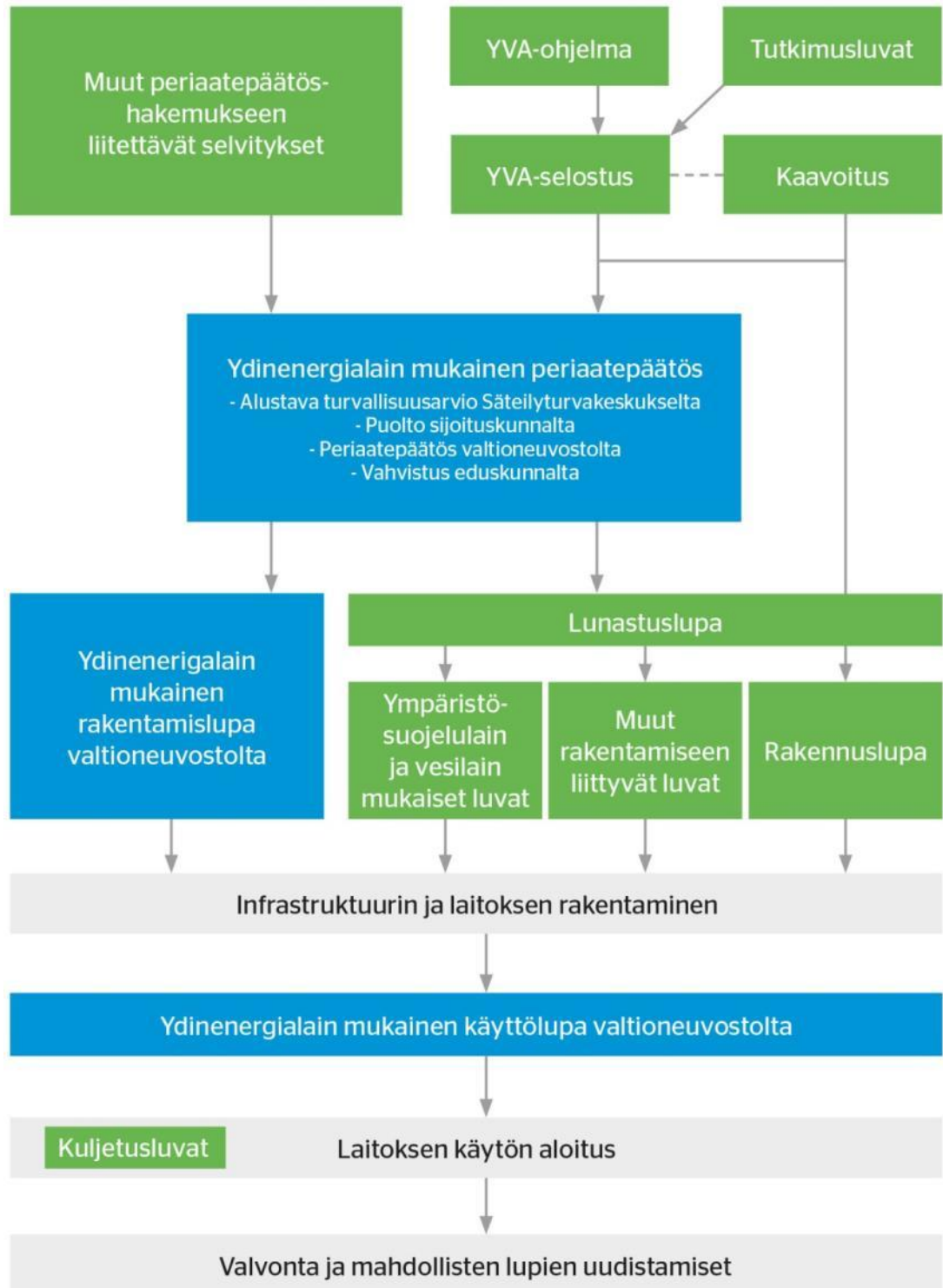
Maanalaisten tilojen sulkeminen koostuu tiloissa olevien rakenteiden purkutöistä, tilan täytöstä täyttömateriaalilla (kuten savilohkoilla ja -pelleteillä) sekä mahdollisten sulku-rakenteiden rakentamisesta. Sulkemisvaiheessa suljetaan ensin maanalaiset aputilat ja tutkimusreiät, sitten muut loppusijoitusvyöhykellä sijaitsevat tunnelit ja viimeisenä kulku- ja viemärit maan pinnalle eli ajotunneli ja kuilut. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen suoritetaan vaiheittain, jotta avoinna olevien tilojen määrää voidaan pitää mahdollisimman pienenä. Sulkemisen tärkeimpinä toiminnallisina vaatimuksina on estää suorien virtausreittien muodostuminen maanpinnan ja loppusijoituslaitoksen välillä, sekä estää tahaton tunkeutuminen tiloihin. (Palomäki & Ristimäki 2012)

Maan päällä olevista rakennuksista kapselointilaitos sekä ilmastointirakennus puretaan ydinlaitoksen vaatimalla tavalla, mikäli niille ei ole osoitettu jatkokäyttöä. Myös muut tarpeettomat maanpäälliset rakennukset puretaan.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos on suljettu, kun maanalaiset tilat ovat suljettu ydinenergiain sekä ydinenergia-asetuksen edellyttämällä tavalla ja kun maan päällä ei ole enää radioaktiivisuutta sisältäviä rakenteita tai tiloja. Tilojen purkamisen lisäksi alue maisemoidaan asianmukaisesti. Sulkemisen hyväksyy Säteilyturvakeskus. Kun Säteilyturvakeskus on todennut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen asianmukaisesti puretun ja alueen puhtaaksi radioaktiivisuudesta, vastuu ydinjätteistä siirtyy ydinenergiain mukaisesti valtiolle. Loppusijoitus on ydinenergiain mukaan kokonaisuudessaan toteuttava siten, ettei jälkivalvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

4 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT, ILMOITUKSET JA PÄÄTÖKSET

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyviä lupia, ilmoituksia ja päätöksiä on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 4-1).



Kuva 4-1. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön lupavaiheet.

4.1 Kaavoitus ja valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Alueiden käyttöä ja rakentamista säädellään maankäyttö- ja rakennuslailla (132/1999) ja -asetuksella (895/1999). Suunnittelujärjestelmä sisältää valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sekä kolme eri kaavatasoa: maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa kaikkialla maassa. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulee ottaa huomioon ja niitä tulee edistää valtion viranomaisten toiminnassa, maakuntien suunnittelussa ja kuntien kaavoituksessa.

Tavoitteet viedään käytäntöön ensisijaisesti maakuntakaavoituksessa. Maakuntakaavoituksessa tavoitteet sovitetaan maakunnallisten ja paikallisten olosuhteiden ja tavoitteiden kanssa. Tavoitteet otetaan huomioon myös maakuntasuunnitelmassa ja maakuntaohjelmissa. Osa tavoitteista on luonteeltaan sellaisia, että ne otetaan huomioon suoraan kuntakaavoituksessa. Kunnassa yleiskaava on keskeinen kaavataso valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden ja maakuntakaavan konkretisoinnissa. (*Ympäristöhallinto 2016a*)

Hankkeen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin tarkastellaan kaavoituksen yhteydessä ja tavoitteet otetaan soveltuvin osin huomioon alueen kaavoituksessa.

Kaavoitus

Maakuntakaava on yleispiirteinen suunnitelma alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osa-alueella. Siinä esitetään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet sekä osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita. Maakuntakaavan tehtävänä on ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset ja seudulliset alueiden käytön kysymykset. Maakuntakaava voidaan laatia myös vaiheittain, jotakin tiettyä aihekokonaisuutta käsittelevänä kaavana.

Maakuntakaava ohjaa kuntien kaavoitusta ja viranomaisten muuta alueiden käyttöä koskevaa suunnittelua. Kaava esitetään kartalla kaavamerkintöjen ja -määräysten avulla. Maakuntakaavaan liittyy myös selostus, jossa esitetään kaavan tavoitteet, vaikutukset ja muut tarpeelliset tiedot kaavan tulkinnan ja toteuttamisen kannalta.

Maakuntakaavan laatimisesta vastaa maakunnan liitto ja sen hyväksyy maakunnan liiton liittovaltuusto. Kaavan vahvistaa ympäristöministeriö, minkä jälkeen se saa lainvoiman. Liittovaltuuston päätöksestä voidaan valittaa ympäristöministeriöön, ja ympäristöministeriön päätöksestä edelleen hallinto-oikeuteen.

Yleiskaava on kunnan yleispiirteinen maankäytön suunnitelma. Sen tehtävänä on yhdyskunnan eri toimintojen, kuten asutuksen, palvelujen ja työpaikkojen sekä virkistysalueiden sijoittaminen ja niiden välisten yhteyksien järjestäminen. Yleiskaavoituksella ratkaistaan tavoitellun kehityksen periaatteet ja ohjataan alueen asemakaavojen laatimista.

Yleiskaava voi koskea koko kuntaa tai sen tiettyä osa-aluetta, jolloin sitä kutsutaan osayleiskaavaksi. Kaava esitetään kartalla ja siihen liitetään kaavamerkinnot ja -määräykset sekä selostus.

Kunta vastaa yleiskaavan laatimisesta. Kaavan hyväksyy kaupungin- tai kunnanvaltuusto. Jos kunnat ovat laatineet yhteisen yleiskaavan, sen hyväksyy kuntien yhteinen

toimielin ja vahvistaa ympäristöministeriö. Yleiskaava tulee voimaan, kun sen hyväksymisestä on julkisesti tiedotettu.

Asemakaavassa määritellään alueen tuleva käyttö. Kaavassa ratkaistaan esimerkiksi säilytettävä ympäristö ja se, mitä ja millä tavalla saa rakentaa. Kaavassa voidaan osoittaa esimerkiksi rakennusten sijainti, koko ja käyttötarkoitus. Asemakaava voi koskea kokonaista asuntoaluetta asuin-, työ- ja virkistysalueineen tai suppeimmillaan yhtä tonttia. Asemakaavan laatii kunta. Asemakaavaan kuuluvat asemakaavakartta sekä kaavamerkinnät ja -määräykset. Asemakaavaan liittyy selostus, jossa kerrotaan kaavan laatimisesta ja keskeisistä ominaisuuksista. Ranta-alueiden rakentamista voidaan ohjata ranta-asemakaavalla.

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostusvaiheessa selvitetään kunkin tarkasteltavan sijaintialueen maakunta-, yleis- ja asemakaavojen laatimis- ja muutostarpeet käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta sekä siihen liittyviä toimintoja, kuten liikenne- ja voimansiirtoyhteyksiä varten. Kaavojen ja kaavamuutosten toteutus aloitetaan tarkoituksenmukaisessa vaiheessa siten, että kaavoituksen ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn liittyvät osallistumisjärjestelyt, selvitykset ja arvioinnit voidaan soveltuvin osin mahdollisuuksien mukaan yhdistää.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toteuttaminen edellyttää, että sijaintipaikan kaavoituksessa on osoitettu laitoksen tarvitsemat aluevaraukset. Käytännössä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen tässä YVA-ohjelmassa esitetyille paikkakunnille tulee edellyttämään kaavojen laatimista kaikilla kaavatasoilla maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisin menettelyin.

4.2 Ympäristövaikutusten arviointi ja kansainvälinen kuuleminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) ja asetuksen (713/2006) mukaan laitoksilta, jotka on suunniteltu säteilytetyn ydinpolttoaineen käsitteilyyn ja loppusijoittamiseen, edellytetään ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostus tulee liittää laitoksen 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.

Espoon 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.

Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeeseen sovelletaan tätä valtioiden välistä arviointimenettelyä. Menettelystä vastaa Suomessa ympäristöministeriö, mutta YVAn yhteysviranomaisen (työ- ja elinkeinoministeriö) kokoaa ja huomioi kansainvälisessä kuulemisessa saadut lausunnot.

4.3 Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat

Ydinenergialaissa (990/1987) säädetään ydinenergian käytön yleisistä periaatteista, ydinjätehuollon toteuttamisesta ja ydinenergian käytön luvanvaraisuudesta. Lain tarkoituksena on turvata ydinenergian käytön pitäminen yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena ja ihmisten ja ympäristön kannalta turvallisena.

4.3.1 Periaatepäätös

Ydinenergialain mukaan yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen, kuten käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen, rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Periaatepäätöstä haetaan valtioneuvostolle osoitetulla hakemuksella.

Periaatepäätöshakemukseen tulee hankkeen perustietojen lisäksi liittää muun muassa selvitykset hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja taloudellisista toimintaedellytyksistä sekä ydinlaitoksen yleisestä merkityksestä maan energiahuollon, ydinvoimalaitosten käytön ja niiden ydinjätehuollon kannalta. Hakemukseen tulee myös liittää pääpiirteiset kuvaukset muun muassa laitoksen teknisistä toimintaperiaatteista, hankkeessa noudatettavista turvallisuusperiaatteista sekä pääpiirteinen suunnitelma ydinpolttoainehuollosta ja hakijan suunnitelmista ydinjätehuollon järjestämiseksi. Hakemukseen tulee liittää myös pääpiirteiset selvitykset suunnitellun sijaintipaikan omistus- ja hallintasuhteista ja sen sopivuudesta tarkoitukseensa sekä selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä. Lisäksi ympäristövaikutusten arviointiselostus liitetään periaatepäätöshakemukseen.

Työ- ja elinkeinoministeriön on hankittava hakemuksen perusteella Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio ja pyydettävä lausunnot ympäristöministeriöltä, suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunnan kunnanvaltuustolta sekä naapurikunnilta.

Hakijan on ennen periaatepäätöksen tekemistä julkistettava työ- ja elinkeinoministeriön ohjeiden mukaan laadittu ja sen tarkastama julkinen yleispiirteinen selvitys laitoshankkeesta, laitoksen arvioituista ympäristövaikutuksista ja sen turvallisuudesta. Selvityksen tulee olla yleisesti saatavilla. Työ- ja elinkeinoministeriön on varattava suunnitellun ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille sekä paikallisille viranomaisille mahdollisuus esittää mielipiteensä hankkeesta ennen periaatepäätöksen tekemistä. Lisäksi ministeriön on järjestettävä käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijaintipaikkakunnalla julkinen tilaisuus, jossa hankkeesta voidaan esittää mielipiteitä. Mielipiteet on saatettava valtioneuvoston tietoon.

Ydinenergialain mukaan sijoituskunnan tulee lausunnossaan puoltaa laitoksen sijoittamista kyseiseen kuntaan, jotta valtioneuvosto voi tehdä myönteisen periaatepäätöksen sijoituspaikan osalta. Valtioneuvoston tulee myös todeta, että on mahdollista rakentaa ja käyttää laitosta siten, että se on turvallinen eikä siitä aiheudu vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tämän jälkeen valtioneuvoston tulee vielä harkita päätöstä yhteiskunnan kokonaisedun kannalta kiinnittäen erityisesti huomiota:

- ydinlaitoshankkeen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta
- ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen 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. Periaatepäätökseen voi sisältyä ehtoja. Luvanhakija ei saa tehdä merkittäviä laitoksen rakentamiseen liittyviä, taloudellisesti sitovia hankintasopimuksia ennen periaatepäätöksen voimaantuloa.

4.3.2 Rakentamislupa

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan myöntää valtioneuvosto. Rakentamislupa voidaan myöntää, mikäli laitoksen rakentaminen on eduskunnan hyväksymässä periaatepäätöksessä katsottu yhteiskunnan kokonaise-

dun mukaiseksi ja mikäli ydinenergiain 19 §:ssä säädetty edellytykset ydinlaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle täyttyvät. Rakentamislupa voi sisältää ehtoja. Rakentamisluvan myöntämisen edellytyksiä ovat muun muassa:

- ydinlaitosta koskevat suunnitelmat täyttävät ydinenergiain mukaiset turvallisuusvaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa
- sijoituspaikka on turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon
- turvajärjestelyt on otettu huomioon toiminnan suunnittelussa
- ydinlaitoksen rakentamista varten on varattu alue maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa asemakaavassa ja hakijalla on laitoksen toiminnan edellyttämä alueen hallinta
- hakijan käytettävissä olevat menetelmät ja suunnitelmat ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon, ydinjätteiden loppusijoituksen ja käytöstä poistamisen järjestämiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset
- hakijalla on käytettävissään tarpeellinen asiantuntemus sekä riittävät taloudelliset mahdollisuudet ja hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaansa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

4.3.3 Käyttölupa

Luvan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttämiseen myöntää valtioneuvosto. Lupa ydinlaitoksen käyttämiseen voidaan myöntää sen jälkeen kun lupa sen rakentamiseen on myönnetty edellyttäen, että ydinenergiain 20 §:ssä luetellut edellytykset täyttyvät. Käyttölupa voi sisältää ehtoja ja se on määräaikainen. Käyttöluvan myöntämisen edellytyksiä ovat muun muassa:

- ydinlaitos ja sen käyttäminen täyttävät lain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus sekä ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon
- hakijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi, mukaan lukien ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen, 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.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin Säteilyturvakeskus on todennut, että laissa säädetty edellytykset täyttyvät, ja työ- ja elinkeinoministeriö on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty lain edellyttämällä tavalla.

4.4 Euratomin perustamissopimuksen mukaiset tiedonannot ja ilmoitukset

Euroopan atomienergiayhteisön (Euratom) perustamissopimus edellyttää, että jäsenvaltio toimittaa komissiolle ydinjätteen hävittämistä koskevat suunnitelmat (37 artikla) ja että toiminnanharjoittaja tekee komissiolle investointi-ilmoituksen (41 artikla) sekä ydinmateriaalivalvontaa varten ilmoituksen laitoksen teknisistä tiedoista (78 artikla).

4.5 Ydinmateriaalin hallussapitoa koskeva lupa

Ydinmateriaalien hallussapitoa koskevat luvat haetaan Säteilyturvakeskuksesta.

4.6 Kuljetuslupa

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus on ydinenergialain 8 §:n perusteella luvanvaraista, ja ydinenergia-asetuksen (YEA 161/1988) 56 §:n mukaan luvan ydinainesten ja ydinjätteen kuljettamiseen Suomessa myöntää Säteilyturvakeskus polttoainekuljetuseräkohtaisesti.

Luvanhaltijan on laadittava kuljetussuunnitelma, jonka perusteella Säteilyturvakeskus päättää kuljetusluvan myöntämisestä. Säteilyturvakeskus arvioi muun muassa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön rakenteen, kuljetushenkilöstön pätevyyden ja suunnitelmat onnettomuuksiin ja vahingontekoihin varautumiseksi.

Kuljetukseen saa ryhtyä vasta kun Säteilyturvakeskus on todennut, että kuljetuskalusto ja kuljetusjärjestelyt sekä turva- ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimukset ja että vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty (YEA 56 §, 115 §).

4.7 Tutkimuslupa

Kairauksille ja muille tutkimuksille, jotka eivät sisälly jokamiehenoikeuksien tai valtion tutkimuslaitosten oikeuksien piiriin, tarvitaan maa- tai vesialueen omistajan lupa. Mikäli maanomistaja ei myönnä lupaa, voidaan tutkimuslupaa hakea Maanmittauslaitokselta. Tutkimustyössä ei toisen oikeuteen saa puuttua enempää kuin tutkimuksen tuloksen saavuttamiseksi on välttämätöntä, eikä omistajalle tai oikeudenhaltijalle saa aiheuttaa tarpeetonta häiriötä. Lupapäätöksessä on tarvittaessa yksilöitävä, millaisiin toimenpiteisiin lupa on annettu ja millaisia rajoituksia työn suorittamisessa on noudatettava.

4.8 Ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Luvanvaraisuus perustuu ympäristönsuojelulakiin (527/2014) ja sen nojalla annettuun valtioneuvoston asetukseen ympäristönsuojelusta (713/2014). Luvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että toiminnasta ei saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikaisille toiminnoille sekä käytölle haetaan aikanaan tarvittavat ympäristölainsäädännön edellyttämät luvat.

Loppusijoituslaitokselle tulee lisäksi hakea vesilain (587/2011) mukaiset luvat pohjaveden muuttamiseen sekä veden johtamiseen. Nämä luvat haetaan ennen toiminnan aloittamista voimassa olevien kansallisten ja kunnallisten säädösten mukaisesti.

4.9 Suojelukeinojen oikeudelliset vaikutukset

Tutkimusalueella ja sen läheisyydessä voi sijaita eri tavoin suojeltuja kohteita. Mikäli hankkeen toteuttamisen katsotaan vaikuttavan haitallisesti suojeltuun kohteeseen, tulee suojelupäätöksistä poikkeamiseen hakea lainsäädännön edellyttämä lupa. Esimerkiksi luonnonsuojelulakiin (1096/1996) ja vesilakiin (587/2011) sisältyy useita vaihtoehtoisia keinoja suojelun järjestämiseksi. Lisäksi ilman muinaismuistolain (256/1963) nojalla annettua lupaa on kiinteän muinaisjäännöksen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu siihen kajoaminen kielletty.

4.10 Rakentamisen edellyttämät luvat

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle haetaan maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukainen rakennuslupa. Suurien hankkeiden yhteydessä rakennuslupa voidaan hakea yhdessä tai useammassa osassa. Rakennuslupaa voidaan hakea erikseen maanpäällisille ja maanalaisille rakennuksille. Lupahakemuksen käsittelee kunnan rakennusvalvontaviranomainen, joka lupaa myöntäessään tarkistaa, että suunnitelma on vahvistetun asemakaavan ja rakennusmääräysten mukainen. Rakennuslupa tarvitaan ennen rakentamisen aloittamista. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakennusluvan myöntäminen edellyttää, että ympäristövaikutusten arviointimenettely on loppuun suoritettu.

Rakennuslupia tarvitaan myös hankkeen rakennusvaiheessa muun muassa väliaikaisille varasto- ja toimistorakennuksille.

Laitosalueen maanrakennus- ja louhintatöiden aloittaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaista maisematyö- tai toimenpidelupaa. Maisematyölupaa haetaan ennen rakennusluvan voimassaoloa tehtäville toimille, jotka muokkaavat maisemaa, kuten esimerkiksi puuston kaadolle tai maa-aineksen poistamiselle. Maisematyölupaa ei kuitenkaan tarvita yleis- ja asemakaavan toteuttamiseksi tarpeellisten tai myönnetyn rakennus- tai toimenpideluvan mukaisten töiden suorittamiseen. Rakennustöiden aloittamisesta sekä sähkötöistä tulee tehdä ilmoitukset ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Melua tai tärinää aiheuttavasta tilapäisestä toiminnasta, joka ei edellytä ympäristölupaa, tulee tehdä erillinen kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Lisäksi rakennustyömaa-aikaisten räjähdäaineiden ja kemikaalien käyttöön sekä varastointiin liittyy erillisiä lupia ja ilmoituksia.

4.11 Lunastuslupa

Hankkeen toteuttaminen aiheuttaa kiinteistöjen osto- tai lunastustarpeita. Käytettävissä olevat ratkaisuvaihtoehdot ovat aina tapauskohtaisia ja edellyttävät keskusteluja maanomistajien kanssa. Lunastamista säätelee laki kiinteän omaisuuden ja erityisten oikeuksien lunastuksesta (603/1977). Lupahakemukseen liitetään lunastuslain edellyttämät selvitykset, kuten YVA-selostus ja yhteysviranomaisen siitä antama lausunto. Lunastuslupa-asian valmistelee työ- ja elinkeinoministeriö ja luvan myöntää valtioneuvosto.

4.12 Lentoestelupa

Jos rakentamisen aikana laitosalueella tarvitaan korkeita nostureita, tulee näille hakea ilmailulain (864/2014) mukainen lentoestelupa. Lentoestelupaa haetaan Liikenteen turvallisuusvirastolta (TraFi). Hakemukseen tulee liittää asianomaisen ilmailiikennepalvelujen tarjoajan (Finavia Oy) antama lausunto. Mahdollista lentokieltoalueen tarvetta tarkastellaan erikseen YVA-selostusvaiheessa.

4.13 Liitännäishankkeiden edellyttämät luvat

Yleisten ja yksityisten teiden perustamista säädellään maantielailailla (503/2005). Yleisten maanteiden rakentaminen edellyttää muun muassa yleissuunnitelman ja tiesuunnitelman laatimista. Lupaviranomaisena toimii Liikennevirasto. Voimajohdolle tulee hakea sähkömarkkinalain (588/2013) mukainen hankelupa ja mahdollisesti myös rakennuslupa.

4.14 Muut luvat

Muut luvat, joilla on liittymäkohtia ympäristöasioihin, ovat pääosin erilaisia teknisiä lupia, joiden pääasiallinen tarkoitus on työturvallisuuden varmistaminen ja aineellisten vahinkojen estäminen.

5 YVA-MENETTELY

5.1 Lainsäädäntö

Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama, ympäristövaikutusten arviointia koskeva direktiivi (85/337/ETY) on Suomessa pantu täytäntöön Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen liitteen kaksikymmentä nojalla YVA-lailla (468/1994) ja -asetuksella (713/2006).

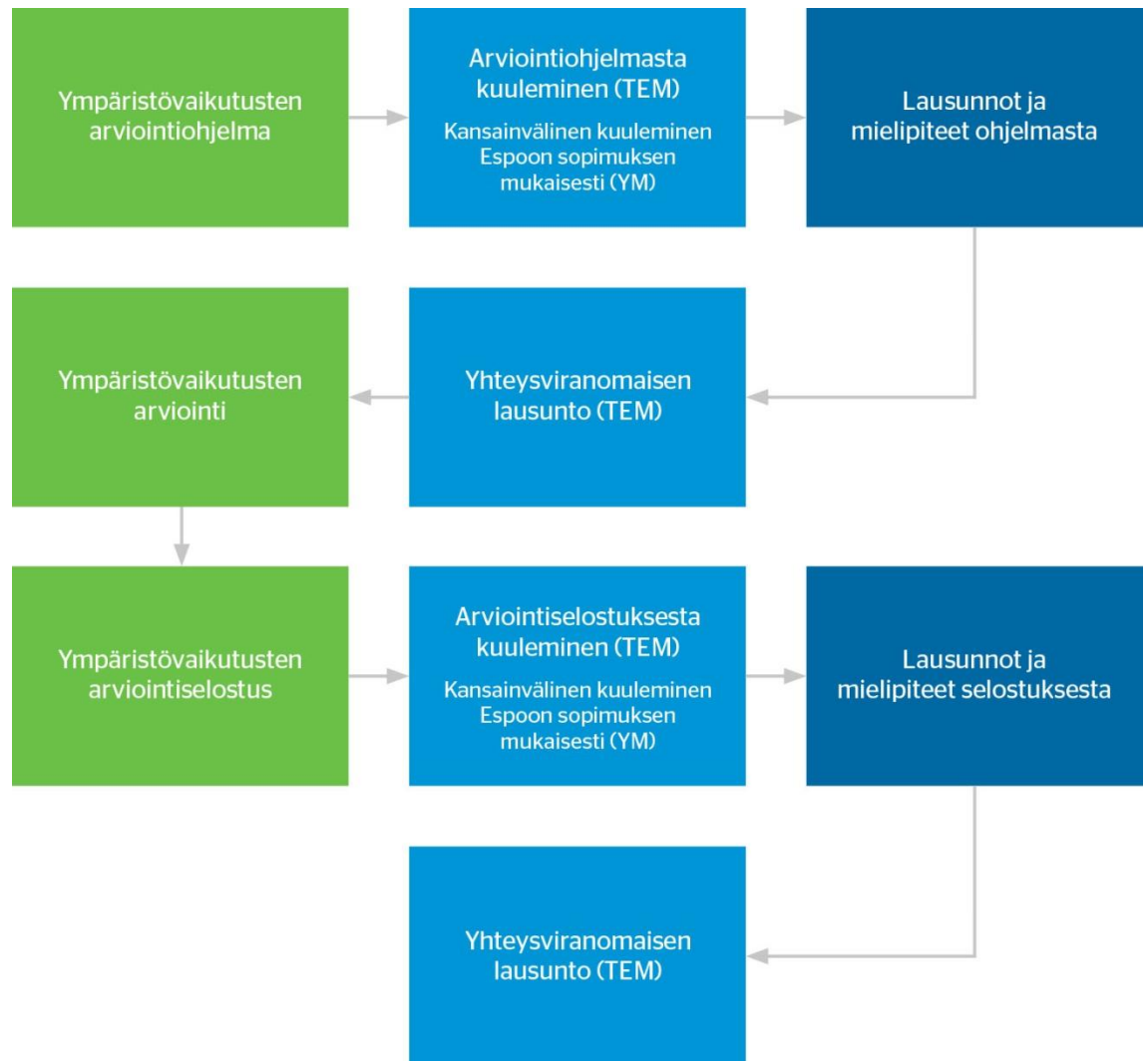
Hankkeet, joihin ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan, on ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain 4 §:n 1 momentin nojalla määritetty Valtioneuvoston asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006). Asetuksen 2. luvun 6 §:n hankeluettelon 7d-kohdan nojalla YVA-lain mukaista arviointimenettelyä sovelletaan laitoksiin, jotka on suunniteltu säteilytetyn ydinpolttoaineen käsitteilyyn ja loppusijoitukseen.

5.2 YVA-menettelyn tavoitteet ja sisältö

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia.

Hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä lain mukaisessa arviointimenettelyssä ennen kuin ryhdytään ympäristövaikutusten kannalta olennaisiin toimiin. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta tai käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkaa koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe (Kuva 5-1). Tämä ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Myöhemmin laadittavassa ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus) esitetään hankkeen ominaisuudet sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.



Kuva 5-1. YVA-menettelyn vaiheet. (TEM = työ- ja elinkeinoministeriö; YM = ympäristöministeriö).

Arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ensimmäisessä vaiheessa laaditaan YVA-ohjelma. Arviointiohjelma on selvitys alueiden nykytilasta sekä suunnitelma (työohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Ohjelmassa esitetään muun muassa perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehdoista sekä suunnitelma tiedottamisesta YVA-menettelyn aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Ydinenergialaissa tarkoitettuja ydinlaitoksia koskeissa hankkeissa yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). Yhteysviranomaisen kuuluttaa YVA-ohjelman asettamisesta nähtäville muun muassa paikallisissa sanomalehdissä ja internetsivuillaan.

Nähtävilläoloaikana kansalaiset voivat esittää YVA-ohjelmasta mielipiteitään yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen myös pyytää lausuntoja ohjelmasta eri viranomaisilta. Yhteysviranomaisen kokoaa ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle.

Arviointiselostus

Varsinainen ympäristövaikutusten arviointityö tehdään arviointiohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon sekä muiden lausuntojen ja mielipiteiden perusteella. Arviointityön tulokset esitetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostuksessa). Siinä esitetään muun muassa:

- YVA-ohjelmassa esitetyt tiedot tarkistettuina,
- hankkeen kuvaus ja tekniset tiedot,
- selvitys hankkeen suhteesta oleellisiin suunnitelmiin ja ohjelmiin,
- ympäristön nykytilan kuvaus,
- arvioitavat vaihtoehdot,
- hankkeen vaihtoehtojen ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys,
- hankkeen vaihtoehtojen vertailu,
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot,
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi,
- kuvaus vuorovaikutuksen ja osallistumisen järjestämisestä YVA-menettelyn aikana,
- kuvaus yhteysviranomaisen YVA-ohjelmasta antaman lausunnon huomioimisesta arviointiselostuksen laadinnassa.

Yhteysviranomaisen kuuluttaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostuksen nähtävilläolokautena yhteysviranomaisen pyytää lausuntoja eri viranomaisilta, ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa. YVA-menettely päättyy kun yhteysviranomaisen antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

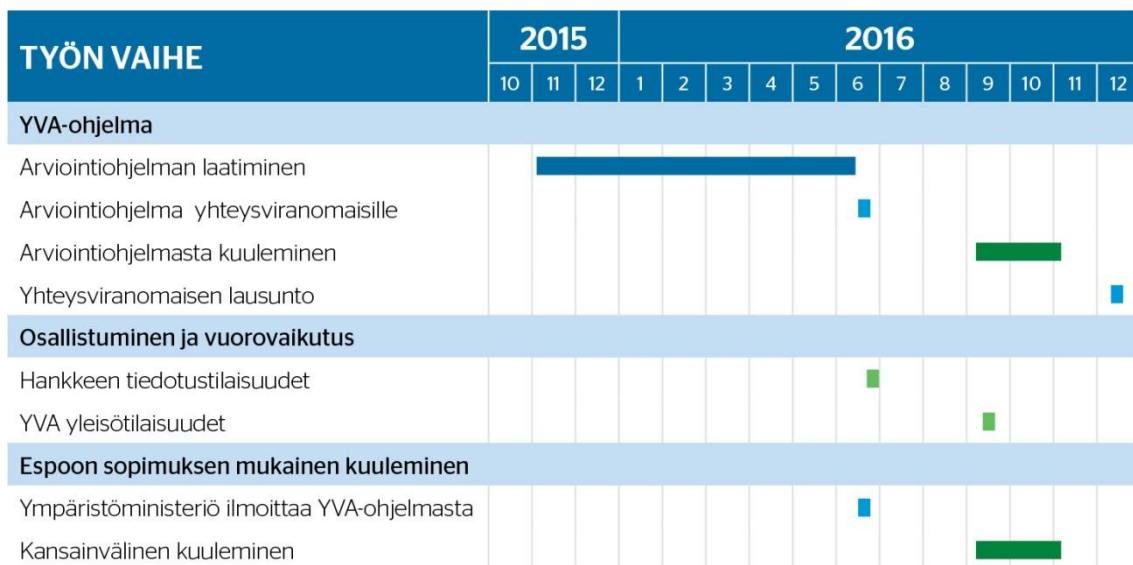
Lupaviranomaiset ja hankkeesta vastaava käyttävät arviointiselostusta ja yhteysviranomaisen siitä antamaa lausuntoa oman päätöksentekonsa perusaineistona (ks. luku 4). Hanketta koskevasta lupapäätöksestä on käytävä ilmi, miten arviointiselostus ja siitä annettu lausunto on päätöksessä otettu huomioon.

5.3 YVA-menettelyn aikataulu

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu vuonna 2015 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle kesäkuussa 2016. YVA-ohjelman keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 5-2).

YVA-ohjelmavaiheen jälkeen aloitetaan monivuotiset geologiset tutkimukset ja muut ympäristövaikutusten arviointiin liittyvät selvitykset vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla. YVA-selostus laaditaan siten, että loppusijoituspaikka voidaan valita 2040-luvulla. YVA-menettely päättyy yhteysviranomaisen lausuntoon YVA-selostuksesta. YVA-menettelyn suunniteltu kokonaisaikataulu on esitetty luvussa 2.5 (Kuva 2-2).

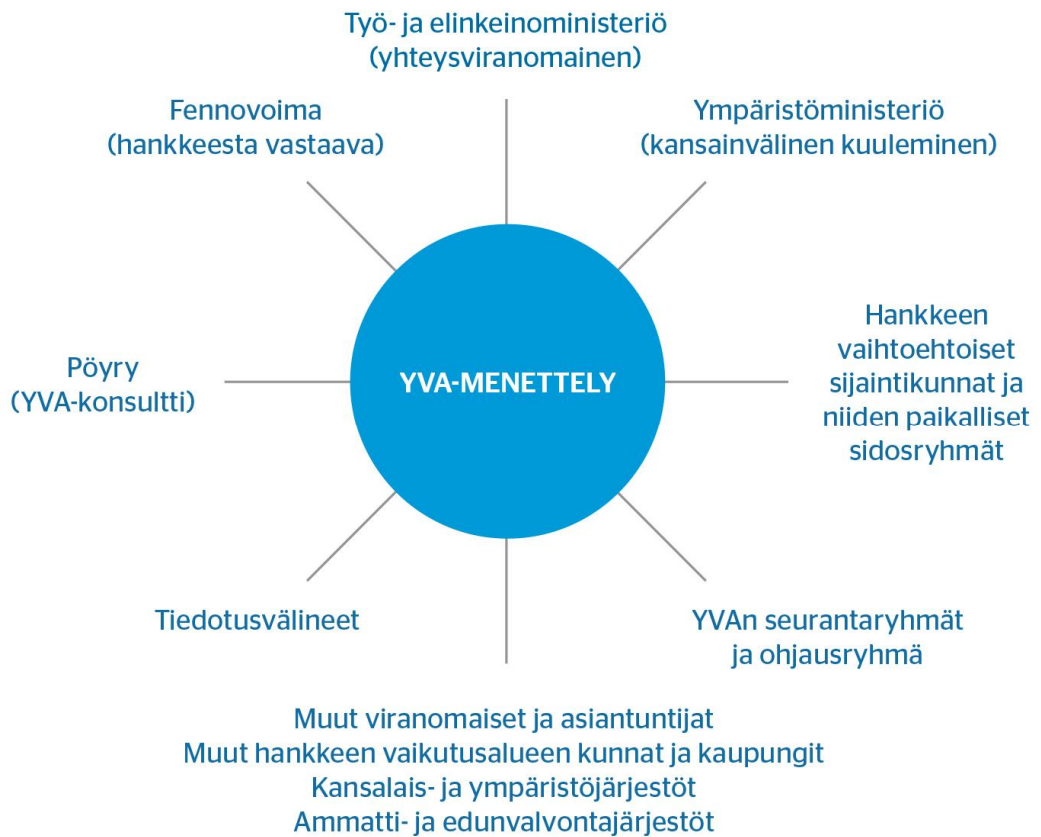
YVA-ohjelman nähtävilläolokautena järjestetään Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen (luku 5.4.3). Sen toteuttamisesta vastaa ympäristöministeriö (YM).



Kuva 5-2. YVA-ohjelman keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu.

5.4 Suunnitelma viestinnästä ja osallistumisesta

YVA-menettelyn yksi keskeinen tavoite on tukea hankkeesta tiedottamista ja parantaa kansalaisten osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyn viestintä- ja osallistumissuunnitelma on esitetty seuraavissa luvuissa YVA-menettelyn vaiheita noudattaen. Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen YVA-menettelyyn osallistuvat tahot on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 5-3).



Kuva 5-3. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

5.4.1 Arviointiohjelman ja -selostuksen nähtävillä olo

Työ- ja elinkeinoministeriö ilmoittaa arviointiohjelman nähtävilläolosta sen valmistumisen jälkeen hankkeen vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla. Käytössä ovat muun muassa työ- ja elinkeinoministeriön internetsivut, kunnalliset ilmoitustaulut sekä alueellinen ja valtakunnallinen media.

Ilmoituksessa kerrotaan, missä arviointiohjelma on nähtävillä sekä mihin sitä koskevat lausunnot ja mielipiteet tulee toimittaa. Määräaika mielipiteiden toimittamiselle alkaa ilmoituksen julkaisemispäivästä. Määräajan pituus on YVA-lain mukaan vähintään 30 ja enintään 60 päivää. Tässä hankkeessa YVA-ohjelman nähtävilläolo on 60 päivää. Työ- ja elinkeinoministeriö pyytää lisäksi lausuntoja YVA-ohjelmasta useilta yhteisöiltä.

YVA-menettelyn myöhemmässä vaiheessa myös arviointiselostus tulee olemaan nähtävillä ja siitä voi vastaavalla tavalla antaa lausuntoja ja mielipiteitä.

5.4.2 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet

Työ- ja elinkeinoministeriö järjestää YVA-ohjelmasta vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla yleisölle avoimet tiedotus- ja keskustelutilaisuudet ohjelman nähtävilläoloaikana syyskuussa 2016. Tarkemmat tiedot yleisötilaisuuksista esitetään yhteysviranomaisen kuulutuksessa. Tilaisuudessa esitellään hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä on tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arviointityöstä, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa.

Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet järjestetään myös ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua. Tuolloin esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset. Yleisöllä on siinä vaiheessa mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä.

5.4.3 Kansainvälinen kuuleminen

Ympäristöministeriö vastaa YK:n Euroopan talouskomission (UNECE) yleissopimuksessa valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista (Sops 67/1997) tarkoitetun kansainvälisen kuulemisen käytännön järjestelyistä.

Ympäristöministeriö ilmoittaa Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus-hankkeen YVA-menettelyn aloittamisesta lähivaltioiden ympäristöviranomaisille ja tiedustelelee näiden halukkuutta osallistua siihen. Ilmoitukseen liitetään tarvittaville kielille käännetty YVA-ohjelman yhteenvetoasiakirja sekä ruotsin tai englannin kielelle käännetty YVA-ohjelma.

Mikäli kohdevaltio päättää osallistua menettelyyn, laittaa se YVA-ohjelman julkisesti nähtäville mahdollisia lausuntoja ja mielipiteitä varten. Samoin YVA-selostus laitetaan nähtäville YVA-menettelyn myöhemmässä vaiheessa. Ympäristöministeriö kerää saadut lausunnot ja mielipiteet, ja välittää tiedot yhteysviranomaiselle huomioitavaksi lausunnoissa YVA-ohjelmasta ja -selostuksesta.

5.4.4 Seurantaryhmä

YVA-menettelyä seuraamaan perustetaan YVA-konsultin kokoon kutsumana kaksi eri sidosryhmistä koostuvaa seurantaryhmää, yksi kumpaakin vaihtoehtoista sijaintipaikkakuntaa kohti. Seurantaryhmän tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hanke-vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien välillä. Seurantaryhmän kokoonpanon tavoitteena on, että sen jäsenet edustavat keskeisesti niitä kansalaisia ja ryhmiä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa. Seurantaryhmiin osallistuvien tahojen osallistumishalukkuutta tiedustellaan syksyn 2016 aikana. Seurantaryhmän aloituskokouksesta sovitaan erikseen.

Seurantaryhmän kokouksessa käydään läpi YVA-ohjelmaa, siinä esitettyjä ympäristövaikutusten arviointimenetelmiä, hanketta ja sen aikataulua sekä YVA-menettelyn etenemistä. Seurantaryhmällä on tilaisuudessa mahdollisuus esittää kommentteja laaditusta YVA-ohjelmasta, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa. Aloituskokouksessa seurantaryhmän kanssa suunnitellaan, kuinka vuoropuhelu eri sidosryhmien kesken järjestetään pitkäkestoisen YVA-menettelyn aikana.

5.4.5 Asukaskyselyt

YVA-menettelyn aikana tehdään asukaskyselyt vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla. Asukaskyselyn tarkoituksena on lisätä vuorovaikutusta antamalla Fennovoimalle tietoa asukkaiden suhtautumisesta hankkeeseen ja toisaalta antamalla asukkaille tietoa hankkeesta ja sen vaikutuksista heidän elinympäristöönsä. Kysely toteutetaan ensimmäisen kerran YVA-ohjelman jättämisen jälkeen (Eurajoella, kun tutkimusalue on rajattu) ja vastaava kysely uusitaan YVA-selostusvaiheessa. Tarvittaessa asukaskyselyitä voidaan tehdä useammin.

5.4.6 **Pienryhmätilaisuudet**

YVA-menettelyn aikana paikallisia asukkaita voidaan kutsua pienryhmätilaisuuksiin. Pienryhmille järjestetään kokoontumisia ja työpajoja erikseen sovittavasti hankkeen eri vaiheissa.

Pienryhmätilaisuuksien tehtävänä on antaa tarkentavaa lisätietoa asukaskyselyn tulokista ja syventää käsitystä alueiden asukkaiden suhtautumisesta hankkeeseen ja sen vaikutuksiin heidän elinympäristössään. Lisäksi lähialueen asukkailla on pienryhmätilaisuuksien kautta mahdollisuus saada täsmentävää tietoa hankkeesta ja sen ympäristövaikutuksista. Tilaisuuksien tavoitteena on osaltaan varmistaa, että kaikki hankkeen vaikutusten kannalta olennaiset asiat tulevat huomioitua ympäristövaikutusten arvioinnissa ja hankkeen jatkosuunnittelussa.

5.4.7 **Muu viestintä**

YVA-ohjelma ja -selostus julkaistaan työ- ja elinkeinoministeriön internetsivuilla. Lisäksi ne ovat saatavilla Fennovoiman internetsivuilla. Asiakirjojen paperiversiot ovat nähtävillä sijaintipaikkakunnilla yhteisviranomaisen kuulutuksessa mainitun mukaisesti.

Fennovoiman internetsivuilla on ajantasaiset tiedot hankkeesta, sen vaiheista ja ympäristövaikutusten arviointimenettelystä sekä esimerkiksi vaihtoehtoisilla paikkakunnilla järjestettävistä tiedotus- ja yleisötilaisuuksista. Tarkempi tiedotussuunnitelma tehdään sijaintipaikkakuntien tarpeiden mukaan.

YVA-menettelyn aikana tapahtuvassa vuorovaikutuksessa seurataan paikallisten sidosryhmien näkemystä tiedonsaannin riittävydestä. Hankkeen ja sen YVA-menettelyn tiedottaminen suunnitellaan niin, että se vastaa mahdollisimman hyvin tiedon tarpeeseen.

6 YMPÄRISTÖN NYKYTILA

Alueiden ympäristön nykytila on kartoitettu perustuen olemassa olevaan julkaistuun aineistoon, joita ovat muun muassa:

- Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineistot
- Ympäristöhallinnon Hertta- ja Karpalo -tietokannat
- Suomen Ympäristökeskuksen Avoin tieto -tietokanta
- Maakuntaliittojen ja kuntien kaavoitusaineistot: voimassa ja vireillä olevat maakuntakaavat, yleiskaavat ja asemakaavat sekä sähköisesti julkaistut kaavaselostukset.
- Kaavojen erillisselvitykset, muun muassa maisemaan ja luontoon liittyvät selvitykset
- Museoviraston kulttuuriympäristön rekisteriportaali: Muinaisjäännösrekisteri sekä Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY) -rekisteri
- Ympäristöministeriön maisema-alueueryhmän mietinnöt arvokkaista maisema-alueista, valtakunnalliset ja maakunnalliset maisemainventoinnit ja muut julkisesti saatavilla olevat maisemaselvitykset
- BirdLife-järjestön tiedot tärkeistä lintualueista (FINIBA- ja IBA-alueet) sekä muut selvitykset maakunnallisesti arvokkaiksi arvioituista lintualueista
- GTK:n tutkimusaineistot ja tietokannat
- Liikenneviraston liikennemääräkartat
- Tilastokeskuksen julkaisemia kuntakohtaiset tiedot ja avainluvut
- Eri karttasovellukset ja ilmakuvat
- Kuntien ja viranomaistahojen julkaisemat muut mahdolliset tiedot

Tarkemmat tiedot käytetyistä tietolähteistä on esitetty seuraavissa luvuissa. Luvussa 7 on esitetty lisätietoja ympäristön nykytilan kuvaamiseksi käytetyistä menetelmistä ja nykytilatietojen täydentämisestä YVA-selostukseen.

6.1 Eurajoki

Tässä YVA-ohjelmassa Eurajoen nykytilan kuvaus on esitetty koko kunnan tasolla yleispiirteisesti, sillä alueelle ei ole vielä osoitettu tutkimusaluetta (ks. luku 2.4.1). YVA-selostusvaiheessa tutkimusalueen sijainti osoitetaan ja nykytilaa kuvaavat tiedot tarkennetaan koskemaan tutkimusaluetta.

6.1.1 Sijainti, asutus ja muut toiminnot

Eurajoen kunta sijaitsee Satakunnan maakunnassa ja rajoittuu lännessä Selkämereen (Kuva 6-1). Eurajoen naapurikunnat ovat pohjoisessa Luvia, koillisessa Nakkila, idässä Eura ja etelässä Rauma. Eurajoen kirkonkylästä on matkaa lähimpään kaupunkiin Raumalle 15 kilometriä ja Poriin 35 kilometriä.

Eurajoen väkiluku vuonna 2014 oli 5 954 asukasta. Eurajoen kunnan avainluvut on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 6-1). Luvian kunta liittyy Eurajokeen vuonna 2017, jonka jälkeen Eurajoen asukasluku on yli 9 000. Eurajoen suurin asutuskeskittymä on Eurajoen kirkonkylä kunnan keskiosassa. Eurajoen muut isoimmat kylät ovat Lapijoki etelässä, Irjanne koillisessa ja Kuivalahti lännessä. Asutus on suhteellisen tasaisesti jakautunut isoimpien kylien välillä. Kunnassa on jonkin verran haja-asutusta

erityisesti pääteiden varsilla. Vapaa-ajan asutus on keskittynyt länteen meren rannalle sekä kunnan keskiosien pienten järvien ympäristöön.

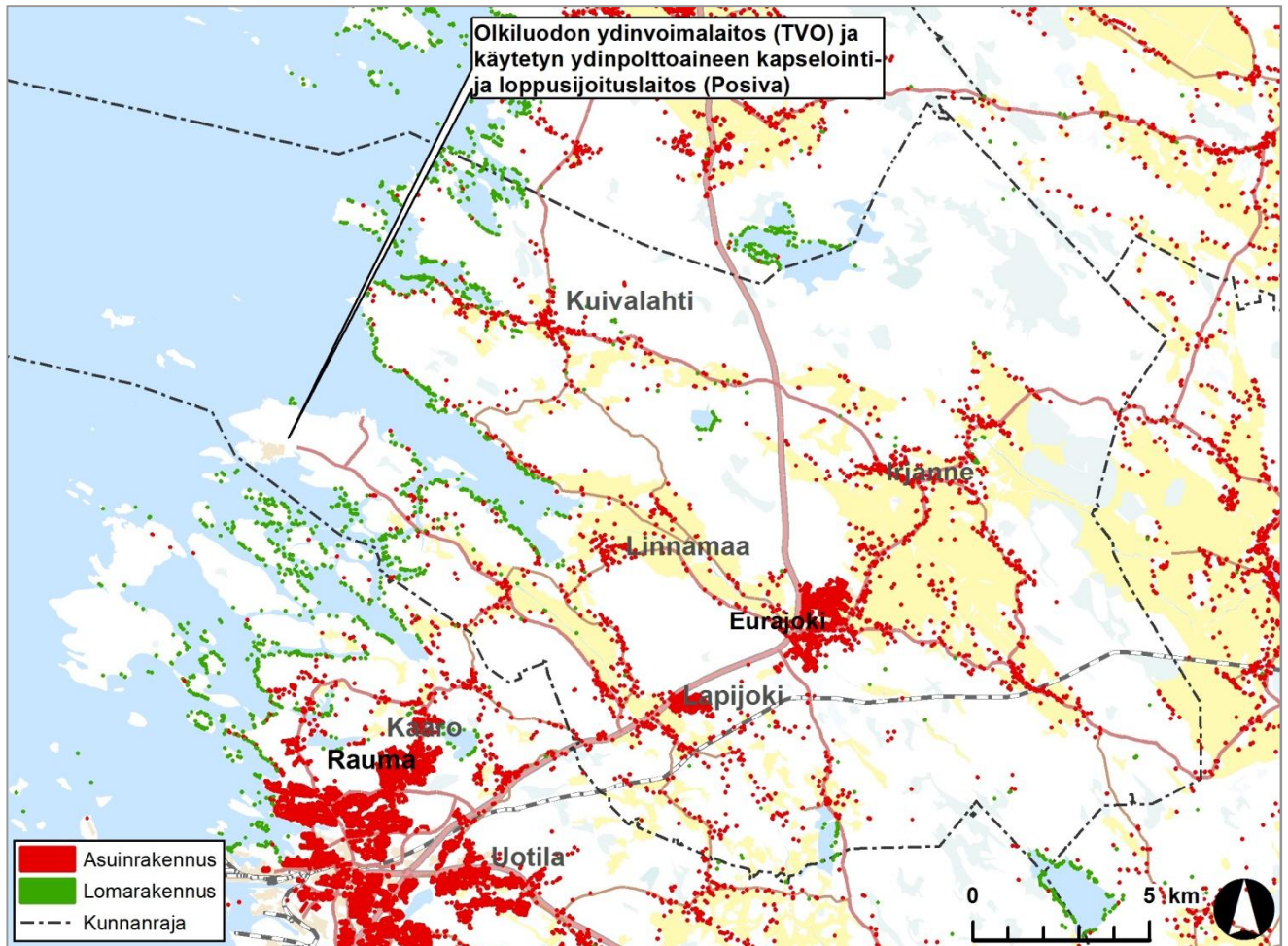
Eurajoella on seitsemän koulua, lukio, kaksi kunnan päiväkotia, vanhainkoti ja terveys-asema. Eurajoella on useita virkistymiskeskuksia, kuten Lahdenperä, Pinkjärvi ja Verkkokari. Eurajoella on kuntoratoja, urheilukenttiä, jäähalli sekä luontopolku. Eurajoella toimii Eurajoen metsästysseura ry ja Raumalla Rauman metsästysseura ry.

Eurajoen kunnan länsiosassa Olkiluodon saarella sijaitsevat Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon ydinvoimalaitosalue ja Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoitusalue. Eurajoen kunnan teolliset toiminnot ovat keskittyneet Olkiluodon lisäksi Köykän ja Kuusimäkelän alueille.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöluvan ja vesiluvan lupamääräysten tarkistaminen on käynnissä. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen alueella sijaitsevan orgaanisen ja biohajoavan jätteen kaatopaikan sekä Olkiluodon varavoimalaitoksen osalta on vireillä ympäristö- ja vesiluvan tarkistamishakemukset. Lisäksi Eurajoen kunnassa on vireillä useita lupahakemuksia liittyen mm. turvetuotantoon, jätteiden käsittelyyn, eläinsuojiin sekä kalankasvatukseen. (Aluehallintovirasto 2016)

Taulukko 6-1. Eurajoen kunnan avainluvut. (Tilastokeskus 2016)

	EURAJOKI
Taajama-aste %, 2014	63,5
Väkiluku 2014	5 954
Väkiluvun muutos edellisestä vuodesta, %, 2014	0,4
Kuntien välinen muuttovoitto/-tappio, henkilöä, 2014	21
Työttömien osuus työvoimasta, %, 2013	11,1
Eläkeläisten osuus väestöstä, %, 2013	26,7
Taloudellinen huoltosuhde, 2013	142,1
Alkutuotannon työpaikkojen osuus, %, 2013	4,9
Jalostuksen työpaikkojen osuus, %, 2013	54,4
Palvelujen työpaikkojen osuus, %, 2013	39,9



Kuva 6-1. Eurajoen kunnan sijainti, kunnassa sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset sekä muut toiminnot.

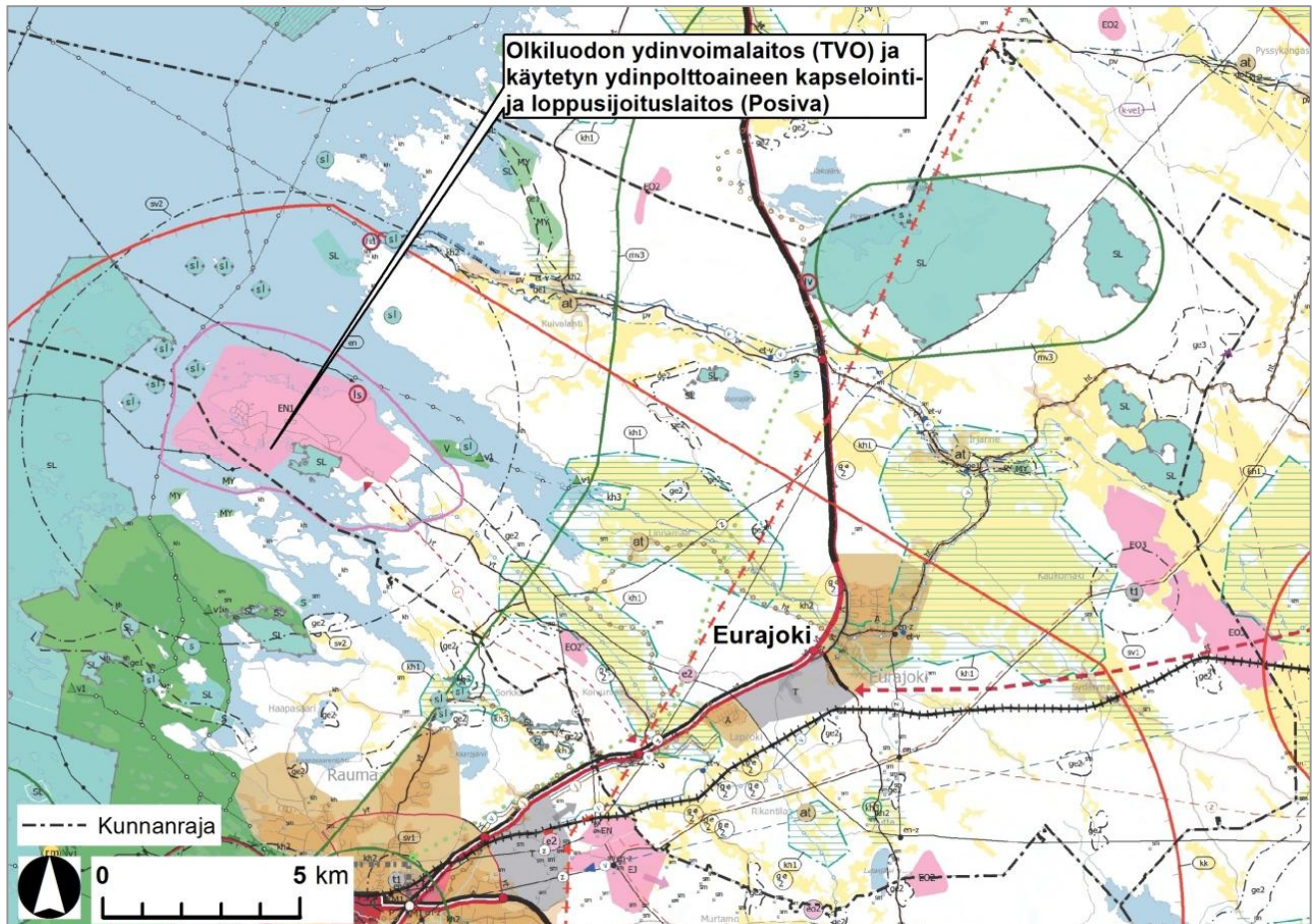
6.1.2 Kaavoitus

Maakuntakaava

Eurajoen kunnan maankäyttöä ohjaa Satakunnan maakuntakaava (Kuva 6-2) (N:o YM1/5222/2010), jonka ympäristöministeriö vahvisti 30.11.2011. Maakuntakaava korvasi alueella aiemmin voimassa olleen Satakunnan 5. seutukaavan. Satakunnan maakuntakaava on saanut lainvoiman korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) päätöksellä 13.3.2013. (*Satakuntaliitto 2013*)

Satakunnan 1. vaihemaakuntakaava sai lainvoiman 6.5.2016 ja 2. vaihemaakuntakaava on valmisteilla, ja siinä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät tuulivoimatuotannon alueet sekä niihin liittyvä energiahuolto. Kuivalahden kylän pohjoispuolinen alue on osoitettu vaihemaakuntakaavassa tuulivoimaloiden alueeksi (tv-1). (*Satakuntaliitto 2016*)

Satakuntaliitossa on vireillä Satakunnan vaihemaakuntakaavan 2 laatiminen. Tavoitteena on kotimaisen energiantuotannon lisääminen ja huoltovarmuuden edistäminen. Maakuntahallitus hyväksyi vaihemaakuntakaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelman marraskuussa 2015. (*Satakuntaliitto 2016*)



Kuva 6-2. Satakunnan maakuntakaava Eurajoen kunnan alueella. (Satakuntaliitto 2013)

Muut kaavat

Yleiskaavat

Eurajoen keskustassa on voimassa Eurajoen keskustan ja lähialueen osayleiskaava (Kuva 6-3, kohde nro 3).

Eurajoen ranta-alueella on voimassa Eurajoen rantayleiskaava, joka on vahvistettu 25.10.2000 ja johon on tehty muutokset 12.12.2015 ja 31.8.2015 (Kuva 6-3, kohde nro 4). Rantayleiskaavan alue käsittää kaikki Eurajoen merenranta-alueet ja saaret.

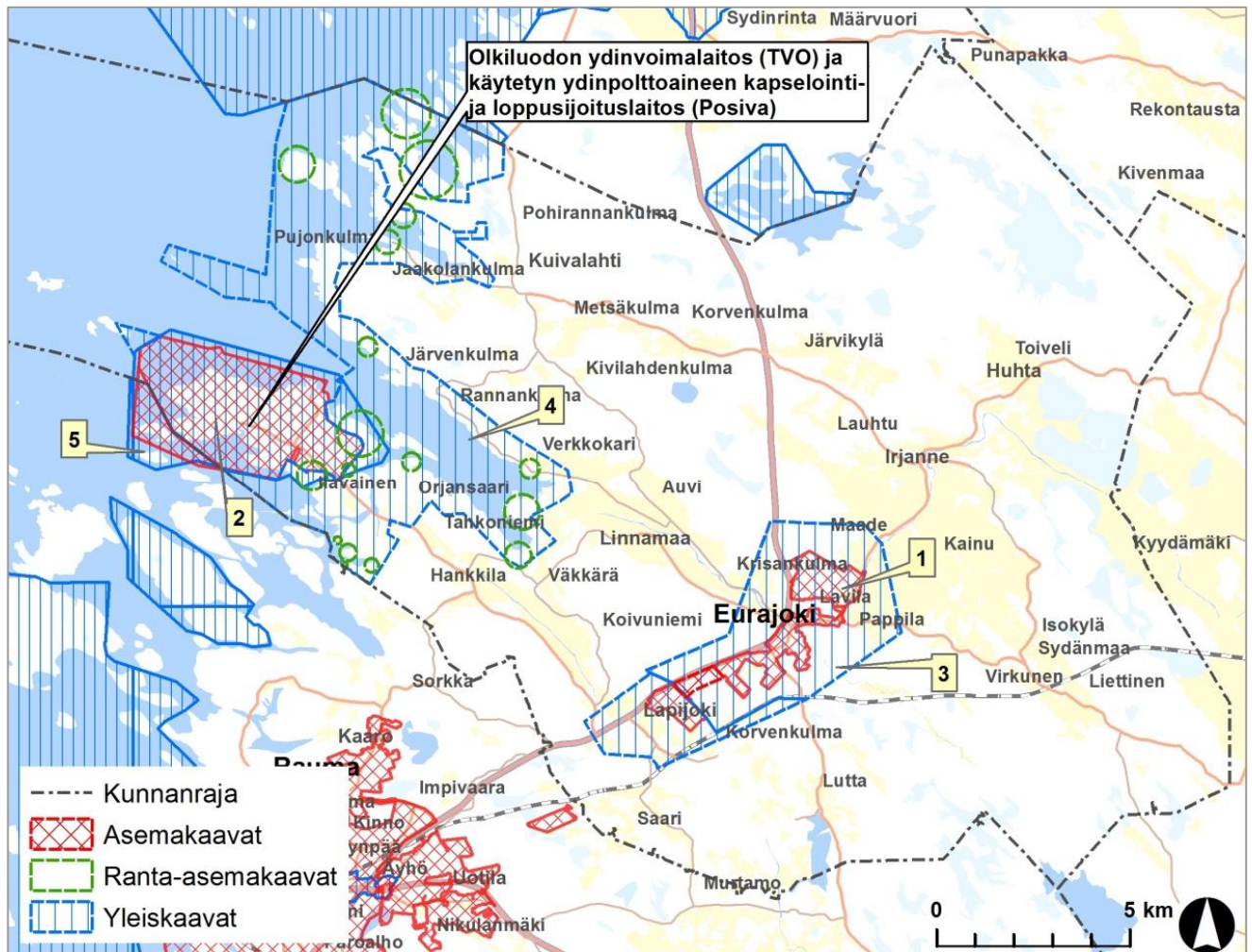
Olkiluodon saarella on voimassa Olkiluodon osayleiskaava, jonka kunnanvaltuusto hyväksyi 19.5.2008 (Kuva 6-3, kohde nro 5). Kaava on saanut lainvoiman kesällä 2010.

Eurajoen ja Luvian rajamaastossa sijaitsevalle Lemlahden alueelle on vireillä Lemlahden tuulipuiston osayleiskaava, jonka tavoitteena on kahdeksan tuulivoimalan rakentaminen. Tuulipuiston kaikki rakenteet sijoittuvat Luvian puolelle ja Eurajoen puolelle sijoittuu voimaloiden suojavyöhykealuetta. (Eurajoen kunta 2016, Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016)

Asemakaavat

Eurajoen ja Lapijoen alueilla ovat voimassa asemakaavat, jotka on laadittu usean vuosikymmenen aikana (Eurajoen kunta 2016) (Kuva 6-3, kohde nro 1). Kunnan alueelle on laadittu maanomistajien aloitteesta useita ranta-asemakaavoja (Kuva 6-3).

Olkiluodon saarella on voimassa useita asemakaavoja sekä ranta-asemakaavoja (ydin-
jätteen loppusijoitusalueen asemakaava, asemakaavan muutos sekä ranta-
asemakaavan osittainen kumoaminen, rantakaava sekä Olkiluodon asemakaava 3)
(Kuva 6-3, kohde nro 2). Lisäksi Rauman kaupunki on käynnistänyt vuonna 2008 Olki-
luodon energiatuotantoalueen maankäytön laajenemiseen liittyvän asemakaavamuu-
toksen laadinnan. Kaava-alue rajautuu itäpuolella Eurajoen kunnanrajaan ja Olkiluodon
laitosalueeseen. Lisäksi Ketunpesän ja Köyryn alueella sekä Kirkonseudun alueilla on
vireillä asemakaavoitusprosessit. (Eurajoen kunta 2016)



Kuva 6-3. Eurajoen kunnan kaavoitus. (Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016, Eurajoen kunta 2016)

6.1.3 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maiseman yleiskuvaus

Maisemamaakuntajaossa Eurajoen kunnan alue kuuluu Lounaismaan maisemamaa-
kuntaan ja tarkemmassa jaottelussa Satakunnan rannikkoseutuun. Lounaismaan mai-
seman peruselementit vaihtelevat rikkonaisesta saaristosta ja kumpuilevista, osittain
paljastuneista kallioalueista laajoihin tasaisiin, viljaviin savikkoalueisiin, joilla lukuisat
joet kiemurtelevat. Satakunnan rannikko poikkeaa Saaristomeren ja Lounaisrannikon
seudusta niin paljon, että se on erotettu omaksi seudukseksi. Saaristovyöhyke kapenee
selvästi lounaissaaristosta pohjoiseen mentäessä. Luonto karuntuu samalla muuten-

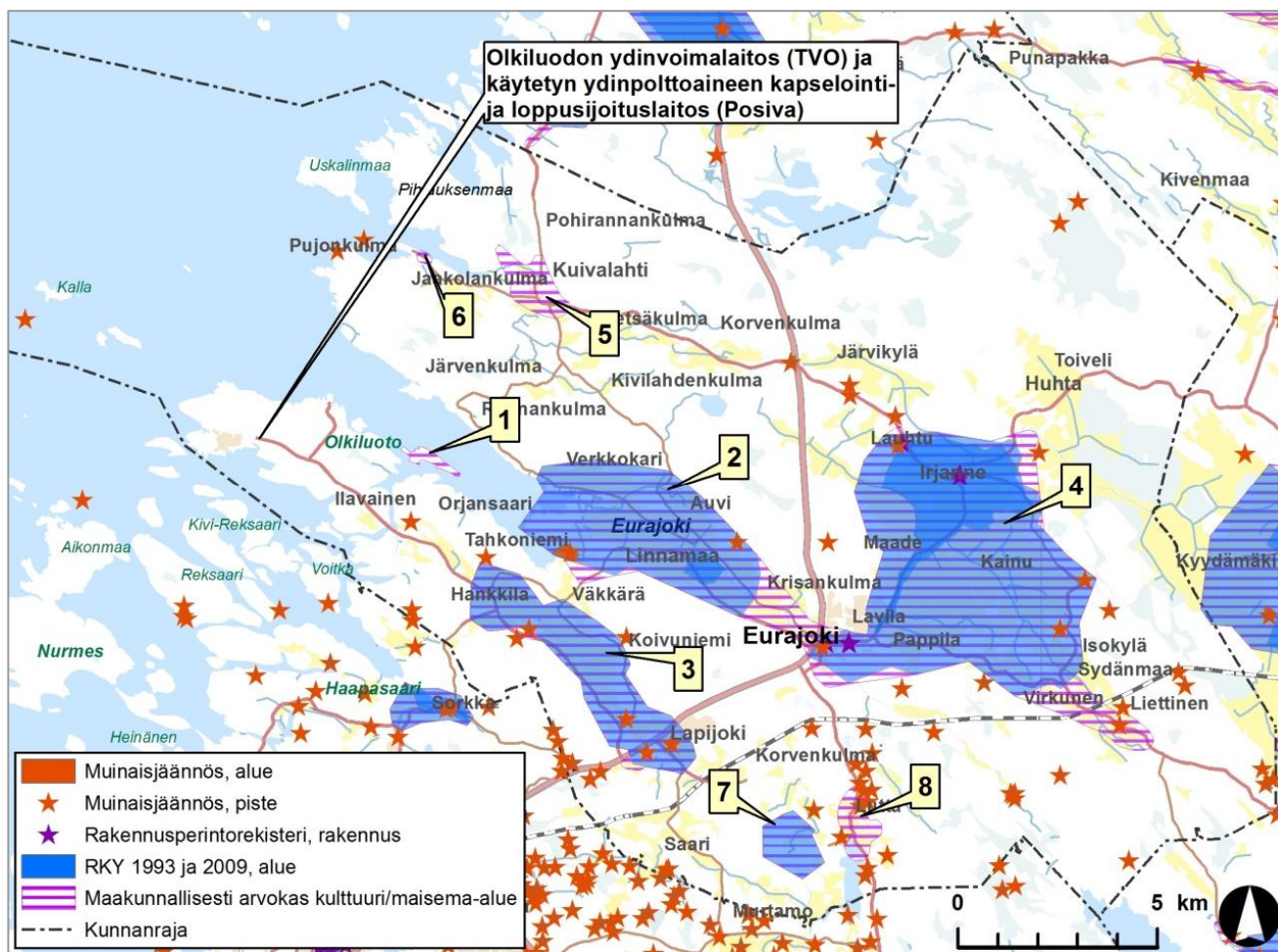
kin, mutta tällä seudulla on silti vaihtelevia saaristoalueita. Maa on alavaa ja pienipiirteisyys on maaperän monipuolisuuden seuraus: kalliomaiden ohella on sekä pohja- että kumpumoreenialueita, kuten myös jonkin verran savikoita ja harjumuodostumia. Rannikolla on pitkiä suojaisia ja ruovikkoisia lahtia, jotka maatuvat maan vähitellen noustessa. Seudun perinteinen elinkeino on kalastus, minkä lisäksi maanviljely on rannikolla tärkeä sivuelinkeino. (Satakuntaliitto 2014, Ympäristöministeriö 1993)

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvokohteet sekä muinaismuistot

Eurajoen kunnassa sijaitsee useita kulttuuriympäristön ja maiseman arvokohteita. Olkiluodon saaresta koillispuolella sijaitsee Kaunissaari, joka on maiseman vaalimisen kannalta maakunnallisesti tärkeä alue (Kuva 6-4, kohde nro 1). Eurajoen kirkonkylän länsipuolella sijaitsee Vuojoen kulttuurimaisema (Kuva 6-4, kohde nro 2), lounaispuolella Lapinjoen kulttuurimaisema (Kuva 6-4, kohde nro 3) ja itäpuolella Eurajoen-Irjanteen kylän kulttuurimaisema (RKY-alueet) (Kuva 6-4, kohde nro 4) (RKY 1993). Edellä mainitut alueet ovat myös maakuntakaavassa osoitettuja maakunnallisesti tärkeitä maisema-alueita. Maakunnallisesti tärkeitä maisema-alueita ovat lisäksi Kuivalahden (kohde nro 5), Jaakolankulman (kohde nro 6), Lutan (kohde nro 8) sekä Rikantilan kylät (kohde nro 7). Rikantilan kylän kulttuurimaisema on myös RKY-alue (RKY 1993).

Eurajoen kunnassa on kaksi merkittävää rakennusperintörekisterin kohdetta, Eurajoen kirkko ja Irjanteen kyläkirkko (Museovirasto 2016). Lisäksi Eurajoen kunnan rannikkoalueella on perinnebiotooppeja (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2011). Eurajoen kunnan alueella on lukuisia muinaismuistoja (Kuva 6-4).

Satakunnassa on meneillään arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventointi, joiden perusteella Eurajoen alueelta on ehdotettu Eurajoen kulttuurimaisema-alueen (maakunnallisesti arvokas maisema-alue) rajaamista uudelleen (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2014).



Kuva 6-4. Eurajoen kunnan ja sen lähiympäristön maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet. Kuvassa esitetyt numeroinnit on selitetty tekstissä. (Maanmittauslaitos 2016, Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016)

6.1.4 Maa- ja kallioperä

Geologian tutkimuskeskuksen Rauman, Kokemäen, Luvian ja Porin karttalehtialueilla 1132 (Suominen & Torssonen 1993, Suominen *ym.* 1997), 1134 (Hämäläinen 1994, Veräjämäki 1998), 1141 (Pihlaja ja Kujala 1994) ja 1143 (Pihlaja 1994) tekemien kallioperäkartoitusten perusteella Eurajoen kallioperä koostuu 1800–1900 miljoonaa vuotta vanhoista pintasyntyisistä svekofennisistä kiillegneisseistä ja syväkivistä sekä niitä nuoremista rapakivigraniiteista, Satakunnan hiekkakivestä sekä oliviinidiabaasista (Kuva 6-5). Kiillegneissit ovat valtaosin migmatiitteja eli seoskiviä, jotka tässä tapauksessa koostuvat vanhemmasta kiillegneissiosasta (paleosomi) ja sitä nuoremista graniittisuonista (neosomi), jotka esiintyvät usein kiven liuskeisuuden suunnassa (Suominen *ym.* 1997). Alueella on myös koostumukseltaan granodioriittia ja tonaliittia olevia syväkiviä vaihtelevan kokoisina muodostumina. Tämä syväkiviryhmä sisältää myös asultaan gneissimäisiä granodioriitteja, jotka muistuttavat karkeaa kiillegneissiiä, mutta ne eivät sisällä kiillegneisseille tyypillisiä porfyroblasteja (Suominen *ym.* 1997).

Olkiluodon pohjoispuolella on laaja esiintymä karkearakeista pegmatiittigraniittia ja samaa kivilajia esiintyy myös Eurajoen kirkonkylän eteläpuolella. Graniitit ja pegmatiitit ovat yleensä heterogeenisiä ja sisältävät runsaasti kiillegneissisulkeumia. Kemiallinen koostumus viittaa niiden syntyneen sedimenttisen aineksen osittaisen sulamisen tuloksena (Suominen ym. 1997).

Eurajoen itäosa koostuu suureksi osaksi Laitilan rapakivimassiiviin kuuluvasta rapakivigraniitista, joka asettui paikalleen noin 1580 miljoonaa vuotta sitten (*Vorma 1976, Vaasjoki 1996*). Laitilan rapakivimassiivissa on useita toisistaan asultaan ja mineralogiselta koostumukseltaan eroavia osia (*Vorma 1976*), joista Eurajoen alueella esiintyy enimmäkseen pyterliittistä ja tasarakeista rapakivigraniittia (*Veräjämäki 1998*). Pyterliittiselle rapakivelle ovat luonteenomaisia pyöreähköjä kalimaasälpähajarakeita eli ovoidit, joiden läpimitta on yleensä 2–4 senttimetriä, ja joista puuttuu Viipurin rapakivelle tyypillinen plagioklaasikehä (*Vorma 1976, Veräjämäki 1998*). Laitilan rapakiven reuna-alueilla esiintyy tasarakeista rapakivigraniittia, jossa on vain pieniä kalimaasälpähajarakeita tai ne puuttuvat kokonaan. Se vaihtuu yleensä vähitellen pyterliittiseksi rapakiveksi. Rapakiven kontaktit sivukiveä vasten ovat terävät ja kallioperän rakenteita jyrkästi leikkaavia (*Veräjämäki 1998*).

Olkiluodosta noin kolme kilometriä itään sijaitseva noin 1550–1570 miljoonaa vuotta vanha pyöreähkö Eurajoen rapakivimuodostuma on Laitilan rapakiven ns. satelliittimassiivi. Se koostuu ulommasta, sarvivälkepitoisesta Tarkin graniitista ja sisemmästä, topaasipitoisesta Väkkärän graniitista (*Haapala 1977*). Väkkärän graniitista peräisin olevat kuumat vesiliuokset ovat muodostaneet Tarkin graniitin rakoihin ns. greisenjuonia. Niiden päämineraaleja ovat kvartsi, kiillemineraalit ja rautarikas kloriitti, joiden lisäksi monin paikoin esiintyy runsaasti topaasia, fluoriittia, granaattia, beryylliä, genthelviittiä ja bertrandiiittiä (*Haapala 1977*).

Painovoimamittausten (*Laurén 1970*) perusteella Laitilan rapakivimassiivin keskimääräinen paksuus on viisi kilometriä ja paksuimmillaan se on noin 20 kilometriä. Eurajoen rapakiven Väkkärän graniitin syvyysulottuvuus on yli viisi kilometriä ja se laajenee alaspäin joka suunnassa (*Elo 2001*). Painovoimatulkinnan mukaan rapakiven länsireunan kaade on länteen 50–58 astetta (*Paulamäki ym. 2002*), jolloin se on Olkiluodon kohdilla noin kolme kilometrin syvyydellä. Tätä käsitystä tukevat HIRE-reflektiioseismisen luotauksen tulokset (*Kukkonen ym. 2010*).

Topaasia sisältävä Väkkärän graniitti muistuttaa geokemialtaan tyypillisiä tinagraniitteja ja Eurajoen rapakiven greisenjuonia onkin tutkittu niiden sisältämien tina-, beryllium- ja wolframimineralisaatioiden takia (*Haapala 1977*). Yleisimmät malmimineraalit ovat sinkkivälke, kassiteriitti, kuparikiisu, wolframiitti, gahniiitti, molybdeniitti, rutiili, sekundäärinen rautaoksidi, rikkikiisu, magneetikiisu, arseenikiisu ja lyijyhohde. On myös pohdittu Väkkärän graniitin mahdollisuutta taloudellisesti louhintakelpoisena kalimaasälpäkassiteriitti-topaasi-kolumbiittiesiintymänä (*Haapala 1973*). *Al Ani ja Sarapää (2011)* ovat alustavasti tutkineet Eurajoen rapakiven mahdollisuutta high-tech-mineraalien lähteenä.

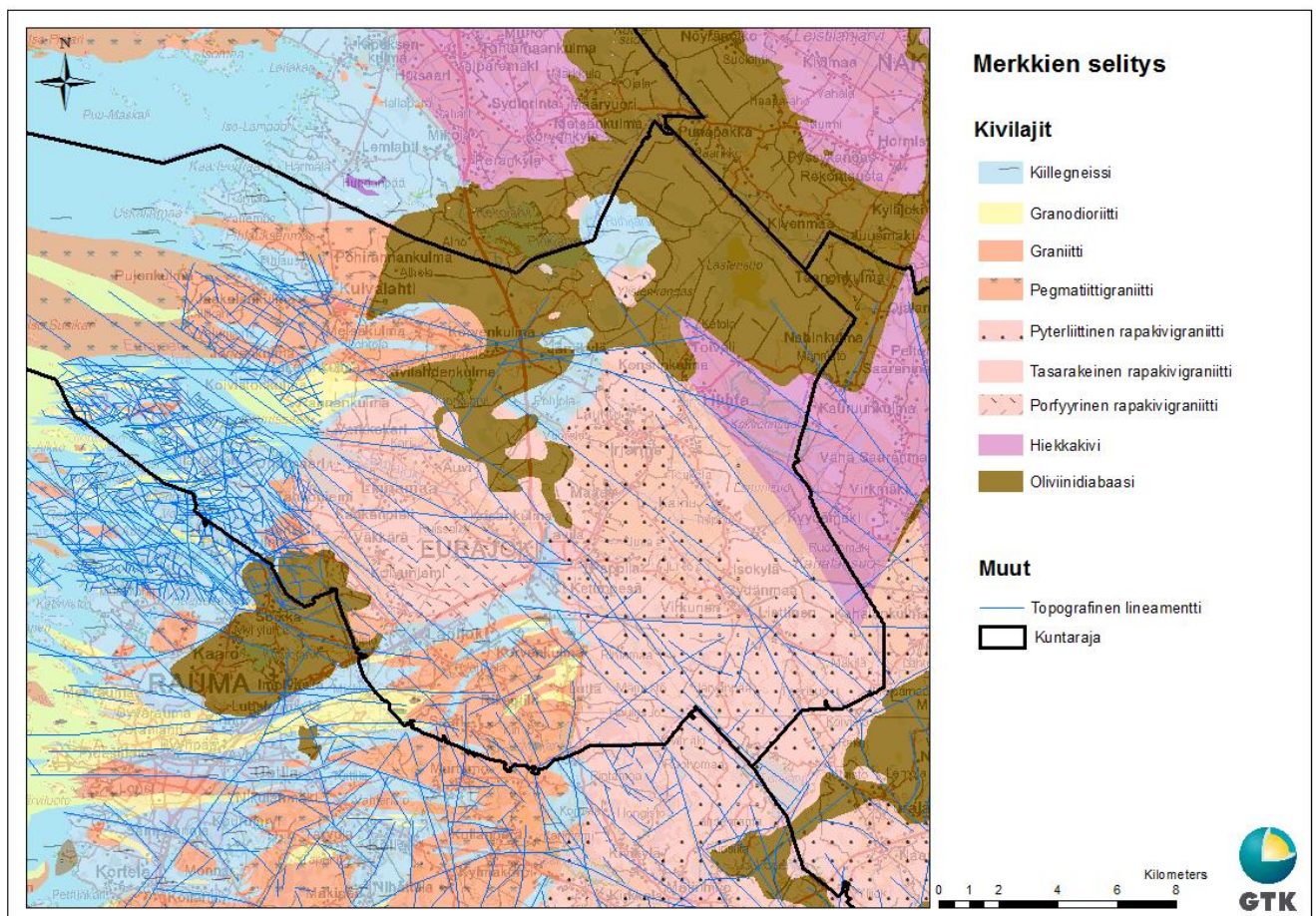
Eurajoen koillispuolella ja osin myös sen alueella on noin 1 300–1 400 miljoonaa vuotta vanha Satakunnan hiekkakivimuodostuma, joka on säilynyt kulutukselta suojassa luode-kaakkosuuntaisessa, kallioperän lohkoliikuntojen muodostamassa hautavajoamassa (*Kohonen ym. 1993*). Sen paksuus on kairauksen perusteella vähintään 600 metriä ja geofysikaalisten tutkimusten perusteella se voi paksuimmillaan olla noin 1 800 metriä (*Elo 1982*). Hiekkakivi rajautuu osittain luode-kaakkosuuntaisiin, todennäköisesti pysyihin siirroksiin. Hiekkakiven kerroksellisuus on tavallisesti vaaka-asentoista, mutta muodostuman koillisreunalla kerrokset kaatuvat 35°:een kaltevuudella kohti muodostuman keskiosaa, mikä on osoituksena kerrostumisen jälkeen tapahtuneista lohkoliiunnoista.

Satakunnan oliviinidiabaasi, jonka ikä on noin 1250–1270 miljoonaa vuotta (*Suominen 1991*), leikkaa kaikkia muita kivilajeja. Se esiintyy joko pystyasentoisina juonina tai laajoina, vaaka-asentoisina kerrosjuonina (*Hämäläinen 1987, Suominen ym. 1997*). Kokemäen karttalehtialueella kerrosjuonien paksuudeksi on geofysikaalisten tutkimusten perusteella arvioitu 40–80 metriä, Rauman kartta-alueella jopa 200–300 metriä (*Suo-*

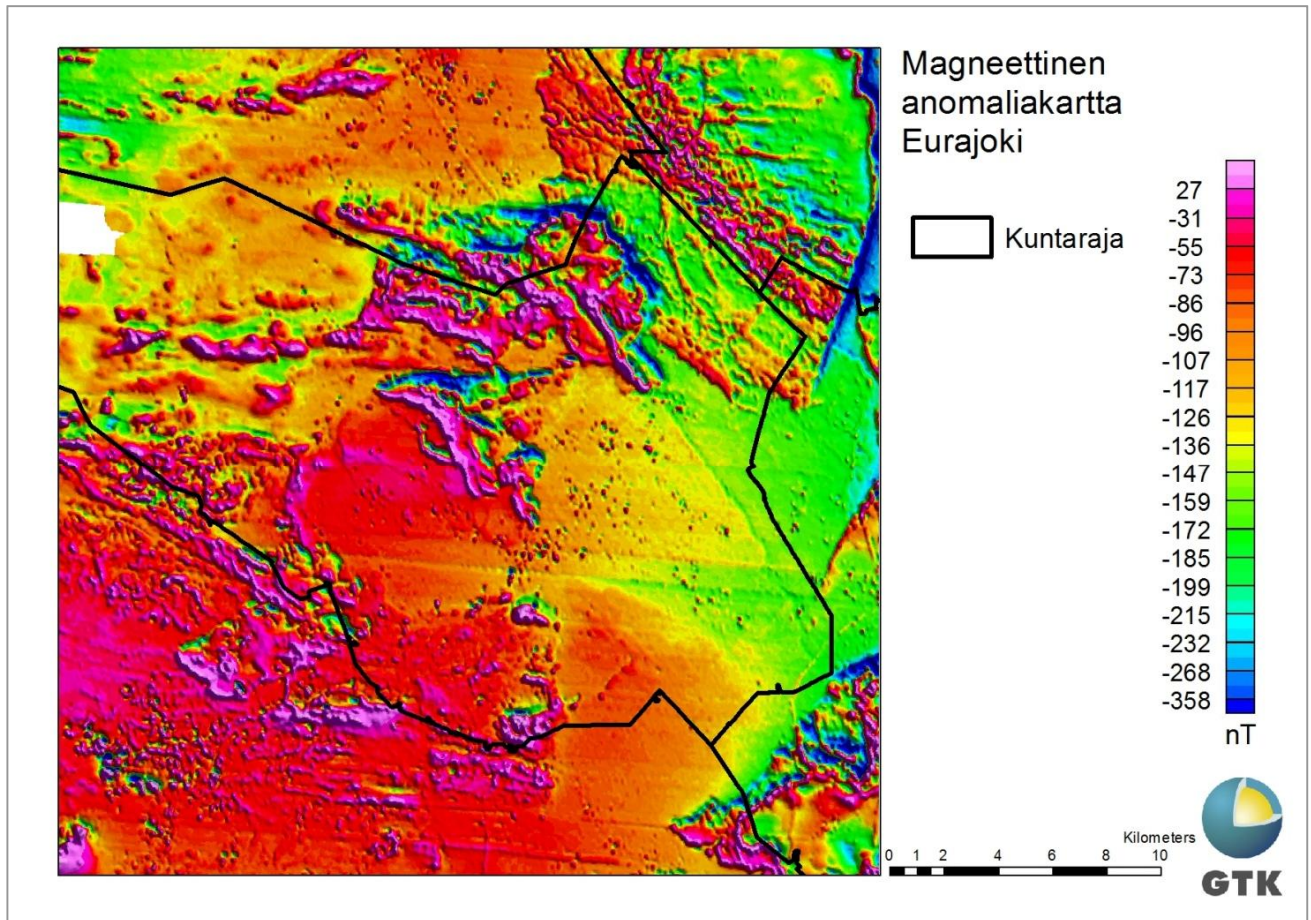
minen ym. 1997, Elo 2001). Diabaasien kontaktit sivukiven suhteen ovat yleensä terävät, mutta paikoin kontaktissa diabaasimagma on sulattanut osittain sivukiveä, jolloin kontakti on epämääräinen (Veräjämäki 1998).

Eurajoen alueen magneettista karttaa (Kuva 6-6) hallitsevat oliviinidiabaasijuoniin liittyvät melko voimakkaat magneettiset anomaliat. Näiden diabaasien petrofysikaaliset ominaisuudet tunnetaan hyvin, ja tyypillistä niille on voimakas maan kentästä poikkeava jäännösmagnetismi (suunta tyypillisesti 40° ja kaltevuus -34°) (Pesonen 1987). Tämä osaltaan aiheuttaa voimakkaat minimiit (Kuva 6-6, siniset alueet kartalla) varsinaisten maksimianomalioiden pohjoispuolella. Etelä-Satakunnan alueella on geofysikaalisia havaintoja myös mahdollisista nuoremmista diabaasijuonista: Kokemäen aeromagneettisella matalalentokartalla esiintyy pohjois-eteläsuuntaisia, diabaaseiksi tulkittuja anomaliavyöhykkeitä, jotka leikkaavat oliviinidiabaasijuonia (Veräjämäki 1998).

Myös Eurajoen länsipuolen kiillegneissialueella havaitaan paikoin selkeitä anomaliaita. Sekä petrografiset että petrofysikaaliset tutkimukset (Paananen 2013) osoittavat, että tärkein magneettisten anomalioiden lähde tällä alueella on magneettikiisu. Eurajoen itäosassa sijaitsevat Laitilan rapakivimassiivi ja kaistale Satakunnan hiekkakiveä ovat magneettisesti rauhallisia. Hiekkakiven lounaanpuoleinen kontakti voidaan havaita luode-kaakkosuuntaisena minimivyöhykkeenä. Pyöreähkö Eurajoen rapakivi Laitilan rapakivimassiivin länsipuolella on jonkin verran magneettisempi. Erityisesti sen ulkoreunalla sijaitseva Tarkin graniitti aiheuttaa kaarevan magneettisen anomalian. Muodostuman sisempi osa Väkkärän graniitti on magneettisesti rauhallisempi.



Kuva 6-5. Eurajoen kallioperä (Hämäläinen 1994, Pihlaja 1994, Pihlaja ja Kujala 1993, Suominen ja Torssonen 1993). Topografiset lineamentit Korhosen ym. (2005) ja GTK:n aineiston mukaan.



Kuva 6-6. Eurajoen alueen magneettinen kartta. Voimakkaat anomaliat (värivaihtelut tutkimusalueella) kertovat mahdollisista kivilajivaihteluista ja kallioperän rikkonaisuudesta. Anomalioiden syyt selvitetään kallioperätutkimuksissa.

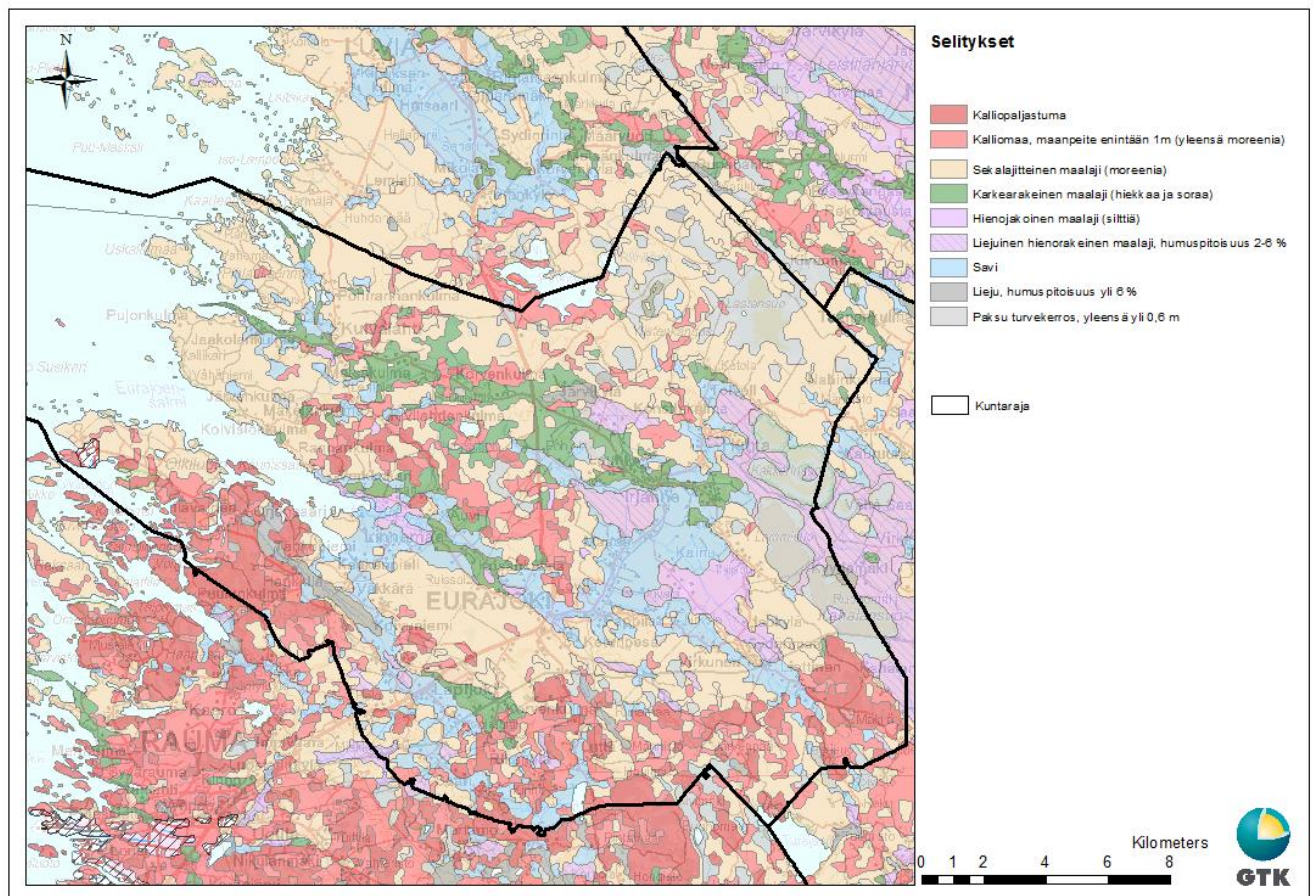
Digitaaliseen korkeusmalliin ja laserkeilausaineistoon perustuvien topografisten lineamenttitulkintojen (esim. Korhonen ym. 2005) perusteella Eurajoen alueella ovat valitsevina luode-kaakko-, ja koillinen-lounassuuntaiset lineamentit (mahdolliset rikkonaisuusvyöhykkeet) (Kuva 6-5). Huomattavimmat näistä ovat luode-kaakkosuuntaiset Lapijoen ja Eurajoen jokilaaksot. Lineamenttitulkintoja on tehty myös geofysikaaliseen aineistoon perustuen (Korhonen ym. 2005, Paananen 2013). Myös ne osoittavat, että alueella on selvä luode-kaakkosuuntainen lineamenttien päätrendi, ja osa näistä luode-kaakkosuuntaisista piirteistä on voitu todentaa rikkonaisuusvyöhykkeiksi kairauksin Olkiluodon puolella.

Kalliopaljastumia esiintyy runsaimmin alueen etelä- ja lounaisosissa, jossa ne muodostavat laajoja yhtenäisiä avokallioita (Kuva 6-7). Kalliomaiden osuus näillä alueilla voi olla yli 40 % pinta-alasta. Moreeni on alueen yleisin maalaji ja sitä on koko Eurajoen alueen maapinta-alasta noin 40 % (Lindroos ym. 1983). Moreeni on koostumukseltaan yleensä hiekkamoreenia. Moreenikerrostumien paksuudet ovat 1–4 metriä.

Kuivalahdelta Irjanteeseen ulottuu katkonainen harjujakso, joka on suunnaltaan länsi-lounainen–itäkaakkoinen (Kuva 6-7). Harjun aines on soraa ja hiekkaa, ja Kuivalahden alueella tehdyn seismisen luotauksen perusteella sen paksuus on 10–12 metriä (Kukkonen ym. 1985a). Harjun ympäristössä on sorasta, hiekasta ja karkeasta hiedasta muodostuneita useita metrejä paksuja rantakerrostumia. Rantakerrostumia on myös Lapijoen koillispuolella.

Alueen hienorakeiset kerrostumat esiintyvät kallioperän painanteissa ja laaksoissa. Laajimmat yhtenäiset savikot esiintyvät Irtanteen eteläpuolella ja Lapinjoen ja Eurajoen laaksoissa (Kuva 6-7). Eurajoen ja Lapinjoen luode-kaakkosuuntaisessa kallioperän murroslaaksossa savikerrostuman keskipaksuus seitsemän metriä, mutta se voi suurimmillaan olla yli 25 metriä (Lindroos ym. 1983, Kukkonen ym. 1985b, Kukkonen ym. 1987a). Eurajoen itärajalla, Kahilansuon alla savea on paksuimmillaan 16 metriä (Kukkonen ym. 1987b). Turvekerrostumia on Eurajoen länsiosassa Rauman karttalehden alueella 3 % maa-alasta ja itäosassa Kokemäen karttalehden alueella 11 %.

Alueella maasto kohoaa tasaisesti rannikolta sisämaahan päin siten, että länsiosan kiillegneissialueella se on alle 10 metriä merenpinnan yläpuolella, kun taas keski- ja itäosan rapakivialueella se on yleensä 10–40 metriä merenpinnan yläpuolella (Lindroos ym. 1983), korkeimpien kalliomäkien ollessa oliivinidiabaasin kattamalla alueella noin 50–60 metriä merenpinnan yläpuolella. Alavimmillaan maasto on Lapinjoen ja Eurajoen laaksoissa, jotka ovat vain metrin merenpinnan yläpuolella. Rapakivialuetta luonnehtivat vaihtelevat pinnanmuodot ja pienet jyrkänteet.



Kuva 6-7. Eurajoen maaperä (Lindroos 1973 & 1974).

6.1.5 Pohja- ja pintavedet

Pohjavedet

Eurajoen kunnassa sijaitsevat luokitellut pohjavesialueet ovat: Kuivalahden vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0205104) (Kuva 6-8, kohde nro 1), Metsäkulman vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0205102) (Kuva 6-8, kohde nro 2), Kor-

venkulman vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0205106) (Kuva 6-8, kohde nro 3), Irjanteen vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0205101) (Kuva 6-8, kohde nro 4) sekä Mullilan vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (0205103) (Kuva 6-8, kohde nro 5). (Ympäristöhallinto 2016b)



Kuva 6-8. Eurajoen kunnan pohjavesialueet. (Ympäristöhallinto 2016b)

Pintavedet

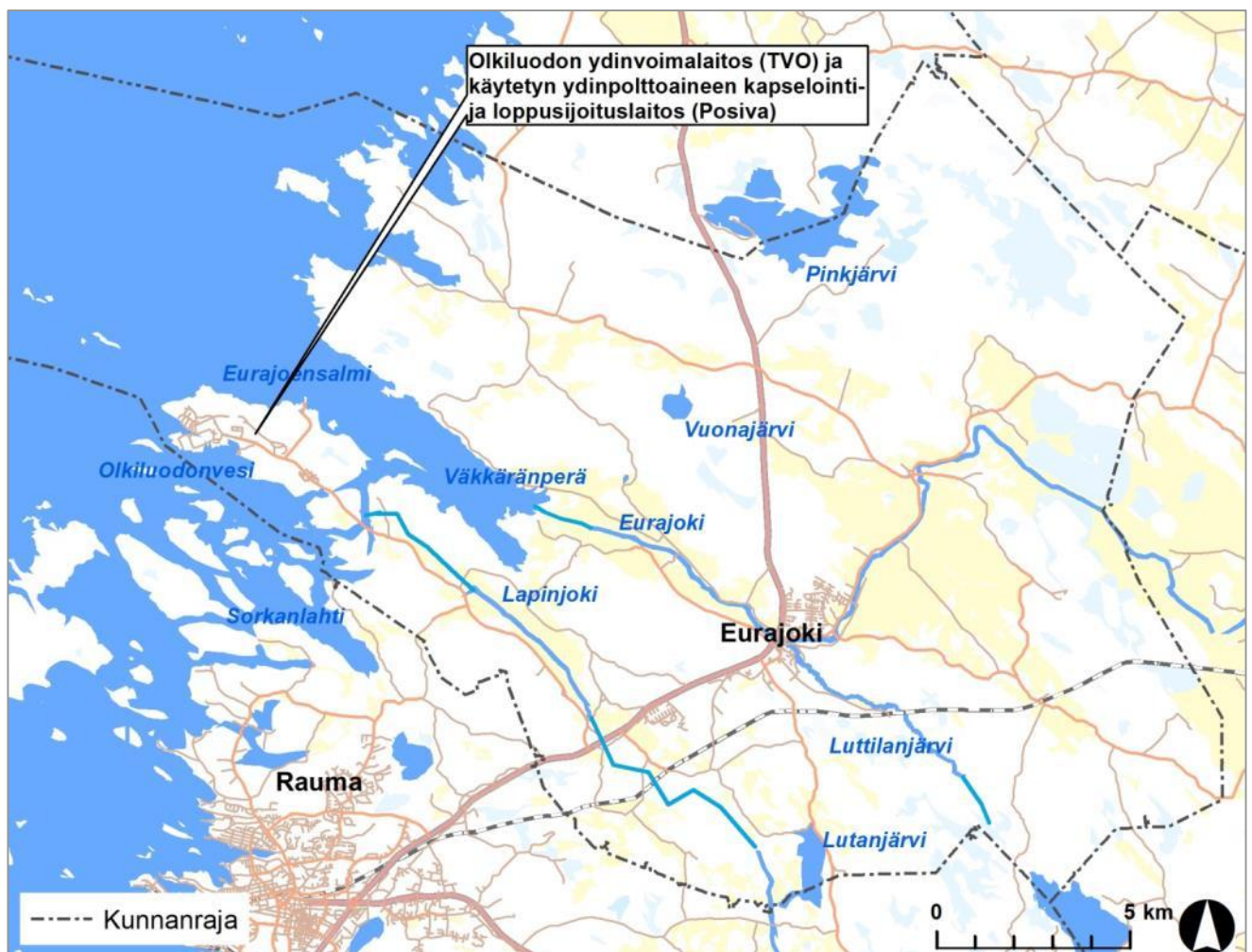
Eurajoen kunnan länsipuolella avautuu Selkämeri. Selkämereen työntyvä merenlahti, Eurajoensalmi, on pieni merialue Olkiluodon pohjoispuolella. Eurajoensalmi on noin 1,5 kilometriä leveä ja noin kahdeksan kilometriä pitkä. Siihen laskevat Eurajoki sekä Koskeljärvestä alkunsa saava Lapinjoki. Molemmat joet kulkevat Eurajoen kunnan halki. Eurajoen kunnassa pintavesistöjä on vain siellä täällä (Kuva 6-9). Kunnan suurin järvi on sen pohjoisosassa sijaitseva Pinkjärvi (pinta-ala 292,63 ha), joka on kuitenkin suurimmalta osin Porin puolella. Muita suurimpia järviä Eurajoella ovat sen keskiosassa sijaitseva Vuonajärvi (pinta-ala 29,14 ha), eteläosassa sijaitsevat Luttilanjärvi (pinta-ala 4,69 ha) ja Lutanjärvi (pinta-ala 38,66 ha). Lisäksi Eurajoella on muutamia muita pienempiä järviä sekä lampia. (Maanmittauslaitos 2016)

Eurajoen edustan merialue kuuluu Selkämeren rannikkoalueen valuma-alueelle (83) ja mantereen puoleinen Eurajoen kunnan alue jakautuu 20:neen valuma-alueeseen.

Eurajoen edustan merialue kuuluu Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Merialue jakautuu Olkiluodon kohdalla kahteen EU:n vesipuitedi-
rektiivin mukaiseen vesimuodostumaan. Olkiluodon länsipuoli kuuluu Olkiluodonve-
si–Haapasaarenvesi -vesimuodostumaan, joka lukeutuu Selkämeren sisemmät rannik-
kovedet -tyyppiin, eikä ole voimakkaasti ihmistoiminnan muuttama. Sen ekologinen se-
kä kemiallinen tila on hyvä. Olkiluodon alueen itäpuolinen vesialue kuuluu Eurajoen-
salmen vesimuodostumaan, joka kuuluu samaan tyyppiin kuin edellä mainittu. Sen
ekologinen tila on tyydyttävä ja kemiallinen tila hyvä. (Ympäristöhallinto 2016b)

Eurajoen edusta on matalaa rannikkoaluetta, missä on verrattain runsaasti pieniä saa-
ria ja luotoja. Eurajoen edustan ulkopuolinen merialue on melko avointa. Merialueen
veden laatuun ja ekologiseen tilaan sekä tuotantoon vaikuttavat Selkämeren rannikko-
vesien yleistila, jokien kuljettamat ravinteet ja muut aineet.

Rannikon lähialueen veden laatuun vaikuttaa lisäksi Eurajoen sekä Lapinjoen mukana
tuleva ravinnekuormitus. Eurajoen ja Lapinjoen veden laatuun vaikuttaa hajakuormituk-
sen lisäksi pistekuormitus. Eurajoen ja Lapinjoen vesien tila on tyydyttävä ja niiden vesi
on savisameaa. Molempia jokia on muutettu sekä perkauksin, pengerryksin että pa-
doin. Eurajokea säännöstellään sekä vesivoiman saamiseksi että tulvasuojelutarpeen
vuoksi. Molempien jokien vesiä käytetään raakavesilähteinä.



Kuva 6-9. Eurajoen kunnassa sijaitsevat pintavesistöt. (Maanmittauslaitos 2016)

6.1.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Eurajoen kunnan alue sijaitsee eteläboreaalaisella kasvillisuusvyöhykkeellä vuokko-vyöhykkeen eli lounaismaan alueella. Suovyöhykkeenä on Etelä-Suomen kilpiketaat. Eliömaakuntana on Satakunta. (*Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016*)

Eurajoen alue on osa Pohjanlahden rannikkoaluetta, jolle on ominaista suhteellisen nopea maankohoaminen ja siitä johtuva kasvillisuuden vyöhykkeisyys merenranta-alueilla. Eurajoen rannikolta löytyy muun muassa ulkosaariston kallio- ja moreeniluotoja, sisäsaariston metsäisiä saaria, harjusärkkiä, merenlahtien matalia pohjukkoita, rantaniittyjä, tervaleppälehtiä sekä reheviä jokisuistoja (*Lampolahti 1993*). Sekä ulkosaaristossa että rannikon tuntumassa on tärkeitä saaristolinnuston pesimäalueita. Eurajoen rannikkoalueella elää elinvoimainen viitasammakkopopulaatio, ja sinne sijoittuu lepakoiden suosimia alueita (*Matikainen & Matikainen 2013*). Rannikon uhanalaisiin lajeihin kuuluu muun muassa pikkuapollonperhonen, jonka ravintokasvin pystykiurukanuksen levinneisyyden pohjoisraja on Eurajoen suiston pohjoispuolella (*Kemppainen 2014*). Viitasammakko, lepakot ja pikkuapollon kuuluvat luontodirektiivin IV(a) liitteen lajeihin.

Eurajoen rannikkoalueen eteläosassa sijaitsevan Olkiluodon saaren alueelle on tehty maankäytön suunnittelua varten useita luontoselvityksiä (*mm. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007, Nieminen ym. 2009, Nieminen ym. 2011*). Niiden mukaan saaren luonnonympäristö on voimakkaasti ihmistoiminnan muuttamaa, mutta rantametsät ovat osittain melko luonnontilaisia. Olkiluodon eläimistöön kuuluvat hirvi, valkohäntäpeura, metsäkauris, supikoira, kettu, näättä, minkki, kärppä, hilleri, mäyrä, jänis ja rusakko (*Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007*). Olkiluodon–Orjansaaren–Eurajokisuiston alueella on pitkän maankäyttöhistorian omaavia perinnemaisema-alueita (*Härjämäki ym. 2011, Kemppainen 2014*).

Eurajoen sisämaa-alueella on kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella sekä metsäisiä alueita että kylä- ja peltoalueita. Itäosassa on soita, joista osa on otettu turvetuotanto-alueiksi. Eurajoen keskustan ympäristössä on lähinnä talousmetsiä, eikä esimerkiksi liito-oravia havaittu (*Oja & Oja 2014*). Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin kuuluva liito-orava kuuluu kuitenkin esimerkiksi Pinkjärven alueen lajistoon (*Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013b*) ja niitä on havaittu voimajohtojen YVA-menettelyjen luontoselvityksissä (*Fingrid Oyj 2003 & 2012*). Eurajoen kunnan keskustan ja peltoalueiden läpi virtaavan Eurajoen jokialueelle on laadittu muun muassa kasvillisuus-, linnusto- ja sudenkorentoselvitykset (*Eurajoki.info 2016*). Suomen lintuatlaksessa (*Valkama ym. 2011*) pääosa Eurajoen kunnan alueesta sijoittuu 10 km²:n ruutuihin, joissa varmasti, todennäköisesti tai mahdollisesti pesivien lintulajien lajimääräksi on kirjattu 110–120. Eniten pesimälajeja on havaittu Olkiluodon ja Linnamaan (680:320 ja 680:321) ruuduissa, joissa niitä oli 141 ja 145.

Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet

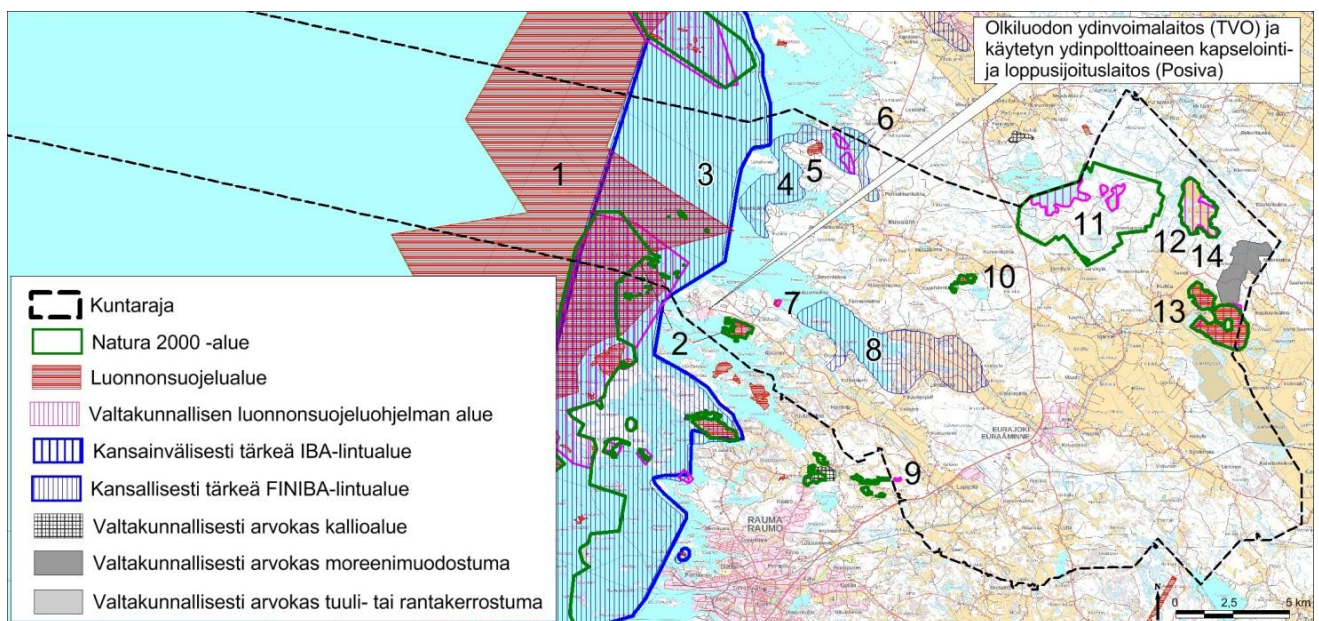
Tutkimusalueella sijaitsevat seuraavat tiedossa olevat kohteet (*Ympäristöhallinnon Karpalo-tietokanta 2016*), jotka on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 6-10).

1. **Selkämeren kansallispuisto** (KPU020037). Kansallispuisto on perustettu lailla (326/2011) Selkämeren aavan meren vedenalaisen luonnon, saaristojen ja luotojen, rannikon kosteikkojen sekä näihin liittyvien eliölajien suojelemiseksi ja niiden elinympäristöjen hoitamiseksi, luonnon- ja kulttuuriperinnön säilyttämiseksi sekä yleistä luonnonharrastusta, opetusta ja tutkimusta samoin kuin ympäristömuutosten seuranta varten. Kansallispuisto ulottuu noin 160 kilometrin mittaiselle merialueelle Kustavista Merikarvialle. Siihen kuuluu maa- ja vesialueita noin 91 200 hehtaaria. Eurajoen alueella on noin 6 000 hehtaaria kansallispuis-

ton keskiosasta. Lisäksi Eurajoen alueella sijaitsee kansallispuistoon sisältyvistä erillistä alueista Kornamaan saaren länsipuolinen pieni vesialue Olkiluodon pohjoispuolella.

2. **Rauman saariston Natura-alue** (FI0200073, SAC, 5350 ha). Natura-alueeseen sisältyy merilinnustolle tärkeää Selkämeren ulkosaaristoa ja merivyöhykkeen saaristoa sekä sisäsaariston osia, joissa on muun muassa kasvistollisesti arvokkaita lehtoja (*Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013a*). Eurajoen alueella sijaitsee Natura-alueen yhtenäisen ulkosaaristo- ja merialueen pohjoisosa ja siitä erillisiä pieniä saaria. Alue sisältyy pääosin myös Rauman saariston rantojensuojeluohjelman kohteeseen (RSO020020), Selkämeren kansallispuistoon ja IBA- ja FINIBA-lintualueisiin. Lisäksi Natura-alueeseen sisältyy Eurajoen alueelta noin 50 hehtaarin kokoinen Liiklankarin metsäalue, joka sijaitsee Olkiluodon saaren eteläosassa. Liiklankari kuuluu valtakunnalliseen vanhojen metsien suojeluohjelmaan (AMO020001), ja se on suojeltu Liiklankarin luonnonsuojelualueena (VMA020001).
3. **Rauman-Luvian saaristojen IBA-alue** (45) ja **Rauman-Luvian-Porin saariston FINIBA-alue** (120074, 27 371 ha). Suomen kansainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluva Rauman-Luvian saaristot on laaja yhtenäinen saaristoalue ja tärkeä merilintujen pesimäalue. Alue on osa Suomen tärkeisiin FINIBA-lintualueisiin kuuluvaa Rauman-Luvian-Porin saaristoa (*Leivo ym. 2002*). Molempien alueiden keskiosat ovat Eurajoen alueella. Pesimä- ja muuttolinnuston kannalta maakunnallisesti tärkeäksi arvioituun Rauman ja Eurajoen pohjoisen saariston alueeseen sisältyvät saariston lisäksi myös Olkiluodon saaren länsiosaa ympäröivät vesialueet (*Porin lintutieteellinen yhdistys ry & Rauman seudun lintuharrastajat ry 2014*).
4. **Kuivalahden FINIBA-alue** (120077, 1026 ha). Eurajoen rannikon pohjoisosan edustalla sijaitseva vesialue kuuluu Suomen tärkeisiin FINIBA-lintualueisiin (*Leivo ym. 2002*). Alueen pohjoisreuna on Eurajoen kunnan ulkopuolella.
5. **Leppäkarin luonnonsuojelualue** (YSA206417). Alue sijaitsee Eurajoen rannikon pohjoisosassa.
6. **Luvian saariston rantojensuojeluohjelmakohteen** (RSO020021) **eteläiset osa-alueet**. Rantojensuojeluohjelmakohteeseen kuuluu kaksi erillistä eteläistä osa-aluetta, jotka sijaitsevat Eurajoen rannikon pohjoisosassa Santalahdensalmen rannalla.
7. **Kornamaan vanhojen metsien suojeluohjelman kohde** (AMO000093). Noin 3 hehtaarin kokoinen metsäalue sijaitsee Kornamaan saaren länsiosassa Olkiluodon pohjoispuolella. Sen edustalla on pieni vesialue, joka sisältyy Saaristomeren kansallispuistoon.
8. **Eurajoen suiston FINIBA-alue** (120075, 1605 ha). Eurajoen jokisuisto sisältyy Suomen tärkeisiin FINIBA-lintualueisiin (*Leivo ym. 2002*). Siihen kuuluu joen- varsipeltoja sekä jokisuiston vesialuetta, saaria ja rantametsiä. Suiston alue ja pellot ovat maakunnan merkittävimpiä keväisten kosteikkolintujen levähdysalueita (*Porin lintutieteellinen yhdistys ry & Rauman seudun lintuharrastajat ry 2014*).
9. **Pramin lehtojen lehtojensuojeluohjelmakohteen** (LHO020058) itäisin osa-alue. Lehtojensuojeluohjelmakohteen muut osa-alueet sisältyvät Rauman diabaasialueen Natura-alueeseen (FI0200002, SAC, 76 ha). Ne eivät sijaitse Eurajoen kunnan alueella.

10. **Vuonajärven Natura-alue** (FI0200174, SAC, 24 ha). Kolmesta lähekkäisestä metsäalueesta muodostuva alue sijaitsee Eurajoen kunnan pohjoisosassa. Pinta-alaltaan suurin itäinen osa-alue ja osa keskimmäisestä osa-alueesta on suojeltu Vuonajärven luonnonsuojelualueena (YSA206232 ja YSA206697).
11. **Pinkjärven Natura-alue** (FI0200078, SAC, 1 681 ha). Natura-alueeseen sisältyvät Pinkjärvi–Ylistenjärvet rantojen suojeluohjelmakohteen (RSO020024) kolme osa-aluetta sekä niitä ympäröivä metsäalue. Alueen järvet ovat kasvillisuudeltaan erikoisia luontaisesti reheviä järviä ja metsät osittain luonnontilaisia tai niitä on ennallistettu (*Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013b*). Alue sijaitsee Eurajoen kunnan koillisosassa.
12. **Lastensuon Natura-alue** (FI0200009, SAC, 279 ha). Alue on hieman suppeammalla rajauksella valtakunnallisen soidensuojeluohjelman kohde (SSO020048). Alue sijaitsee Eurajoen kunnan koillisosassa.
13. **Huhdansuo–Kakkeriansuon Natura-alue** (FI0200087, SAC, 365 ha) ja **soidensuojelualue** (SSA020014). Alue on hieman suppeammalla rajauksella valtakunnallisen soidensuojeluohjelman kohde (SSO020047). Alue sijaitsee Eurajoen kunnan koillisosassa. Sen itäreuna on Eurajoen kunnan ulkopuolella.
14. Valtakunnallisesti arvokas moreenimuodostuma **Jakoniitun reunamooreniparvi** (MOR-Y02-013). Alue sijaitsee Eurajoen kunnan koillisosassa.



Kuva 6-10. Eurajoella sijaitsevat Natura 2000 -alueverkoston kohteet sekä luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet.

6.1.7 Ilmasto ja ilmanlaatu

Eurajoki sijaitsee Satakunnan maakunnassa, jonka ilmastoa leimaa kaksijakoisuus merellisen rannikon ja mantereisen sisämaan välillä. Vuoden keskilämpötila on tyypillisesti Rauman ja Porin välisellä rannikon noin +5 asteesta koillisen noin +3 asteeseen. Vuotuinen sademäärä jää Selkämeren rannikolla keskimäärin vähän alle 600 millimetrin, on yleisesti muualla maakunnassa 600–650 millimetriä. Satakunnan etelä- ja keskiosassa lumipeitteen paksuus on suurimmillaan 20–30 senttimetriä. Kasvukauden pituus on

170–190 vuorokautta. (Ilmatieteenlaitos 2016) Vallitseva tuulen suunta on lounaasta (Tuuliatlas 2016).

Päästöt ilmaan ovat Eurajoella vähäiset. Pienemmistä teollisuuslaitoksista eli pistelähteistä sekä niin sanotuista aluelähteistä (esim. omakotitalot, saunat) aiheutuvien päästöjen määrää ei ole arvioitu. Eurajoella ei ole ilmanlaadun seurantaa. Lähin seurantamittauspiste on Raumalla. Myös teollisuuspaikkakunnilla Harjavallassa ja Porissa seurataan ilmanlaatua. (Posiva 2012c)

6.1.8 Liikenne

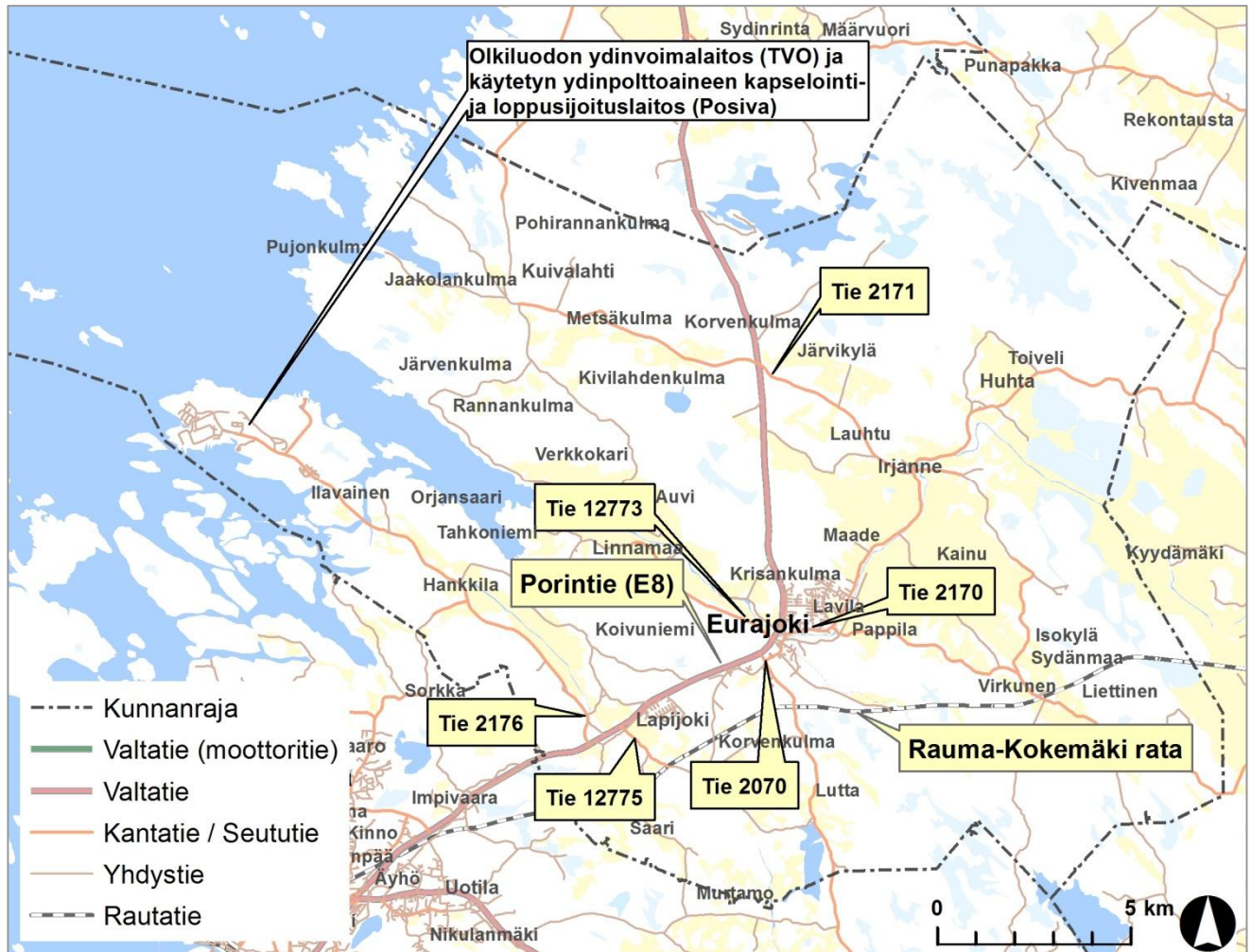
Eurajoen halki kulkee valtatie 8 (Porintie). Porintien keskimääräinen ajoneuvoliikenne Eurajoella oli noin 6 300–10 200 ajoneuvoa vuorokaudessa vuonna 2014. Raskasta liikennettä tästä oli noin 800–1 000 autoa/vrk. (Liikennevirasto 2016) Porintieltä risteää lukuisia pienempiä teitä Eurajoen kunnan eri osiin (Kuva 6-11). Suurimmat Porintieltä risteävät tiet ja niiden liikennemäärät on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 6-2). Lisäksi Eurajoen kunnassa risteilee lukuisia pienempiä teitä.

Eurajoen kaakkoisosassa kulkee Rauma–Kokemäki -ratayhteys. Rauman rata on Suomen rataverkkoon kuuluva rataosuus, joka kulkee Kokemäeltä Raumalle. Rauma–Kokemäki -radalla kulkee pääasiassa vain tavaraliikennettä.

Olkiluodon saaren pohjoispuolella sijaitsee teollisuussatama, johon johtaa lännestä Kallan pohjoispuolitse kuuden metrin laivaväylä. Satama toimii avovesikautena sekä vienti- että tuontisatamana. Aluskäyntejä satamassa on vuosittain noin 90–100 (Teollisuuden Voima Oyj 2008). Lisäksi Olkiluodon saaren etelärannalla on Olkiluodon ydinvoimalaitosten laiturit, joihin johtaa viiden metrin syvyinen laivaväylä. OL1:n laiturissa (ja arviolta myös OL3:n laiturissa) käy enimmillään 1-2 laivaa vuodessa. Pujonkulmassa sijaitsee kalasatama, johon johtaa kahden metrin laivaväylä.

Taulukko 6-2. Porintieltä risteävät suurimmat tiet ja niiden liikennemäärät Eurajoen kunnassa. (Liikennevirasto 2016)

TIEN NIMI JA NUMERO	KESKIMÄÄRÄINEN AJONEUVOLIIKENNE (autoa/vrk) v. 2014	RASKAAN LIIKENTEEN MÄÄRÄ (ajoneuvoa/vrk) v. 2014
Olkiluodontie (2 176)	2 281	181
Taipaleentie (12 775)	507	26
Lapintie/Eurajoentie (2 070)	1 053	145
Kirkkotie/Huhdantie (2 170)	4 884	201
Linnanmaantie (12 773)	661	15
Kämpäntie (2 171)	434	59



Kuva 6-11. Eurajoen kunnan ja lähiympäristön tiet.

6.1.9 Melu ja värinä

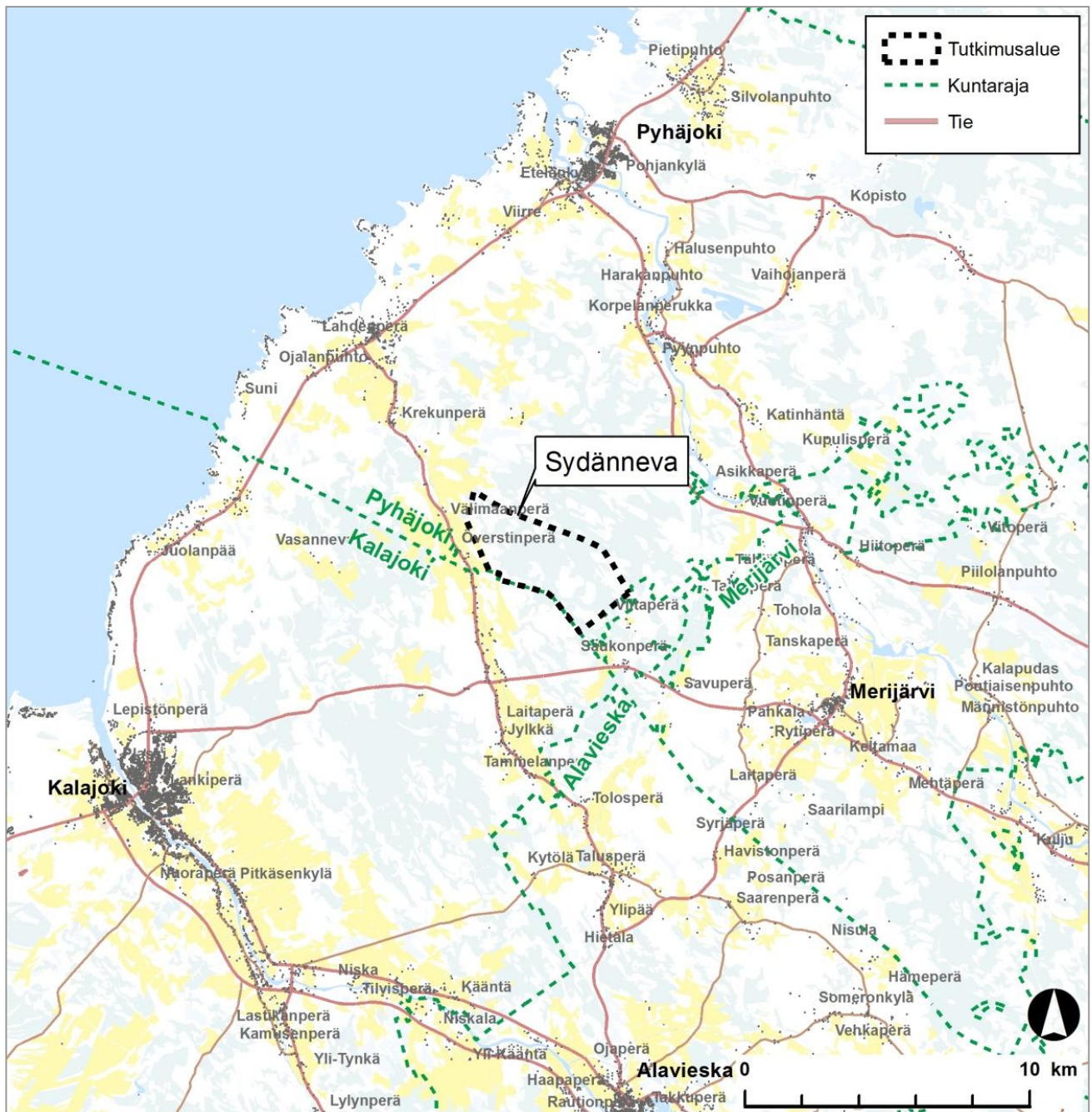
Suurelta osin Eurajoen kuntaa melua aiheuttaa pääosin liikenteestä. Teollisten toimintojen lähialueella, erityisesti Olkiluodossa, melua aiheuttaa runsaammin. Olkiluodon lähiympäristön melutasoon vaikuttavat Teollisuuden Voima Oyj:n nykyiset voimalaitosyksiköt OL1 ja OL2, rakenteilla olevan voimalaitosyksikön OL3 rakennustyömaa ja lisäksi muun muassa tuulivoimalaitos, Posiva Oy:n ONKALO-työmaa, satama ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos. Melumallinnuksen perusteella (Posiva 2012c) tilanteessa, jossa Teollisuuden Voima Oyj:n ydinvoimalaitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 ovat käytössä, Posiva Oy:n kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat rakenteilla ja louhetta murskaataan, melutasot jäävät ohjearvojen alle lähimpien vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla sekä päivällä että yöllä.

Eurajoen kunnassa värinä on pääosin liikenneperäistä ja kohdistuu lähinnä teiden välittömään läheisyyteen raskaiden ajoneuvojen liikenteestä. Värinää lähiympäristöön syntyy myös rakennustyömailla, erityisesti Olkiluodossa. Olkiluodon alueelle värinää aiheuttaa Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen (OL3) sekä Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakennustöistä, kuten esimerkiksi räjäytyksistä, maa- ja rakennustöistä sekä ajoneuvojen ja työkonien käytöstä. ONKALON työmaan räjäytykset ovat maksimissaan olleet magnitudin 0,7 luokkaa (Posiva 2012c).

6.2 Pyhäjoen Sydänneva

6.2.1 Sijainti ja lähialueen toiminnot

Sydännevan tutkimusalue (noin 13 km²) sijaitsee Pyhäjoen kunnan alueella Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa (Kuva 6-12). Tutkimusalue rajautuu etelässä Kalajoen kunnan rajaan ja itäpuolella tutkimusalueen raja sivuaa Merijärven kunnan rajaa. Tutkimusalueen lähimmät asuinkeskittymät ovat Merijärvi noin kuusi kilometriä kaakkoon, Pyhäjoki noin 11 kilometriä pohjoiseen, Alavieska noin 13 kilometriä etelään sekä Kalajoki noin 13 kilometriä lounaaseen.



Kuva 6-12. Sydännevan tutkimusalueen sijainti.

Tutkimusalue on tällä hetkellä pääosin metsätalouskäytössä, ainoastaan aivan tutkimusalueen länsirajalla on peltoalueita. Alueella ei ole teollista toimintaa. Tutkimusalueesta noin 0,3 kilometriä pohjoiseen Ylihautalan alueella sekä noin 0,6 kilometriä pohjoiseen Metsäniityn Poro-Pirkolan alueella on voimassa olevat maa-ainesluvut (*Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016*). Tutkimusalueesta noin 4,2 kilometriä länteen sijaitsee Mälikankaan tuulivoimapuisto, joka on siirtynyt tuotantovaiheeseen vuonna 2016 (*wdp Finland Oy 2016*). Krekunperän alueella Mehtäkyläntien varrella, tutkimusalueesta noin neljä kilometriä luoteeseen, on karttatarkastelun perusteella turkistarhoja. Merijärvellä tutkimusalueesta noin kuusi kilometriä kaakkoon on käynnissä Puhurin Merijärvi, Pyhäjoki, Pyhäkoski -tuulivoimahanke (*Puhuri Oy 2016*). Pyhäjoella tutkimusalueesta noin 18 kilometriä pohjoiseen sijaitsee Fennovoima Oy:n Hanhikivi 1-ydinvoimalaitoksen laitospaikka. Lisäksi teollista toimintaa on tutkimusalueesta noin 13 kilometriä lounaaseen Kalajoen alueella. Tutkimusalueesta 3,7 kilometriä koilliseen Yläsalon alueella sijaitsee sorakuoppa.

Osittain tutkimusalueelle sijoittuu wdp Finland Oy:n suunnittelema Karhunnevakankaan tuulipuistohanke. Hankkeen YVA-menettely on päättynyt ja kaavamenettely on meneillään. Suunnittelualue sijaitsee noin 12 kilometriä Pyhäjoen kunnan keskustasta kaakkoon, Pyhäjoen ja Yppärin välisellä metsäalueella. Tuulipuiston suunnittelualueen koko on noin 2 590 hehtaaria. Karhunnevakankaan hankealueelle on suunniteltu rakennettavan 36–40 tuulivoimalaa, kukin teholtaan noin 3 MW. Tuulipuistohankkeen vaihtoehtoista riippuen noin viisi tuulivoimalaa sijoittuisi Fennovoiman suunnitteleman Sydännevan tutkimusalueen pohjoisreunalle.

Tutkimusalueella ei ole muita käynnissä olevia YVA-hankkeita tai tiedossa olevia ympäristö- tai vesiluvan varaisia hankkeita. Tutkimusalueen lähiympäristössä, noin 1,3 kilometriä etelään kulkee suurjännitevoimalinja ja sähkölinja (jakelujännite) sekä noin 0,7 kilometriä länteen sähkölinja (jakelujännite). Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämiseen tarvittava 110 kilovoltin voimajohto on suunniteltu kulkevan tutkimusalueen eteläpuolella noin 1,3 kilometrin etäisyydellä olemassa olevan suurjännitevoimajohtolinjan vierellä. Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämisen tarvittavien voimajohtojen YVA-menettely on parhaillaan käynnissä ja YVA-selostus on jätetty yhteysviranomaiselle kesäkuun alussa 2016.

6.2.2 Asutus, ihmiset ja yhteisöt

Sydännevan tutkimusalueella ei sijaitse asuinrakennuksia (Kuva 6-13). Tutkimusalueen lähiympäristössä asutusta sijaitsee sen länsipuolella Yppärintien (yhdystie 7840) varrella, lähimmillään noin 300 metrin etäisyydellä. Lähimmät asuinrakennukset alueen kaakkoispuolella Saukonperän ja Överstinperän alueella ovat noin 300–600 metrin etäisyydellä. Tutkimusalueesta 20 kilometrin säteellä lähimmät asuinkeskittymät ovat Merijärvi, Pyhäjoki, Kalajoki ja Alavieska (Kuva 6-14).

Sydännevan tutkimusalueen sisällä sijaitsee yksi lomarakennus kaakossa Umpilammen rannalla (Kuva 6-13). Tutkimusalueen lähiympäristössä on muutamia lomarakennuksia, joista lähimmät sijaitsevat 400 metrin etäisyydellä tutkimusalueen länsi- ja pohjoispuolilla.

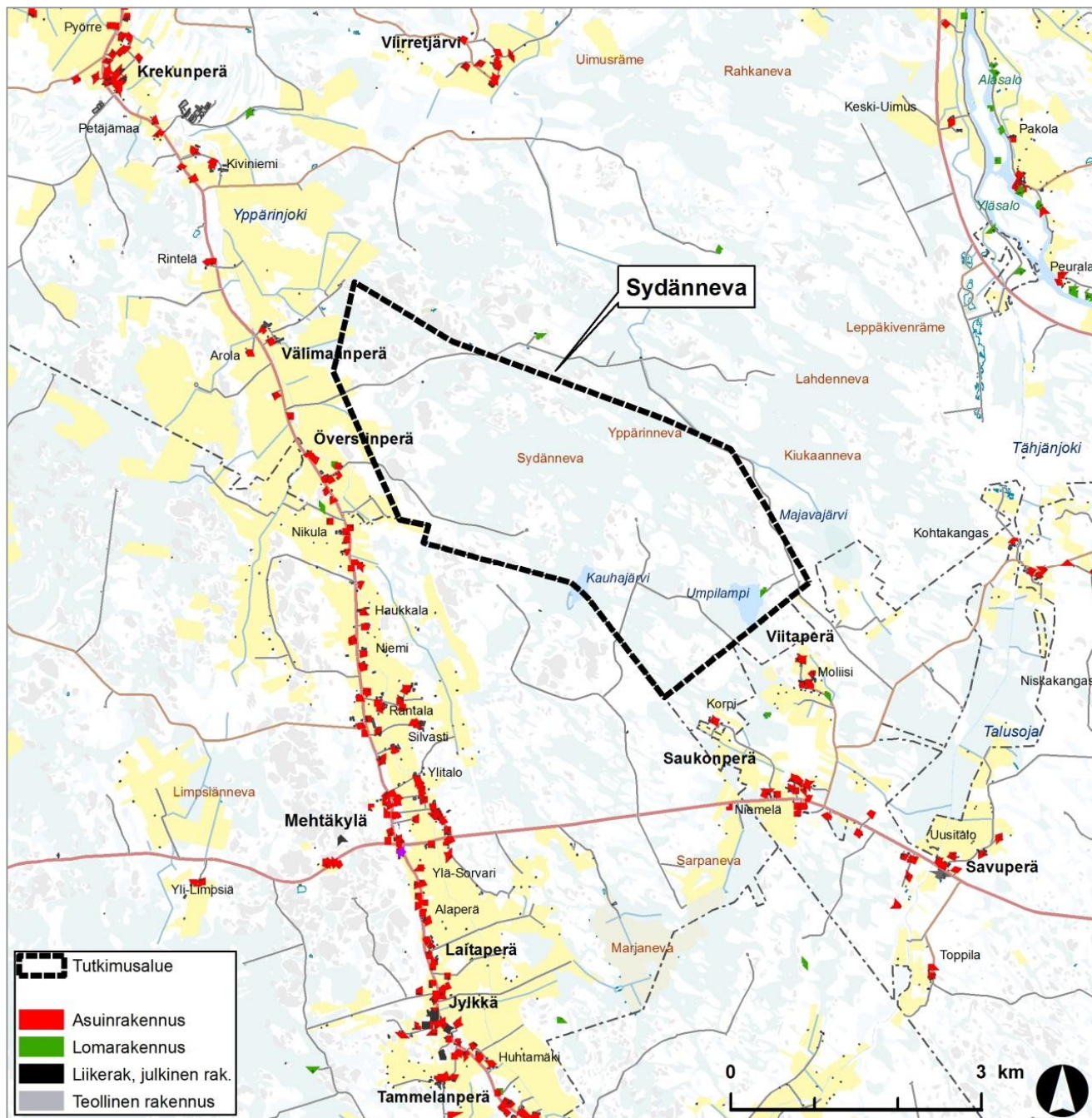
Lähimmät koulut sijaitsevat noin neljä kilometriä etelään Kalajoen Mehtäkylässä sekä noin kuusi kilometriä kaakkoon Merijärvellä. Näissä paikoissa sijaitsevat myös lähimmät päiväkodit, vanhusten palvelutalot ja terveyskeskukset. Tutkimusalueen rajalta noin 0,5 kilometriä länteen kulkee Yppärintien pohjois-eteläsuuntainen melontareitti. Lähin uimaranta sijaitsee noin neljä kilometriä etelään Yli-Limpsian itäpuolella olevalla lammella. (*Paikkatietoikkuna 2016*)

Pyhäjoella toimii Pyhäjoen metsästysseura ry, Kalajoella Kalajoen Metsästysyhdistys ry sekä Merijärvellä Merijärven Metsästäjät ry. Tutkimusalueella ei ole metsästysmajoja. Sydännevan tutkimusalueen sisällä alueen virkistyskäyttö on lähinnä metsien paikallista virkistyskäyttöä kuten esimerkiksi marjastusta, sienestystä, metsästystä.

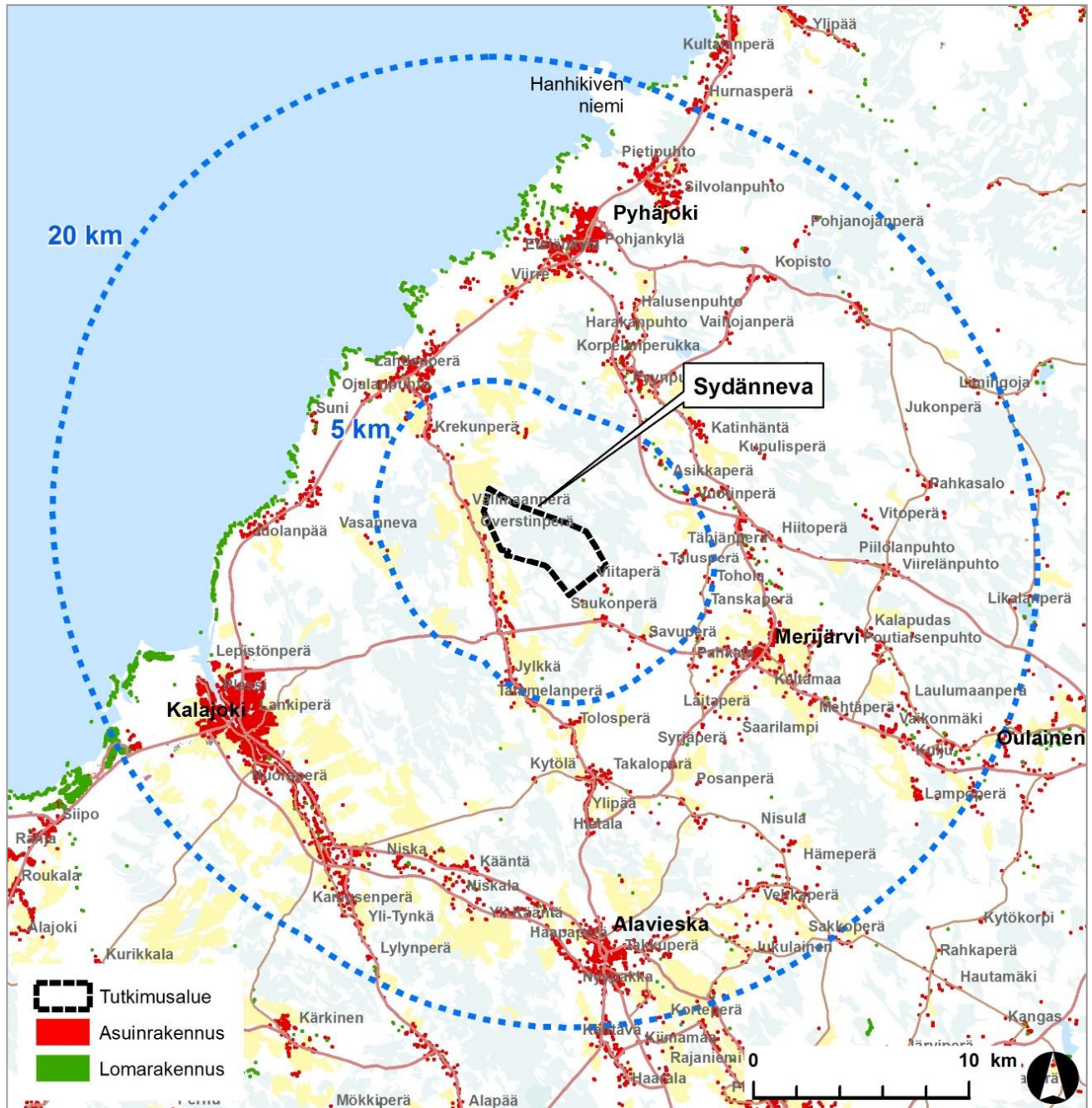
Pyhäjoen kunnan avainluvut on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 6-3).

Taulukko 6-3. Pyhäjoen kunnan avainluvut. (Tilastokeskus 2016)

	PYHÄJOKI
Taajama-aste %, 2014	70,7
Väkiluku 2014	3 290
Väkiluvun muutos edellisestä vuodesta, %, 2014	-2
Kuntien välinen muuttovoitto/-tappio, henkilöä, 2014	-64
Työttömien osuus työvoimasta, %, 2013	12,7
Eläkeläisten osuus väestöstä, %, 2013	30,2
Taloudellinen huoltosuhde, 2013	176,4
Alkutuotannon työpaikkojen osuus, %, 2013	14,2
Jalostuksen työpaikkojen osuus, %, 2013	29,0
Palvelujen työpaikkojen osuus, %, 2013	55,1



Kuva 6-13. Sydännevan tutkimusalueen rakennettu ympäristö, jossa esitetty asuin- ja lomarakennukset.



Kuva 6-14. Sydannevan tutkimusalueen ympäristössä 5 ja 20 kilometrin säteellä sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset.

6.2.3 Kaavoitus

Maakuntakaava

Sydannevan tutkimusalueella maankäyttöä ohjaa Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaava. Pohjois-Pohjanmaan voimassa oleva maakuntakaava on hyväksytty maakuntavaltuustossa vuonna 2003 ja vahvistettu ympäristöministeriössä 2005. Kaava on tullut lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden 25.8.2006 tekemällä päätöksellä. Pohjois-Pohjanmaalla on lisäksi vireillä 1., 2. ja 3. vaihemaakuntakaava, joiden osalta Sy-

dännevan tutkimusalueelle ei ole osoitettu aluevarauksia. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016)

Pääosa Sydännevan tutkimusalueesta on maakuntakaavassa (Kuva 6-15) kaavoittamatonta. Tutkimusalueen sisällä ja sen lähiympäristössä on maakuntakaavassa merkitty kolme muinaisjäännöstä, jotka ovat muinaismuistolain (295/63) nojalla rauhoitettuja. Tutkimusalueesta noin 200 metriä länteen on maakuntakaavan mukainen Mehtäkylän asutustihentymä. Maakuntakaavassa tutkimusalueen eteläpuolella kulkee pääsähköjohto sekä seututie Oulaistentie noin 1,3 kilometrin etäisyydellä. Tutkimusalueesta noin kaksi kilometriä pohjoiseen on maakuntakaavassa kaupunki-maaseutu -vuorovaikutusalueen raja sekä noin kolme kilometriä itään maaseudun kehittämisen kohdealue Pyhäjokilaakso -alueen raja.



Kuva 6-15. Sydännevan tutkimusalueen ja lähiympäristön maakuntakaavan merkinnät. Tutkimusalue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan alueella. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2006)

Yleis- ja asemakaavat

Sydännevan tutkimusalueen pohjoisreunalla on vireillä Karhunnevan kankaan tuulipuiston osayleiskaavoitus.

Lähimmät muut yleiskaavat ovat Merijärvi, Ristivuori, Pyhäkoski -osayleiskaava tutkimusalueesta noin 4,2 kilometriä itään sekä Pyhäjoen Mälikankaan tuulipuiston osayleiskaava noin 4,2 kilometriä länteen. Lähin asemakaava on Merijärven asemakaava noin 7,9 kilometriä kaakkoon.

6.2.4 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maiseman yleiskuvaus

Maisemamaakuntajaossa Sydännevan tutkimusalue kuuluu Pohjanmaan maisemamaakuntaan ja tarkemmassa maisemaseutujaottelussa Keski-Pohjanmaan jokiseutuun ja rannikkoon (*Ympäristöministeriö 1992*). Keski-Pohjanmaan jokiseutua ja rannikkoa luonnehtivat kapeahkot jokilaaksojen viljelyalueet ja niiden väliin jäävät laajahkot karut ja soiset moreeniselänteet. Maasto on suhteellisen tasaista, mutta paikoin kumpareista ja tasaisille alueille on syntynyt laajoja suoalueita. Keski-Pohjanmaan jokien yläjuoksulla asutus on yleensä sijoittunut laakson reunalla oleville kumpareille. Pellot ovat tyypillisesti asutuksen ja joen välissä. Keski- ja alajuoksulla rakennukset sijaitsevat jokityrällä. Peltoviljelyn ohella karjanpidolla on ollut tärkeämpi merkitys kuin Etelä-Pohjanmaalla, mutta viime aikoina turkistarhaus on ollut tärkeä elinkeino.

Sydännevan tutkimusalueen maisemaa leimaavat nevat, rämeet ja suot, joista osa on ojittamattomia. Alue on kauttaaltaan melko tasaista, eikä suuria korkeuseroja ole. Suoalueiden ympärillä on muutamia metsäisiä kallioalueita ja mäenharjanteita. Tutkimusalueen eteläosassa maisemalle oman erityispiirteen antavat muutamat järvet, joista toisen rannat ovat rakentamattomia ja toisen rannalla on yksi lomarakennus. Tutkimusalueen länsirajan tuntumassa avautuu viljelysmaisemia.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvokohteet

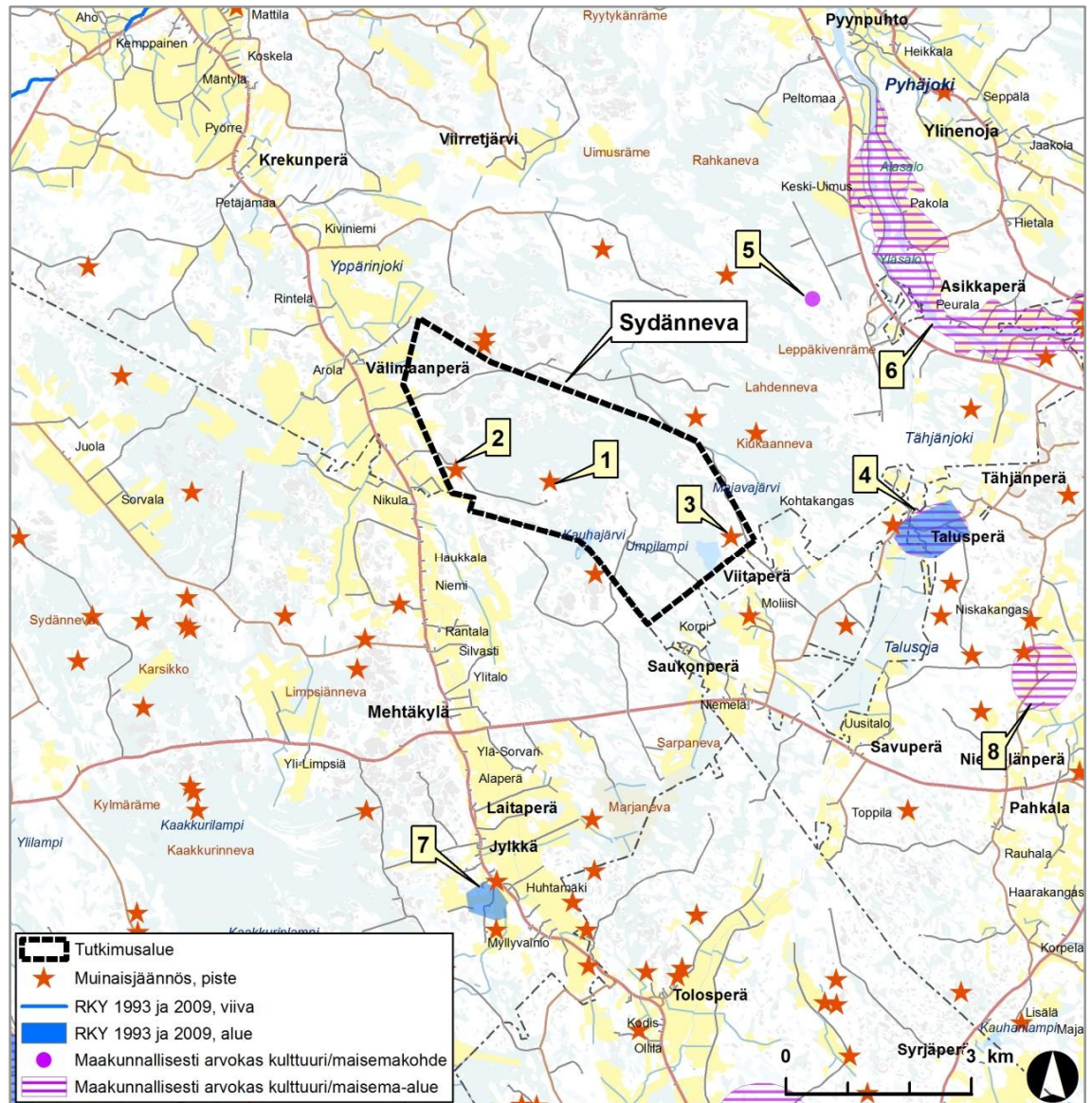
Tutkimusalueesta noin kaksi kilometriä itään sijaitsee Talusperän valtakunnallisesti merkittävä rakennetun kulttuuriympäristön kohde (Kuva 6-16, kohde nro 4). Noin kolmen kilometrin etäisyydellä tutkimusalueen lounaispuolella sijaitsee valtakunnallisesti merkittävä rakennetun kulttuuriympäristön kohde Jylkän talonpoikaistila (Kuva 6-16, kohde nro 7). (*Museovirasto 2016*)

Tutkimusalueesta noin kolme kilometriä koilliseen, Kiuasnevan itäpuolella, on arvokas harjumuodostuma, joka on samalla maiseman vaalimisen kannalta valtakunnallisesti tärkeä alue (MY-hs) (Kuva 6-16, kohde nro 5). Maiseman vaalimisen kannalta maakunnallisesti tärkeä Pyhäkosken alue sijaitsee tutkimusalueesta noin neljä kilometriä koilliseen (Kuva 6-16, kohde nro 6) ja maakunnallisesti arvokas Tanskanperän maisema-alue noin 4,7 kilometriä kaakkoon (Kuva 6-16, kohde nro 4). (*Pohjois-Pohjanmaan liitto 2006*) Pohjois-Pohjanmaalla suoritettiin vuonna 2014 valtakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitysinventointi (*Pohjois-Pohjanmaan liitto 2014*). Sydännevan tutkimusalueen lähiympäristöstä ei inventoitu uusia arvokkaita maisema-alueita.

Muinaismuistot

Sydännevan alueella on kolme muinaisjäännöstä: keskiosassa Sydännevan saaret röykkiö (kivirakenne) (Kuva 6-16, kohde nro 1), lännessä Lähdekangas E -röykkiö (Kuva 6-16, kohde nro 2) sekä idässä Korkiakangas SE -röykkiö (Kuva 6-16, kohde nro 3). Sydännevan saaret varhaismetallikautinen kiinteä muinaisjäännös on nevojen saartama kallioinen kangassaareke. Röykkiö on kalliopohjalla ja sen keskustaa on kaiveltu, mutta se on hyvässä kunnossa ja melko näyttävä muinaisjäännös. Lähdekangas E -

röykkiö on epämääräisen muotoinen yhtenäinen kalliolle tehty kiveys, jonka halkaisija on 5-6 metriä. Kiveyksessä on yksi kivikerta ja sitä voi paremmin luonnehtia latomukseksi kuin röykkiöksi, mutta se on selvästikin koottu latomus. Korkiakangas SE -kivirakenne on osin tuhottu pieni röykkiö, jonka ala on noin 7 x 3 metriä. Lisäksi vuonna 2015 tutkimusalueen läheisyydestä on kartoitettu neljä uutta muinaisjäännöskohdetta (Itäpalo & Schulz 2015). Tutkimusalueen ulkopuolella on useita muita muinaisjäännöksiä lähimmillään noin 900 metrin etäisyydellä.



Kuva 6-16. Sydännevan tutkimusalueen ja sen lähiympäristön maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet. Kuvassa esitetyt numeroinnit on selitetty tekstissä. (Maanmittauslaitos 2016, Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016)

6.2.5 Maa- ja kallioperä

Sydännevan tutkimusalue sijaitsee Pohjanmaan liuskealueella, joka koostuu pintasyntyisistä kivilajeista ja niitä leikkaavista 1,88 miljardia vuotta vanhoista happamista syväkivistä, graniiteista ja granodioriiteista. Sydännevan kallioperä vaihtelee keski-

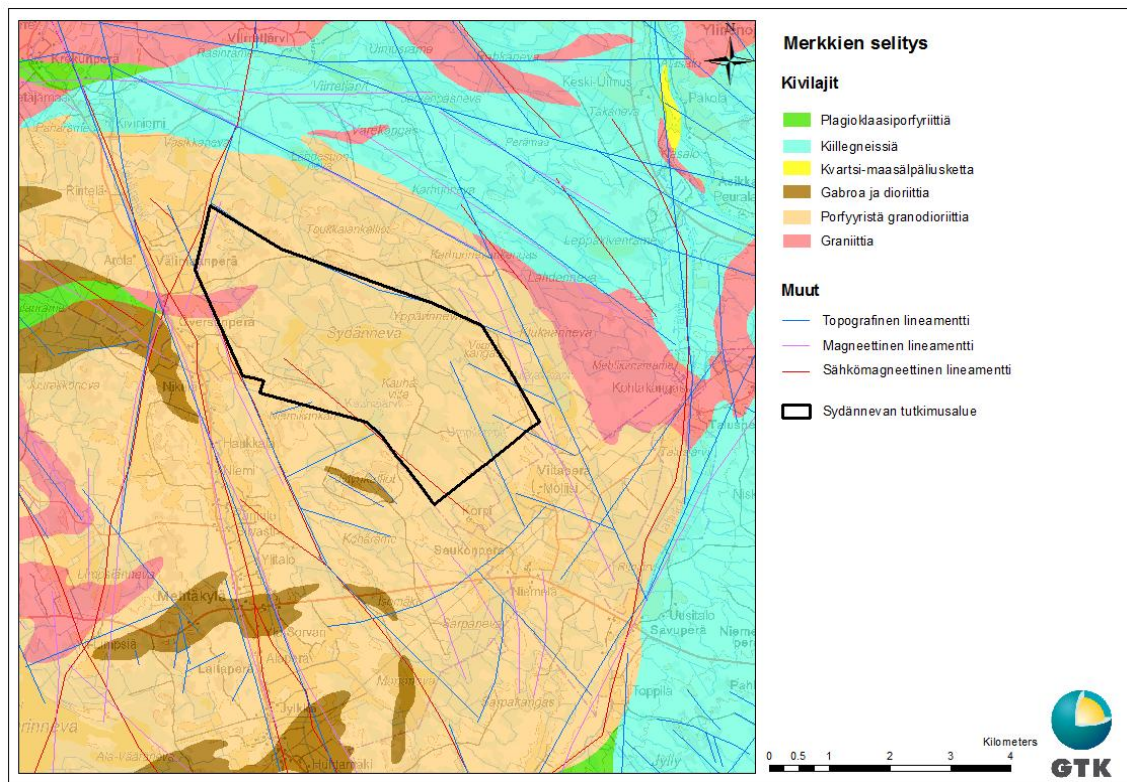
rakeisesta granodioriitista porfyyriseen granodioriittiin (Kuva 6-17), jossa hajarakeet ovat kalimaasälpää (Salli 1965). Liuskesulkeumat ja graniittiset juonet ovat yleisiä.

Lineamenttitulkintojen perusteella tutkimusalue on kalliolohko, jota rajaavat pohjoisessa, idässä ja etelässä kokoluokkaa 2 olevat mahdolliset rikkonaisuusvyöhykkeet ja etelässä kokoluokkaa 3 oleva mahdollinen rikkonaisuusvyöhyke. Alueen länsipuolella, alle yhden kilometrin etäisyydellä on kokoluokan 1 rikkonaisuusvyöhyke. Rikkonaisuusvyöhykkeiden kokoluokkien määrittelyt on esitetty luvussa 3.4.3.

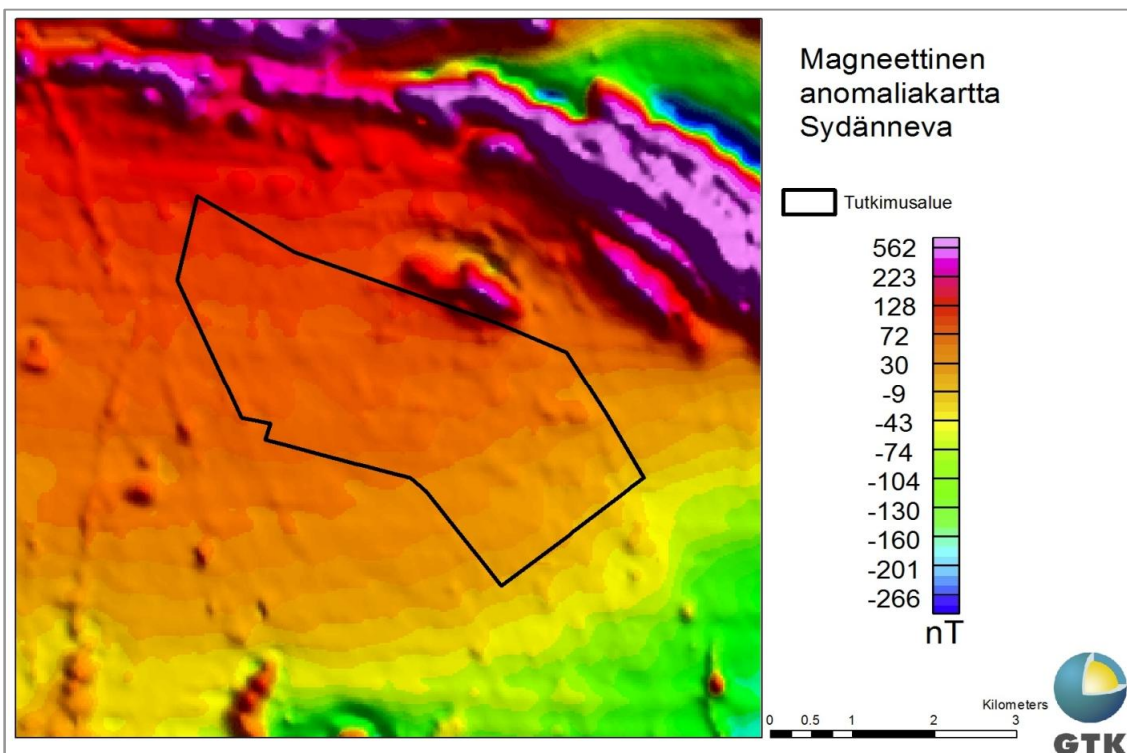
Geofysikaalisesti Sydännevan tutkimusalue on rauhallinen (Kuva 6-18). Alueen sisällä ei ole havaittavia magneettisia tai sähköisiä anomalioita, mutta tutkimusalueella voidaan havaita loiva magneettikentän kasvu (noin 20 nT/km) kohti pohjoista/pohjoisluodetta. Ainoastaan aivan tutkimusalueen pohjoisreunassa Yppärinnevan pohjoispuolella on pienialainen magneettinen maksimi, joka mahdollisesti liittyy kiillegneissisulkeumaan tai emäksiseen muodostumaan (gabro, dioriitti). Alueen pohjois- ja koillispuolella noin 1-2 kilometrin päässä sijaitseva voimakkaampi kaartuva anomaliavyöhyke liittyy kiillegneissiin.

Tutkimusalueella on runsaasti kalliopaljastumia (10 % alueen pinta-alasta), joiden välissä on siltimoreenia (25 %) ja turvekerrostumia (65 %). Alueen keskellä olevan Sydännevan perusteella turvekerrostumat ovat yleensä on alle kahden metrin paksuja (Turunen & Laatikainen 2007). Topografialtaan alue on hyvin tasaista. Korkeuserot alueen sisällä ovat yleensä korkeintaan kolme metriä ja suurinkin mitattu matalimman ja korkeimman kohdan välinen ero on vain kuusi metriä. Vuonna 1985 tehtyjen aluevalintatutkimusten (Salmi ym. 1985) kenttähavaintojen mukaan rakotiheys kalliopaljastumilla on keskimäärin 0,84 rakoa/m mitattuna kohtisuorilta pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaisilta mittauslinjoilta. Tutkimusalueen läheisyydessä on tehty sulfaattimaaselvitys, jonka mukaan selvitysalueen suoalueilla esiintyy paikoin happamia sulfaattimaita (Auri 2015).

Tutkimusalue on kokonaan jalometallien ja kaoliinin suhteen potentiaalisella alueella. Sydännevan tutkimusalueella ei kuitenkaan ole tunnettuja malmimineraaliesiintymiä, mutta joitakin raudan suhteen rikastuneita lohkarkeitä on raportoitu. Alueella ei ole malminetsintävarauksia.



Kuva 6-17. Sydännevan tutkimusalueen ja sen ympäristön kallioperä (Salli 1965). Lineamentit GTK:n aineiston mukaan.

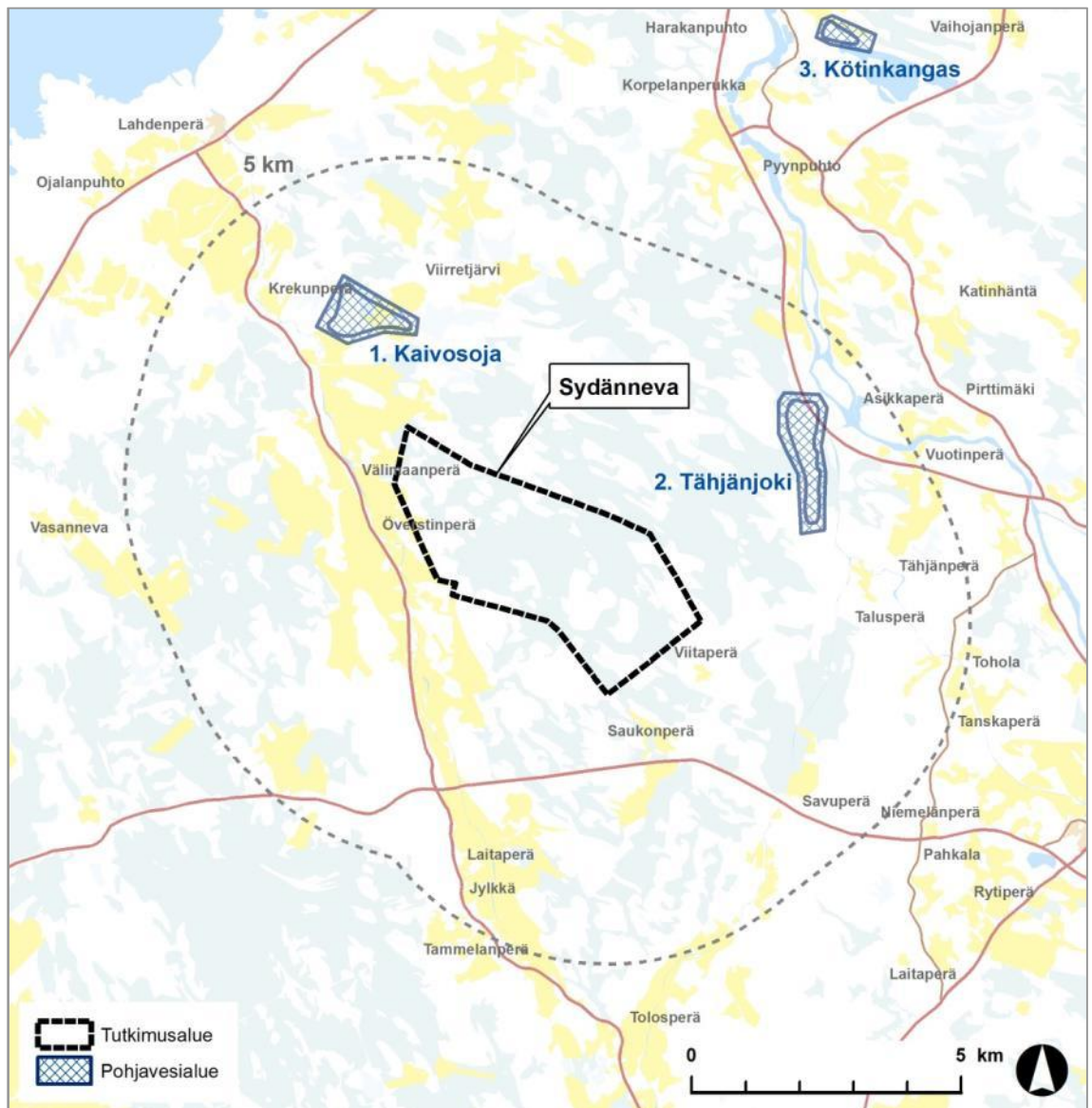


Kuva 6-18. Sydännevan tutkimusalueen ja sen ympäristön magneettinen anomaliakartta. Voimakkaat anomaliat (värivaihtelut tutkimusalueella) kertovat mahdollisista kivilajivaihteluista ja kallioperän rikkonaisuudesta. Anomalioiden syyt selvitetään kallioperätutkimuksissa.

6.2.6 Pohja- ja pintavedet

Pohjavedet

Sydännevan tutkimusalue ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle (Kuva 6-19). Tutkimusalueesta noin 1,8 kilometriä pohjoiseen sijaitsee Kaivosojan luokittelematon pohjavesialue (muu pohjavesialue, 11625005) (Kuva 6-19, kohde nro 1). Tutkimusalueesta noin 2,8 kilometriä koilliseen sijaitsee Tähjänjoen luokittelematon pohjavesialue (muu pohjavesialue, 11625004) (Kuva 6-19, kohde nro 2) ja noin 10 kilometriä koilliseen Kötinkankaan (11625002) vedenhankinnan kannalta tärkeä pohjavesialue (Kuva 6-19, kohde nro 3).

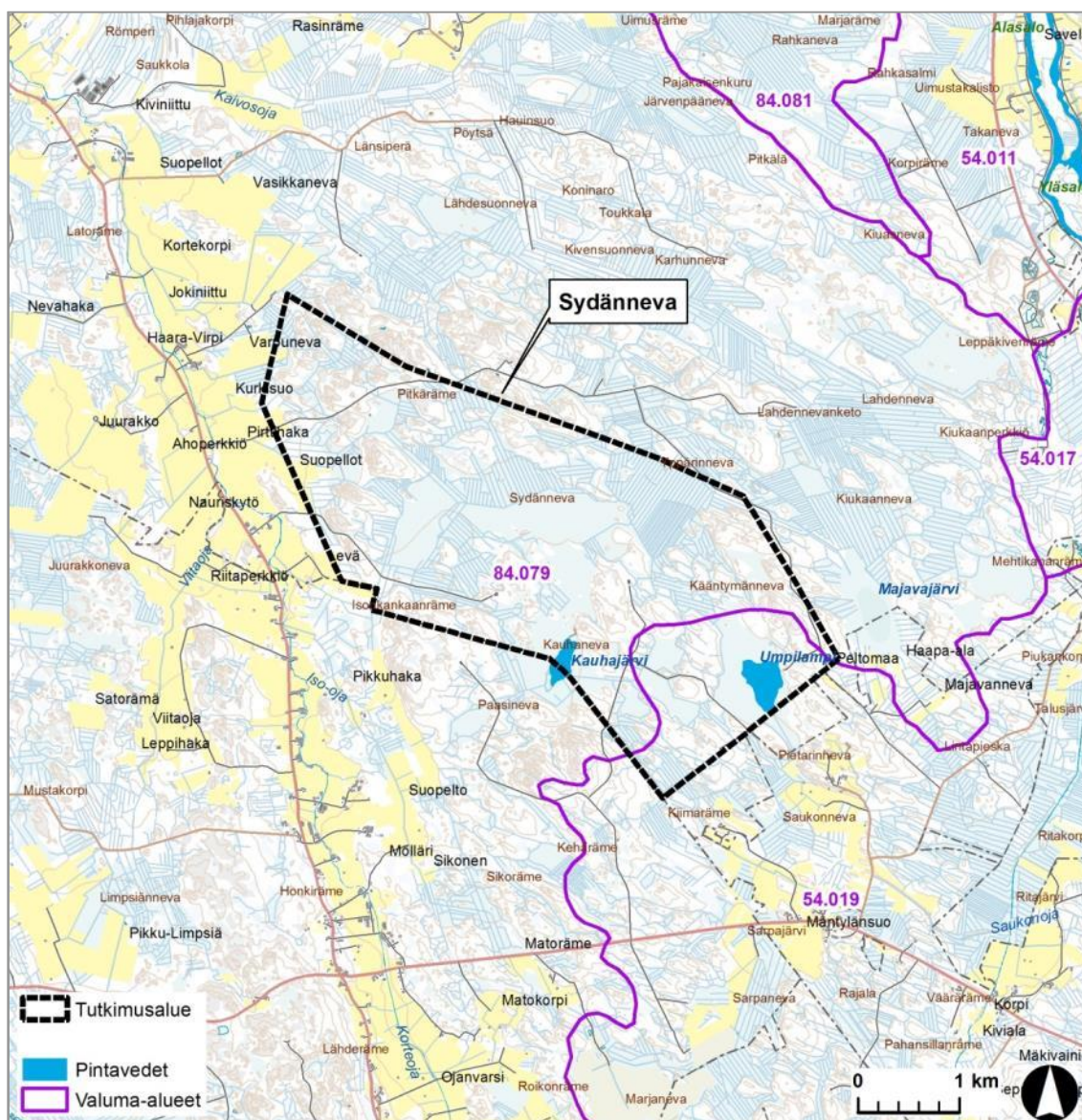


Kuva 6-19. Sydännevan tutkimusalueen lähimmät pohjavesialueet. Viiden kilometrin säde tutkimusalueesta on ilmaistu harmaalla katkoviivalla. (*Ympäristöhallinto 2016b*)

Sydännevan tutkimusalueen länsiosa sijaitsee Yppärinjoen (84.079) ja itäosa Talusojan (54.019) valuma-alueilla. Tutkimusalueella ja sen lähiympäristössä sijaitsevat pintavesikohteet on esitetty oheisessa karttakuvassa (Kuva 6-20). (Maanmittauslaitos 2016)

Tutkimusalueen etelärajan tuntumassa sijaitsevat Kauhajärven (pinta-ala noin 0,8 ha) ja Umpilammen (pinta-ala noin 1,6 ha) pintavesistöt. Kauhajärven rannat ovat rakentamattomia ja Umpilammen rannalla on yksi lomarakennus. Rannat koostuvat pääosin suo- ja osin metsämaasta. Kauhajärvi kuuluu Yppärinjoen ja Umpilampi Talusojan valuma-alueeseen. Tutkimusalueen länsirajalla Överstin alueella on peruskartan mukaan lähde. (Maanmittauslaitos 2016)

Tutkimusalueesta noin 500 metriä itään sijaitsee Majavajärvi sekä noin 700 metriä länteen Yppärinjoki, joka vaihtuu Mehtäkylän kylän seutuvilla Iso-ojaksi. (*Maanmittauslaitos 2016*)



Kuva 6-20. Sydännevan tutkimusalueella ja lähiympäristössä kilometrin säteellä sijaitsevat pintavesistöt. (Maanmittauslaitos 2016)

6.2.7 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Sydännevan tutkimusalue sijaitsee keskiboreaalisella kasvillisuusvyöhykkeellä Pohjanmaan alavyöhykkeellä. Suovyöhykkeenä on Pohjanmaan vietto- ja rahkakeitaat. Suomen eliömaakuntien jaossa alue on Keski-Pohjanmaata, vaikka maakuntana on Pohjois-Pohjanmaa. (*Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016*)

Pohjois-Pohjamaan maakunnan länsiosalle ovat luonteenomaisia Perämeren laakea maankohoamisrannikko primäärisukcessiometsineen ja rantaniittyineen sekä Perämereen laskevat joet ja niiden maatalousvaltaiset jokilaaksot (*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2015*). Kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella tutkimusalue on soista ja kalliosta maastoa, jossa on lisäksi matalahkoja metsäisiä kalliomoreenimäkiä ja eteläosassa kaksi pientä järveä. Länsipuolella oleva viljelty jokilaakso jää muutamia reunapelloja lukuun ottamatta tutkimusalueen ulkopuolelle. Vallitsevia kasvillisuustyppejä ovat todennäköisesti ojitettujen soiden turvekankaat ja muuttumat sekä karuhkot havupuuvaltaiset kangasmetsät ja kalliometsät. Metsät ovat vaihtelevan ikäisiä, niin että hakkuita ja nuoria metsiä on varsin paljon ja varttuneimpia metsiä vain muutamain paikoin. Keskeillä tutkimusaluetta sijaitsevan Sydännevan keskiosa on noin neliökilometrin alueella ojitamaton ja osin avosuota, ja myös järvien ympäryssuot ovat ojitamattomat.

Tutkimusalueen eläimistöön kuuluneen pääasiassa kangasmetsä- ja suolajeja ja pienten järvien lajeja. Isoista nisäkkäistä alueella tavattaneen muun muassa hirviä, kettuja ja metsäjäniksiä (*Luonnonvarakeskus 2016a*). Tutkimusalueen läheisyydessä tehdyn lepakoinventoinnin perusteella inventoidulla alueella on havaittu muutama pohjanlepakko, mutta alue on epätyypillinen pohjanlepakon esiintymisalue (*Ahlman 2015a*).

Suomen lintuatlaksessa (*Valkama ym. 2011*) tutkimusalue sijoittuu Pyhäjoen Yppärin ja Kalajoen Mehtäkylän 10 km²:n ruutuihin (714:336 ja 713:336), joissa varmasti, todennäköisesti tai mahdollisesti pesivien lintulajien lajimääräksi on kirjattu yhteensä 114 ja 99. Useiden lintujen muutto kulkee Pyhäjoen kohdalla Perämeren rantaviivaa seurailleen (*Hölttä 2013*). Tutkimusalueen läheisyydessä on tehty lintujen kevät- ja syysmuuttoseuranta vuosina 2014 ja 2015 (*Ahlman 2015b, Ahlman & Luoma 2014*) sekä petolintujen saalistuslentoseelvitys vuonna 2015 (*Luukkonen 2015*).

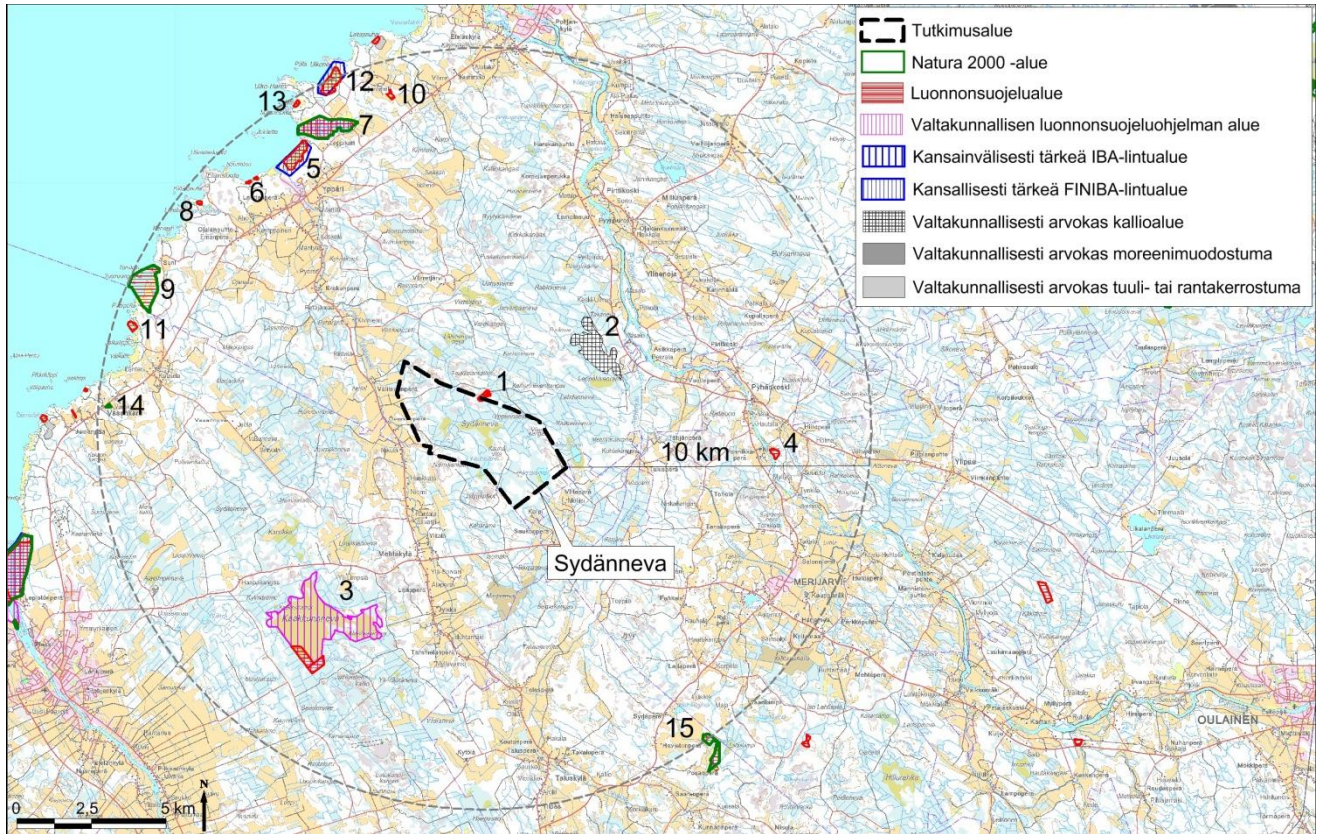
Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet

Tutkimusalueella sijaitsee osa pienestä luonnonsuojelualueesta. Siellä ei sijaitse Natura-alueita, muita luonnonsuojelualueita tai tiedossa olevia valtakunnallisesti arvokkaita luontokohteita. Noin 10 kilometrin säteellä tutkimusalueesta sijaitsevat seuraavat tiedossa olevat kohteet (*Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016*), jotka on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 6-21).

1. **Haapalan luonnonsuojelualue** (YSA230514). Vajaan 10 hehtaarin laajuinen metsäalue sijaitsee tutkimusalueen pohjoisrajalla, niin että sen eteläosa on tutkimusalueella ja keski- ja pohjoisosa tutkimusalueen ulkopuolella.
2. Valtakunnallisesti arvokas **Korpirämeen kallioalue** (KAO110014). Kallioalue sijaitsee 2,6 kilometrin päässä tutkimusalueen koillispuolella.
3. **Kaakkurinevan soidensuojeluohjelman kohde** (SSO110331). Pieni osa alueen eteläosasta on suojeltu Myllylän ja Iso-Myllylän luonnonsuojelualueina (YSA117843 ja YSA118347). Kaakkurineva ja sen lounaispuolella sijaitsevat Pitkäsenkylän pellot on arvioitu maakunnallisesti tärkeäksi lintujen muuton aikaiseksi levähdysalueeksi (*Hölttä 2013*). Suo sijaitsee 5,4 kilometrin päässä tutkimusalueen lounaispuolella. Luonnonsuojelualueisiin on etäisyyttä 7,7 kilometriä.

4. **Niemenkallion luonnonsuojelualue** (YSA204859). Pieni kohde sijaitsee Pyhäjoen itärannalla 6,9 kilometriä tutkimusalueesta itään.
5. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Yppärinjokisuun merenrantaniitty ja hiekkaranta** (LTA110002). Kohde sisältyy FINIBA-kohteeseen Yppärin lahdet. Se sijaitsee 7,4 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen. FINIBA-alue ulottuu hieman lähemmäksi 7,2 kilometrin päähän.
6. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Kumpeleen hiekkaranta ja dyyni** (LTA203201). Kaksiosainen kohde kuuluu myös valtakunnallisesti arvokkaisiin tuuli- ja rantakerrostumiin (TUU-11-141 ja TUU-11-144). Se sijaitsee Yppärin ranta-alueella 7,8 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen.
7. **Rajalahti–Perilahti -Natura-alue** (FI1104202, SAC ja SPA, 91 ha), lintuvesien-suojeluohjelman kohde (LVO110254) ja luonnonsuojelualue (YSA200526). Natura-alue sisältyy FINIBA-kohteeseen Yppärin lahdet. Alue sijaitsee 7,9 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen.
8. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Kiviäijän hiekkaranta** (LTA203183). Pieni kohde sijaitsee 8,6 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen.
9. **Sunin Natura-alue** (FI1104203, SAC, 93 ha) ja **Sunin luonnonsuojelualue** (YSA200524). Alueen pohjoisosassa on valtakunnallisesti arvokas Hietarannan tuuli- ja rantakerrostuma (TUU-11-012). Alue sijaitsee 8,7 kilometrin päässä tutkimusalueesta länsiluoteeseen.
10. **Rajaniemen vanhan metsän luonnonsuojelualue** (YSA117716). Pieni kohde sijaitsee 8,8 kilometrin päässä tutkimusalueesta pohjoiseen.
11. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Haanpäänperukan merenrantaniitty** (LTA206935). Se sijaitsee 8,9 kilometrin päässä tutkimusalueesta länsiluoteeseen.
12. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Veteraanimajan merenrantaniitty ja hiekkaranta** (LTA11004). Kohde sisältyy FINIBA-kohteen Yppärin lahdet. Se sijaitsee 9,2 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen.
13. Luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyyppinä suojeltu **Tiirasaaren hiekkaranta ja dyyni** (LTA203206). Pieni kohde sijaitsee 9,3 kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen.
14. **Vainionhaan Natura-alue** (FI1000018, SAC, 1 ha). Pienialainen perinnebiotooppikohde sijaitsee 9,6 kilometrin päässä tutkimusalueesta länteen.
15. **Ryökönkankaan Natura-alue** (FI1002011, SAC, 25 ha), vanhojen metsien suojeluohjelman kohde (VMA110082) ja luonnonsuojelualue (VMA110082). Alue sijaitsee 9,8 kilometrin päässä tutkimusalueesta kaakkoon.

Lisäksi yli 10 kilometrin päässä lounaassa Kalajoen jokisuiston, Maristonpakkojen ja Vihaslahden–Keihäslahden alueella on Natura-alueita, luonnonsuojeluohjelmien alueita, luonnonsuojelualueita, valtakunnallisesti arvokkaita tuuli- ja rantakerrostumia ja FINIBA-alueita. Lähimmäksi tutkimusaluetta ulottuu Kalajoen suiston Natura-alue, rantojensuojeluohjelma-alue ja luonnonsuojelualue, joka on noin 13 kilometrin päässä (Kuva 6-21, näitä yli 10 kilometrin etäisyydellä olevia kohteita ei ole numeroitu kuvaan).



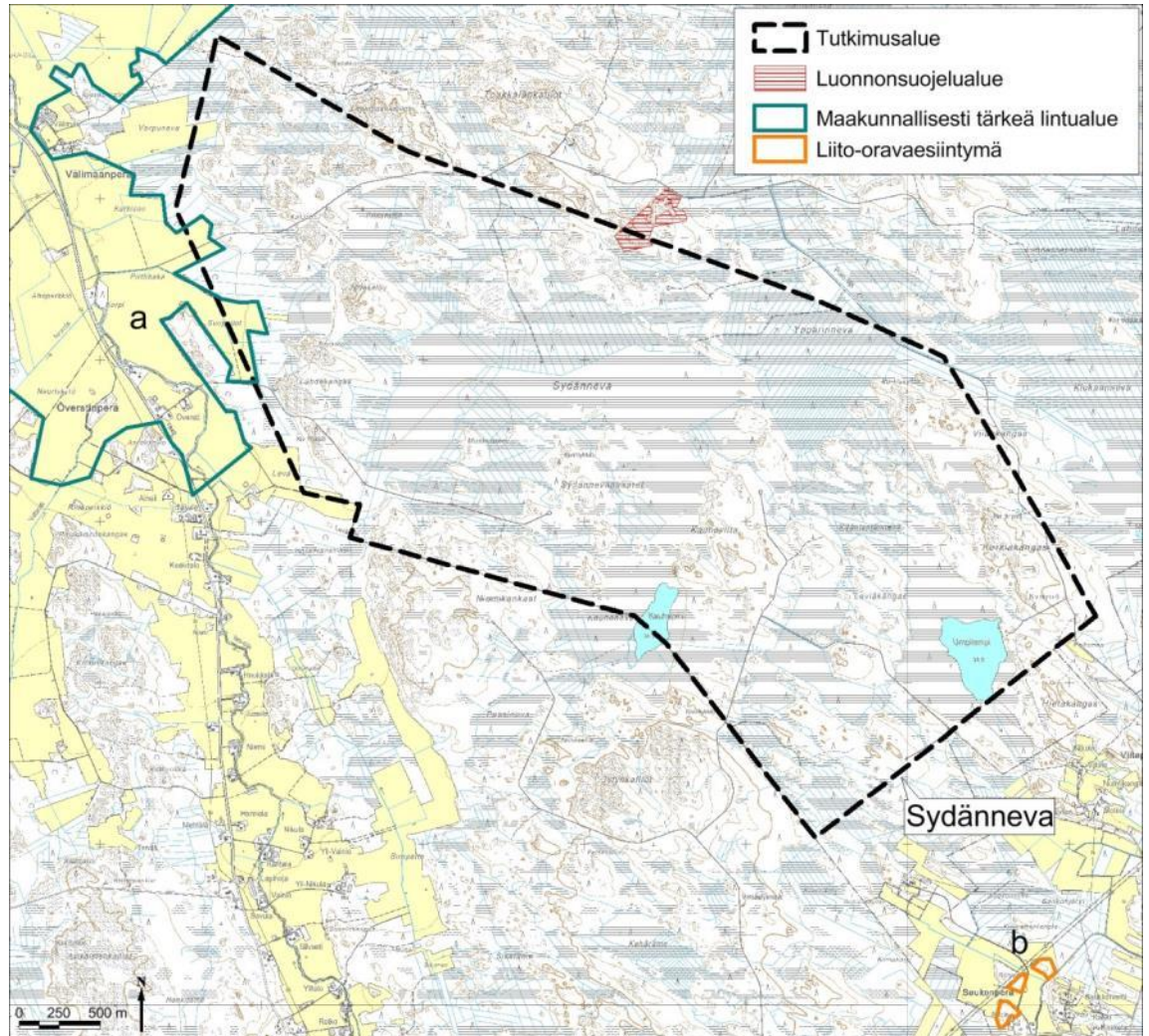
Kuva 6-21. Sydännevan tutkimusalueen ympäristössä noin 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsevat Natura 2000 -alueverkoston kohteet sekä luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet.

Muut luontokohteet

Kalajoen–Pyhäjoen alueella olevista maakunnallisesti tärkeiksi arvioituista lintujen muuton aikaisista levähdysalueista Yppärin peltojen eteläisin osa-alue sijoittuu heti tutkimusalueen luoteispuolelle ja ulottuu hyvin pieneltä osin tutkimusalueelle (Kuva 6-22, kohde a) (Hölttä 2013). Tutkimusalueen pohjoisrajalla on vajaan 10 hehtaarin laajuinen metsäalue (Haapalan luonnonsuojelualue). Saukonperän alueella 1,5 kilometrin päässä tutkimusalueesta kaakkoon on havaittu kolmiosainen liito-oravan elinalue keväällä 2015 (Kuva 6-22, kohde b) (Fingrid Oyj 2016).

Tutkimusalueelta ja sen välittömästä lähiympäristöstä (alle kilometrin päässä) ei ole tiedossa muita seudullisesti tai paikallisesti arvokkaita luontokohteita (Repo & Auvinen 2011, Vainio & Kekäläinen 1997).

Noin kahdeksan kilometrin päässä tutkimusalueesta luoteeseen sijaitseva Pyhäjoen rannikkoalue on osoitettu Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavassa arvokkaita luontokohteita sisältävänä alueena, joka on tärkeä etenkin maakohoamisrannikon luontotyyppien ja lajiston suojelulle (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2006). Pyhäjoki on osoitettu kaavassa arvokkaana vesistönä ja siinä sijaitseva Yläsalon saari luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä uhanalaisten kasvilajien keskittymänä. Saari sijaitsee noin neljän kilometrin päässä tutkimusalueesta koilliseen.



Kuva 6-22. Sydännevan tutkimusalueella ja sen lähiympäristössä sijaitsevat luontokohteet.

6.2.8 Ilmasto ja ilmanlaatu

Sydännevan tutkimusalue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakunnan länsiosassa noin 10 kilometrin etäisyydellä rannikosta. Tutkimusalue kuuluu keskiboreaaliseen ilmasto-vyöhykkeeseen. Alueen ilmastoon vaikuttaa Perämeri, mutta Suomenselän alueen tuntumassa ilmasto on mantereisempaa. Vuoden keskilämpötila on noin +2,5 astetta ja vuotuinen sademäärä yleisesti 500–600 millimetriä. Lumipeitteen paksuus on noin 50–65 senttimetriä. Kasvukauden pituus on 160–170 päivää. (*Ilmatieteenlaitos 2016*) Valitseva tuulen suunta on lounaasta (*Tuuliatlas 2016*).

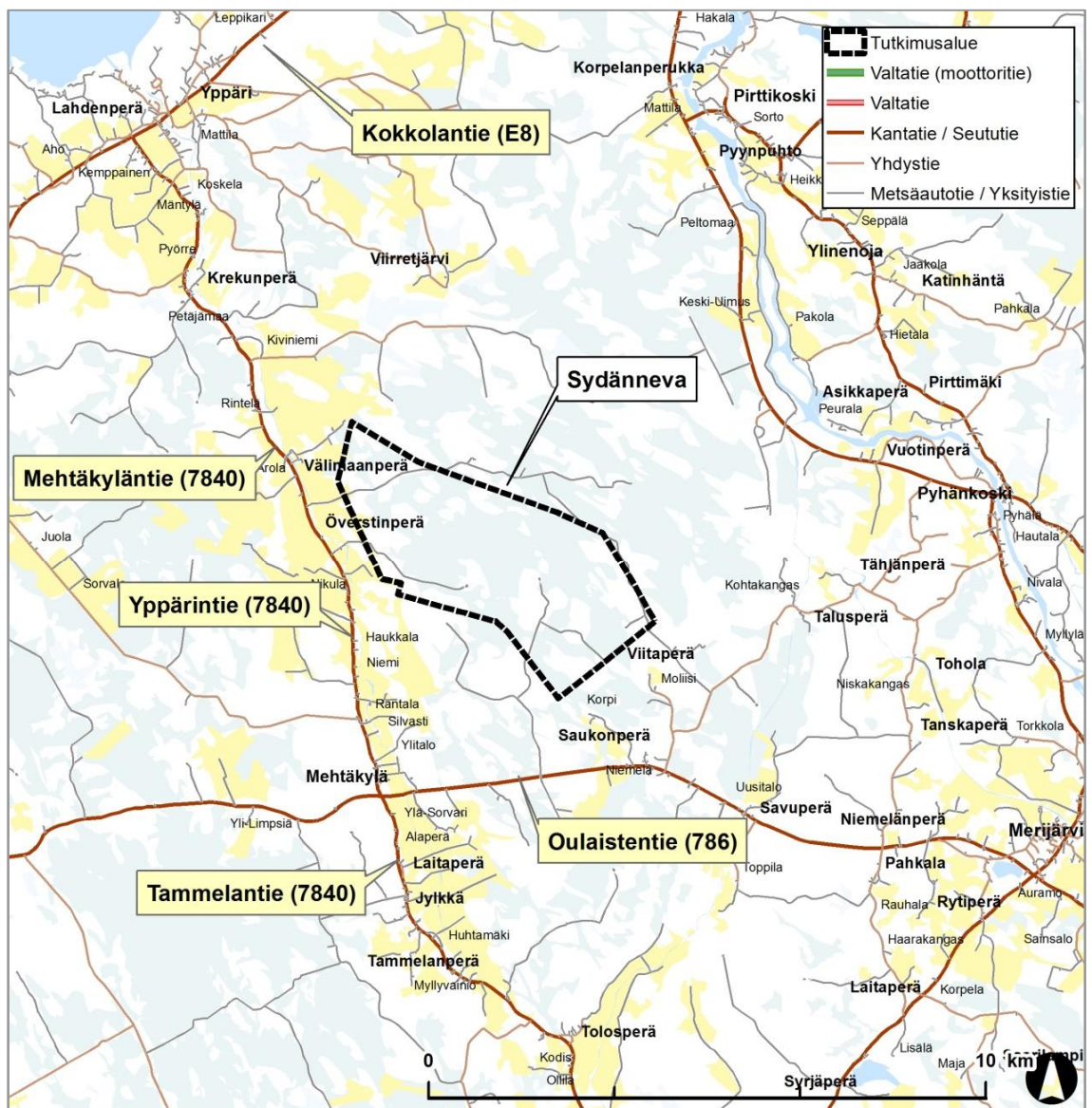
Sydännevan tutkimusalueen läheisyydessä ei ole ilmanlaadun seuranta- eikä lähiympäristön teollisuuslaitoksista ja muista pistelähteistä (esimerkiksi omakotitalot, saunat) aiheutuvien päästöjen määrää ole arvioitu. Lähin ilmanlaadun seuranta on Raahen kaupungin alueella. Raahen kaupunki seuraa teollisuuden ja liikenteen vaikutusta ilmanlaatuun laajan seurantaohjelman avulla. Raahen ilmanlaatu oli vuonna 2012 pääosin hyvä (*Ramboll 2013*).

6.2.9

Liikenne

Tutkimusalueen länsipuolella noin 800 metrin päässä kulkee Yppärintien / Mehtäkyläntie (yhdistie 7 840). Vuonna 2014 keskimääräinen ajoneuvoliikenne tällä tiellä tutkimusalueen lähistöllä oli 531 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaita ajoneuvoja tästä oli noin 42 autoa/vrk. (*Liikennevirasto 2016*)

Tutkimusalueen eteläpuolella noin kilometrin päässä kulkee Oulaistentie (seututie 786), jonka keskimääräinen ajoneuvoliikenne vuonna 2014 oli 688 ajoneuvoa vuorokaudessa tutkimusalueen läheisellä tieosuudella. Raskaita ajoneuvoja tästä oli 56 ajoneuvoa vuorokaudessa. (*Liikennevirasto 2016*) Tutkimusalueella ja sen läheisyydessä risteilee useita yksityisteitä. Tutkimusalueesta noin seitsemän kilometriä luoteeseen kulkee valtatie 8 (Kokkolantie). Sydännevan tutkimusalueen sekä lähiympäristön tiet on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 6-23).



Kuva 6-23. Sydännevan tutkimusalueen ja lähiympäristön tiet.

6.2.10 Melu ja värinä

Sydännevan tutkimusalueen läheisyydessä on muutamia maa-aineksen ottoalueita, joista voi aiheutua vähäistä melua ja värinää alueelle. Lähin tuulivoimapuisto sijaitsee yli neljän kilometrin etäisyydellä, eikä sieltä todennäköisesti kantaudu melua alueelle.

7 SUUNNITELMA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINNISTA JA SIINÄ KÄYTETTÄVISTÄ MENETELMISTÄ

7.1 Arvioitavat vaikutukset ja arvioinnin rajaus

Tässä hankkeessa ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. Arvioinnissa tarkastellaan hankkeen eri vaiheiden (ks. luku 2.3) aikaisia vaikutuksia. YVA-lain mukaan arvioinnissa tulee tarkastella hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
- yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä
- näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Merkittävimiksi hankkeen aiheuttamiksi ympäristövaikutuksiksi on tässä vaiheessa tunnistettu erityisesti maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset ottaen huomioon hankkeen maanalainen rakentaminen ja sen pitkä kesto. Lisäksi ihmisiin kohdistuvat vaikutukset, varsinkin ihmisten eri tavoin kokemat vaikutukset, voivat nousta merkittäviksi hankkeen aikana. YVA-selostuksessa ympäristövaikutusten merkittävyyttä arvioidaan muun muassa vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristöaristuksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen tila ja ympäristökuormitus. Lisäksi huomioon otetaan sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset. Arvioinnin suorittavat kokeneet ympäristövaikutusten arviointiin perehtyneet asiantuntijat.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan tutkimusalueen sekä sen ulkopuolelle ulottuvien toimintojen ympäristövaikutuksia. Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyyppille määriteltä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualue on pyritty määrittelemään niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella. Jos arviointityön aikana kuitenkin käy ilmi, että jollakin ympäristövaikutuksella on ennalta arvioitua laajempi vaikutusalue, määritellään tarkastelu- ja vaikutusalueiden laajuudet kyseisen vaikutuksen osalta uudelleen. Näin varsinainen vaikutusalueiden määrittely tehdään arviointityön tuloksena ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

Seuraavissa luvuissa on kuvattu ympäristövaikutusten arviointimenetelmät ja niihin liittyvät oletukset. Oheisessa taulukossa (Taulukko 7-1) on esitetty yhteenveto tarkasteltavista ympäristövaikutuksista ja arvioinnissa käytettävistä menetelmistä. Ennen vaikutusten arviointia tutkimusalueen sijainti osoitetaan Eurajoelta ja nykytilaa kuvaavat tiedot tarkennetaan koskemaan tutkimusaluetta (ks. luku 2.4.1).

Taulukko 7-1. Yhteenveto tarkasteltavista ympäristövaikutuksista ja arvioinnissa käytettävistä menetelmistä.

TARKASTELTAVA OSA-ALUE	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT
Maankäyttö ja rakennettu ympäristö	Asiantuntija-arvio hankkeen suhteesta nykyiseen ja suunniteltuun alue- ja yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön sekä alueidenkäytön tavoitteisiin. Maankäytön ristiriidat ja muutostarpeet arvioidaan. Lisäksi tarkastellaan etäisyyttä rakennetun ympäristön kohteisiin karttaesitysten avulla.
Ihmiset ja yhteisöt	Asiantuntija-arvio hankkeen vaikutuksista ihmisten viihtyvyyteen ja elinoloihin muissa arviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita hyödyntäen. Myös koetut vaikutukset huomioidaan. Terveysvaikutusten arviointi suoritetaan STUK:n ohjeistusten mukaan. Lisäksi arvioidaan elinkeino-, työllisyys- ja aluetaloudelliset vaikutukset erilliselvytysten perusteella. Vaikutusten arviointia varten tehdään: • Selvitys 5 ja 20 km säteellä asuvasta väestöstä • Asukaskysely • Pienryhmätilaisuudet ja -haastattelut • Sosioekonominen nykytila-analyysi • Selvitys kuntien imagoon kohdistuvista vaikutuksista
Maisema ja kulttuuri-ympäristö	Asiantuntija-arvio hankkeen suhteesta laajempaan maisemakokonaisuuteen, lähiympäristön maisemaan ja kaupunkikuvaan sekä näkymistä kohti tutkimus- aluetta. Myös vaikutukset rakennetun kulttuuriympäristön ja arkeologisen kulttuuriperinnön kohteisiin arvioidaan. Arvioinnin tueksi laaditaan valokuva-sovitteet sekä tehdään tarvittaessa muinaisjäännösinventoinnit.
Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet	Geologisten tutkimusten ja niistä tehtävien tulkintojen ja mallinnusten perusteella arvioidaan alustavasti kallioperän soveltuvuus loppusijoitustoimintaan. Lisäksi YVA-selostuksessa esitetään arvio hankkeen vaikutuksista maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin. Vaikutusten arviointia varten selvitetään alueen kallio- ja maaperä- sekä hydrologiset ja hydrogeokemialliset olosuhteet eri tutkimuksin ja mallinnoisin, joita ovat mm.: • Maanpintatutkimukset • Noin 500-1000 m syvien kairanreikien tutkimukset • Tutkimuskaivannot sekä täydentävät rakennegeologiset kartoitukset ja geofysiikan mittaukset (mm. reflektioseismiikka, sähkömagneettiset luotaukset, sähköiset luotaukset, painovoimamittaukset) • Alustava rakennegeologinen ja hydrogeologinen kolmiulotteinen malli • Geofysikaaliset erikoismittaukset (in situ lämmönjohtavuus, tomografia, lataus-potentiaali jne.) sekä tarvittavat lisäkairaukset
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	Asiantuntija-arvio hankkeen vaikutuksista kasvillisuuteen, eläimistöön, luontotyyppisiin ja luonnonsuojelun kannalta merkittäviin kohteisiin sekä laajemmin luonnon monimuotoisuuteen ja vuorovaikutussuhteisiin kuten ekologisiin yhteyksiin. Arvioinnin tueksi tehdään ainakin seuraavat luontoselvitykset: • Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys • Pesimälinnustuselvitys • Tarpeelliset luontodirektiivilajien selvitykset (esimerkiksi liito-orava-, lepakko- ja viitasammakkoselvitykset) Natura-alueiden osalta arvioidaan, kohdistuuko niiden suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin sellaisia vaikutuksia, että olisi tarpeen laatia luonnon-suojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi.

TARKASTELTAVA OSA-ALUE	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT
Vesistöt	Asiantuntija-arvio olemassa olevaan tutkimustietoon sekä tehtyihin tutkimuksiin perustuen hankkeen vaikutuksista pintavesistöihin. Alueen vesistöt ja pienvedet kartoitetaan sekä määritetään pienvaluma-alueiden rajaukset ja vesien purkusuunnat. Tarvittaessa analysoidaan tutkimus- ja kairausalueilta pintavesien syvyys, sedimentit, vedenlaatu ja vesieliöstö.
Ilmasto ja ilmanlaatu	Asiantuntija-arvio hankkeen aikana aiheutuvista päästöistä ilmaan. Arvioinnissa hyödynnetään olemassa olevia tehtyjä tutkimuksia ja arviointeja. Päästöjä verrataan annettuihin raja- ja ohjearvoihin. Ilmasto-olosuhteiden tarkastelun tueksi tutkimusalueille voidaan asentaa sääasema, jossa seurataan muun muassa tuulensuuntaa ja lämpötilaa. Geologisen tutkimusohjelman puitteissa tehdään lumi- ja routamittauksia. Lähinnä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa mahdollisesti syntyvät radioaktiivisten aineiden päästöt arvioidaan kohdan "poikkeus- ja onnettomuustilanteet" mukaisesti.
Kuljetukset ja liikenne	Laskennallinen arvio hankkeen aiheuttamista muutoksista nykyisiin liikennemääriin sekä asiantuntija-arvio kuljetusten vaikutuksista liikenteeseen ja liikenneturvallisuuteen. Arvioinnin tueksi laaditaan erillinen kuljetusselvitys, jossa tarkastellaan muun muassa kuljetusreittejä, vaihtoehtoisia kuljetustapoja sekä kuljetushenkilöstölle sekä kuljetusreitin varrella asuvalle henkilölle aiheutuvia säteilyannoksia ja sen mahdollisesti aiheuttamaa terveysriskiä. Lisäksi kuljetusselvityksessä tarkastellaan mahdollisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita.
Melu	Meluvaikutusten arviointi toteutetaan melumallinnuksen avulla. Mallinnuksessa tarkastellaan hankkeen eri vaiheiden toiminnoista sekä niihin liittyvistä kuljetuksista aiheutuvaa melua hankkeen lähialueella noin kahden kilometrin säteellä alueelle sijoittuvista toiminnoista. Arvioinnissa hankkeen aiheuttamaa melua verrataan alueen nykyiseen melutasoon ja melun ohjearvoihin.
Tärinä	Asiantuntija-arvio kallion louhinnasta ja hankkeen aikaisista kuljetuksista aiheutuvista tärinävaikutuksista. Tärinän voimakkuutta arvioidaan suhteessa etäisyyteen tärinälähteestä saatavilla olevan tiedon ja aiempien kokemusten perusteella.
Jätteet ja sivutuotteet sekä niiden hyödyntäminen	Asiantuntija-arvio, jossa tarkastellaan hankkeen eri vaiheissa muodostuvia sivutuotteita ja jätteitä, niiden määriä, ominaisuuksia ja käsittelyvaihtoehtoja sekä niiden vaikutuksia ympäristöön.
Luonnonvarojen hyödyntäminen	Asiantuntija-arvio luonnonvarojen hyödyntämisestä muun muassa syntyvän louheen hyödyntämisen ja käytön sekä hankkeen tarvitsemien materiaalien kulutuksen osalta.

TARKASTELTAVA OSA-ALUE	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT
Poikkeus- ja onnettomuus-tilanteet	Hankkeen poikkeus- ja onnettomuus-tilanteiden tunnistamiseksi laaditaan riskianalyysi, jossa tarkastellaan mahdollisten onnettomuusriskien tyyppiä ja todennäköisyyttä hankkeen eri vaiheissa. Myös käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin liittyviä riskejä tarkastellaan mahdollisten poikkeus- ja onnettomuus-tilanteiden osalta erikseen laadittavassa kuljetusselvityksessä. Onnettomuus-tilanteiden vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristöön tarkastellaan turvallisuus-analyysieihin ja loppusijoitustoiminnalle asetettaviin vaatimuksiin perustuen. Onnettomuus-tilanteiden aiheuttamat säteilyannokset ja vaikutusalueet arvioidaan. Poikkeus-tilanteiden seurauksia arvioidaan säteilyn terveydellisistä ja ympäristöllisistä vaikutuksista olemassa olevaan tutkimustietoon perustuen. Arvioitaessa poikkeus- ja onnettomuus-tilanteissa syntyviä päästöjä ja arvioitaessa niiden vaikutuksia noudatetaan Säteilyturvakeskuksen ohjeita.
Pitkäaikais-turvallisuus	Pitkäaikaisturvallisuutta mallinnetaan tietokoneohjelmilla, joissa mallinnettavia osa-alueita on muun muassa hydrologiset, kemialliset, termiset, mekaaniset ja biologiset prosessit. Arviointiselostuksessa esitetään kapselointi- ja loppusijoitus-laitoksen turvallisuussuunnittelun perusteet sekä arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisestä. Vaikutusten arvioinnissa mallinnettuja ihmisille ja muille eliöille aiheutuvia säteilyannoksia ja radioaktiivisuuden päästönopeuksia maanpintaympäristöön verrataan turvallisuusvaatimuksiin, jotka on esitetty lainsäädännössä ja STUKin julkaisemissa YVL-ohjeissa.
Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa	Tutkimusalueiden läheisyydessä ei ole tällä hetkellä tiedossa olevia suunniteltuja hankkeita, joiden kanssa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella voisi olla yhteis-vaikutuksia. Tätä tarkastellaan tarkemmin YVA-selostuksessa.
Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset	Fennovoiman loppusijoitushankkeella ei ole alustavan arvion perusteella tunnistettu olevan valtioiden rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia. Hankkeelle laaditaan muun muassa erillinen kuljetusselvitys, poikkeus- ja onnettomuus-tilanteiden riskianalyysi sekä pitkäaikaisturvallisuuden mallinnus, joissa tarkastellaan muiden tekijöiden ohella voivatko vaikutukset ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle.

7.2 Maankäyttö ja rakennettu ympäristö

YVA-ohjelman nykytilan kuvauksessa tietolähteenä on käytetty ympäristöhallinnon tietokantoja sekä ympäristöministeriön ja kuntien julkaisemia aineistoja. Lisäksi nykytilan kuvauksessa apuna on käytetty muun muassa karttoja, ilmakuvia, erilaisia rekistereitä ja paikkatietoja. YVA-selostukseen nykytilan kuvaus päivitetään. Arvioinnin tueksi haastatellaan tutkimusalueiden kuntien kaavoitustoimen edustajia sen varmistamiseksi, että tiedot ja tulkinnat nykyisestä maankäytöstä sekä kaavoitustilanteesta ovat oikeita.

Maankäytön ja rakennetun ympäristön osalta hankkeen vaikutuksia tutkitaan eri alue-tasoilla; onko hankkeen toteuttamisella vaikutuksia aluerakenteeseen, lähiympäristön maankäyttöön tai yksittäisiin kohteisiin välittömällä vaikutusalueella.

Selvitettäessä vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön tutkitaan hank-keen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun alue- ja yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön. Arvioitaessa hankkeen suhdetta suunniteltuun maankäyttöön arvioi-daan myös sen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin. Arviointia varten tutkimusalueita koskevat tiedot alueen nykyisestä ja suunnitellusta maankäytöstä sekä voimassa ja vireillä olevat kaavat selvitetään. Mahdolliset maankäytön ristiriidat ja kaa-

vojen muutostarpeet osoitetaan ja kuvataan. Vaikutuksia tarkastellaan noin viiden kilometrin etäisyydellä. Tarkastelualueetta voidaan tarvittaessa laajentaa YVA-selostusvaiheessa niin laajalle alueelle kuin vaikutuksia arvioidaan syntyvän. Lisäksi tarkastelualueeseen sisältyy hankkeen vaatimat uudet tiet ja voimajohdot.

Arvioinnissa tarkastellaan tutkimusalueen etäisyyttä asutukseen, teollisiin toimintoihin ja muihin tärkeisiin kohteisiin tutkimusalueella ja sen lähiympäristössä (noin 5 km etäisyydellä) selvittämällä tutkimusalueen lähiympäristössä sijaitsevat vakituiset asunnot, loma-asunnot ja muut rakennukset. Hankkeen aiheuttamat muutokset näihin arvioidaan. Arvioidut vaikutukset kuvataan ja niiden kohdentumista havainnollistetaan eri mittakaavaisten karttaesitysten avulla.

7.3 Ihmiset ja yhteisöt

7.3.1 Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (IVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa arvioidaan ennalta sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa. Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset liittyvät muihin hankkeen aiheuttamiin vaikutuksiin joko välittömästi tai välillisesti. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi yhdistää terveysvaikutusten arvioinnin (TVA) ja sosiaalisten vaikutusten arvioinnin (SVA) (*Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 1999*). Osana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia arvioidaan myös hankkeen vaikutuksia virkistyskäyttömahdollisuuksiin, elinkeinoihin ja työllisyyteen. Näiden lisäksi arvioidaan koettuja vaikutuksia eli miten ihmiset kokevat elinympäristössä tapahtuvat konkreettiset muutokset. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi tuottaa arvokasta tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii lisäksi tiedon jakamisen kanavana.

Arvioinnissa yhdistyy kokemuseräisen eli subjektiivisen tiedon analyysi ja asiantuntija-arvio. Arviointimenetelminä hyödynnetään YVA-menettelyn aikana tehtyjen muiden vaikutusarviointien tuloksia sekä asukaskyselyillä ja pienryhmätilaisuuksista kerättyä tietoa. Lisäksi arvioinnissa hyödynnetään kirjallisuutta, kartta-aineistoja, yleisötilaisuuksissa ja seurantaryhmän kokouksissa saatua tietoa, arviointiohjelmasta annettuja mielipiteitä sekä mediassa esitettyä hankkeen kannalta oleellista hanketta koskevaa tietoa ja keskustelua. YVA-selostuksessa käsitellään hankkeen yleinen hyväksyttävyyttä sekä osallisten hankkeeseen liittyviä pelkoja ja huolenaiheita. Arvioinnin korkean laadun varmistamiseksi ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiprosessiin pyritään osallistamaan mahdollisimman laaja joukko eri sidosryhmien edustajia.

YVA-ohjelman nykytilan kuvauksessa tietolähteenä on käytetty muun muassa karttoja, ilmakuvia, paikkatietoja ja erilaisia rekistereitä sekä kuntien ja Tilastokeskuksen julkaisemia kuntakohtaisia tietoja. Nykytilan kuvauksessa tausta-aineistona on hyödynnetty alueita kuvaavia tietoja, kuten esimerkiksi asutuksen, loma-asutuksen, virkistysalueiden ja muun ihmistoiminnan sijoittumista. Lisäksi lähialueen niin sanotut herkäät kohteet, kuten päiväkodit, koulut ja vanhainkodit, jotka ovat muuta väestöä herkempiä mahdollisille haittavaikutuksille, on kartoitettu. YVA-selostukseen tiedot päivitetään ja niitä täydennetään kunnilta, muilta viranomaisilta ja asukkailta saatavilla lisätiedoilla.

Hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen ja elinoloihin arvioidaan hyödyntämällä muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita. Vaikutuksia arvioidaan muun muassa maankäytön muutosten, maisemavaikutusten, liikennevaikutusten, liikenneturvallisuuden, työllisyysvai-

kutusten ja melun osalta. Näiden lisäksi arvioinnissa käsitellään koettuja vaikutuksia, eli sitä miten paikalliset asukkaat ja muut alueen toimijat kokevat edellä mainitut muutokset. Lisäksi tarkastellaan positiivisten ja negatiivisten vaikutusten paikallista jakautumista.

Terveysteen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan vertaamalla hankkeen arvioituja vaikutuksia kunkin vaikutuksen terveysperusteiseen ohjearvoon tai suositukseen. Teoreettista säteilyaltistusta, jonka väestön asukas voisi loppusijoituksesta enimmillään saada, arvioidaan ja sitä verrataan sekä viranomaisvaatimusten mukaisiin raja-arvoihin että luonnosta saatavaan taustasäteilyyn. Kapselointi- ja loppusijoitustoiminnan sekä kuljetusten aiheuttama lisä luonnosta saatavaan säteilyannokseen on enimmilläänkin häviävän pieni verrattuna luonnon radioaktiivisuudesta peräisin olevaan säteilyyn. Mahdollisten poikkeustilanteiden vaikutukset analysoidaan riskianalyyseissä. Kapselointi- ja loppusijoitustoiminta suunnitellaan siten, että onnettomuustilanteissa ei vapaudu sellaisia määriä radioaktiivisia aineita, että niillä olisi suoria terveysvaikutuksia. Lisäksi pitkäaikaisturvallisuusmallinnuksella arvioidaan säteilyvaikutuksia loppusijoituslaitoksen säteilyturvallisuutta STUKin YVL D.5 -ohjeen (Ydinjätteiden loppusijoitus) mukaisesti tuhansien vuosien päähän.

Arviointia varten selvitetään väestön jakautuminen hankkeen tutkimusalueen ympäristössä 5 ja 20 kilometrin säteellä. Väestön jakautuminen esitetään väestötiheysruudukoina kartalla. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia tarkastellaan noin 20 kilometrin etäisyydellä tutkimusalueesta. Arvioinnin pääpaino kohdistuu kuitenkin tutkimusalueen lähiympäristöön, koska merkittävimpien vaikutusten oletetaan kohdistuvan hankkeen lähialueelle. Lisäksi huomioon otetaan hankkeen kuljetusten aiheuttamat vaikutukset ihmisiin (ks. luku 7.9) kuljetusreittien läheisyydessä. Elinkeino- ja työllisyysvaikutusten osalta tarkasteluala on laajempi, keskittyen hankkeen alueellisiin työllisyysvaikutuksiin. Arvioinnissa tunnistetaan ne väestöryhmät tai alueet, joihin vaikutukset erityisesti kohdistuvat. Arvioinnin avulla etsitään myös keinoja mahdollisten haittavaikutusten poistamiseen tai lieventämiseen.

Asukaskysely

Arvioinnin tueksi sijaintipaikkakunnilla toteutetaan asukaskysely, joka lähetetään postitse lähialueen (esimerkiksi viisi kilometriä tutkimusalueesta) kaikille vakinaisille talouksille ja loma-asukkaille, sekä satunnaisotannalla etäämmällä (esimerkiksi 20 kilometriä tutkimusalueesta) asuville.

Kyselyn avulla kartoitetaan eri sidosryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liittyviä omakohtaisia huolenaiheita. Kyselyllä selvitetään alueen nykyistä käyttöä ja arvioidaan hankkeen mahdollisia vaikutuksia sekä etsitään vaikutusten lieventämiskeinoja. Kyselyn avulla kerättyä kokemuseräistä tietoa voidaan peilata muilla menetelmillä arvioituihin vaikutuksiin. Kysely palvelee myös hankkeesta tiedottamista ja sen avulla tavoitetaan tutkimusalueen lähimmät asukkaat ja loma-asukkaat. Kyselyyn osallistuvat voivat myös ilmaista kiinnostuksensa osallistua myöhemmin toteutettaviin pienryhmätilaisuuksiin. Kyselylomake sisältää avoimia ja jäsenneltyjä kysymyksiä ja sen mukana asukkaille lähetetään tiivistelmä ja karttakuvat hankkeesta. Kyselyaineiston analyysissä hyödynnetään keskeisiä tilastollisen aineiston analyysimenetelmiä, kuten ristiintaulukointia ja erilaisia korrelaatioita, sekä tuloksia täsmäntäviä laadullisen aineiston analyysimenetelmiä.

Kysely toteutetaan ensimmäisen kerran YVA-ohjelman jättämisen jälkeen (Eurajoella, kun tutkimusalue on rajattu) ja vastaava kysely uusitaan YVA-selostusvaiheessa. Näiden välisenä aikana hankkeesta vastaava voi myös toteuttaa erillisiä mielipidemittauksia ja muita kyselyitä, joiden tuloksia voidaan hyödyntää arvioinnin tukena.

Pienryhmätilaisuuudet

Ihmiisiin kohdistuvien vaikutusten tunnistamiseksi ja muilla menetelmillä kerätyn tiedon syventämiseksi järjestetään pienryhmähaastatteluja ja työpajoja vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla. Pienryhmätilaisuuksien yhtenä tavoitteena on varmistaa, että kaikki hankkeen kannalta olennaiset asiat tulevat huomioitua ympäristövaikutusten arvioinnissa ja hankkeen jatkosuunnittelussa. Mahdollisia pienryhmätilaisuuksiin kutsuttavia kohderyhmiä ovat esimerkiksi alueen asukkaat ja loma-asukkaat, elinkeinojen edustajat, virkistyskäyttäjät, yhdistykset ja järjestöt sekä muut sidosryhmät. Haastattelut toteutetaan teemahaastattelurungon avulla. Tilaisuuksien aluksi osallistujille esitellään hanketta ja ympäristövaikutusten arviointia, minkä jälkeen haastatteluteemoja käydään karttatyöskentelyn avulla läpi. Teemat koskevat alueen nykytilaa ja toimintoja sekä hankkeen mahdollisia vaikutuksia niihin. Lisäksi etsitään keinoja haittojen lieventämiseksi. Osallistujilla on mahdollisuus esittää kysymyksiä heitä askarruttavista teemoista. Pienryhmätilaisuuksien tulokset kootaan yhteen, analysoidaan ja niiden johtopäätökset kuvataan YVA-selostuksessa.

7.3.2 Aluetaloudelliset vaikutukset

Sosioekonomisten vaikutusten selvittämiseksi laaditaan nykytila-analyysi sijoituspaikkakuntien sosio-ekonomisesta tilasta ja rakenteesta. Hankkeen toimintaympäristön kuvauksessa tarkasteltavia teemoja ovat muun muassa alueen väestö ja sen rakenne, väestöennusteet, työvoima ja työllisyys, elinkeinorakenne sekä yritykset ja toimipaikat.

Arvioinnissa kuvataan investoinnin rakentamisen ja toiminnan aikaiset sosioekonomiset vaikutusmekanismit ja arvioidaan hankkeen välittömät ja välilliset vaikutukset sijoituspaikkakuntien työllisyyteen ja elinkeinoihin. Lisäksi selvitetään hankkeen vaikutuksia elinkeinorakenteen kehitykseen, yhteiskunnan toiminnan suunnitteluun ja paikallisten yritysten tulevaisuuden suunnitelmiin. Selvityksessä tarkastellaan vaikutuksia ensisijaisesti sijaintipaikkakuntien osalta, mutta huomioon otetaan myös laitoksen laajempien vaikutusalueiden työllisyyteen, väestökehitykseen, rakentamiseen, yhdyskuntarakenteeseen ja kunnallistalouteen kohdistuvat vaikutukset. Vaikutuksissa otetaan huomioon hankkeen elinkaaren eri vaiheet.

Keskeinen osa hankkeen sosioekonomisia vaikutuksia on hankkeen vaikutukset työllisyyteen, jonka perusteella arvioidaan hankkeen verotulovaikutukset. Hankkeen välittömiä vaikutuksia toimintavaiheessa ovat esimerkiksi laitokseen sijoittuvat työpaikat ja välillisiä vaikutuksia esimerkiksi hankkeen aiheuttama kysyntä ylläpitoon, huoltoon, kuljetuksiin sekä muihin palveluihin välituotepanoksina. Tutkimus- ja rakennusvaiheessa välittömällä työllisyysvaikutuksilla tarkoitetaan investoinnin edellyttämiä suunnittelu-, tutkimus- ja rakentamistöitä ja välillisillä vaikutuksilla välituotepanoksia ja palveluita kuten alihankintapalveluita, rakennusaineita ja -tarvikkeita sekä kuljetuspalveluita. Vaikutusten arvioinnissa pyritään löytämään myös keinoja positiivisten sosioekonomisten vaikutusten vahvistamiseksi.

Vaikutusten arvioinnissa hyödynnetään muun muassa Tilastokeskuksen tuottamia alueellisia panos-tuotostaulukoita sekä työpanoskertoimia. Arvioinnin tueksi toteutetaan viiranomais- ja asiantuntijahaastatteluja.

Tarvittaessa laaditaan erillinen selvitys kuntien imagoon kohdistuvista vaikutuksista. Tutkimuksessa tarkastellaan muun muassa kuntien ulkoista imagoa kuntalaisten, suomalaisten kuluttajien ja yritysten edustajien keskuudessa. Tutkimus toteutetaan puhe-
luhaastatteluin.

Lisäksi voidaan laatia selvitys hankkeen vaikutuksista lähialueen aineelliseen omaisuuteen, kuten kiinteistöjen arvoon, ja esittää mahdollisen loppusijoituspaikan lunastusme-

nettelyä koskevat vaiheet, sillä hankkeen toteuttaminen aiheuttaa kiinteistöjen osto- tai lunastustarpeita (ks. luku 4.11).

7.4 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maisema

YVA-ohjelman maiseman nykytilan kuvauksessa lähtötietoina on käytetty muun muassa ilmakuvia, karttoja ja paikkatietoja. YVA-selostuksessa tutkimusalueen ja sen lähiympäristön maiseman sen hetkiset piirteet selvitetään uudelleen kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin, maastokäynteihin sekä paikallistuntemukseen perustuen. Maisemavaihtuuksia havainnollistetaan valokuvasovittein.

Maisemavaikutus koostuu muutoksista maiseman rakenteessa, luonteessa ja laadussa. Visuaaliset vaikutukset ovat yksi maisemavaikutusten osajoukko. Maisemaan liittyy myös ei-aineellisia tekijöitä: alueen historia, ihmisten kokemukset, toiveet, arvostukset ja asenteet vaikuttavat maiseman kokemiseen. Arviot samasta maisemasta tai uuden hankkeen aiheuttamien maisemavaikutusten merkittävydestä voivat edellä mainituista syistä poiketa toisistaan merkittävästikin.

Vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen suhdetta laajempaan maisemakokonaisuuteen, suhdetta lähiympäristön maisemaan ja kaupunkikuvaan sekä mahdollisia vaikutuksia näkymiin kohti tutkimusaluetta. Vaikutusten tarkastelualueeksi on arviointiohjelmavaiheessa määriteltä viisi kilometriä tutkimusalueesta. YVA-selostusvaiheessa tarkastelualueen laajuus voidaan tarkistaa esimerkiksi arviointiohjelmasta saatavan palautteen perusteella.

Kulttuuriympäristö

YVA-ohjelmassa rakennetun kulttuuriympäristön sekä arkeologisen kulttuuriperinnön nykytilan kuvaus on perustunut olemassa oleviin selvityksiin, inventointeihin, rekistereihin (muun muassa Museoviraston muinaisjäännösrekisteri sekä RKY-tietokanta) sekä kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin. YVA-selostukseen tiedot päivitetään ja tutkimusalueille tehdään maastokäynnit sekä tarvittaessa muinaisjäännösinventointi.

Vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen vaikutuksia läheisiin rakennetun kulttuuriympäristön sekä arkeologisen kulttuuriperinnön kohteisiin tutkimusalueen läheisyydessä noin viiden kilometrin etäisyydellä. Mahdollisista tutkimusalueella sijaitsevista muinaismuistoista tehdään muinaisjäännösinventointi sekä tarvittaessa laaditaan suojelusuunnitelma yhteistyössä Museoviraston kanssa.

7.5 Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Maa- ja kallioperän nykytilan kuvaus perustuu GTK:n tutkimuksiin (muun muassa kivilaji ja -koko, paljastuneisuus, topografia, rikkonaisuus, geofysikaaliset ominaisuudet ja mineraalipotentiaali). Pohjavesialueiden nykytilan kuvaus perustuu paikkatietoaineistoihin luokitelluista pohjavesialueista ja muista vedenhankintaan soveltuvista alueista.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuus perustuu ensisijaisesti loppusijoitukselle suotuisiin kallio-olosuhteisiin, joiden selvittämiseksi vaaditaan useita vuosia kestävä tutkimusohjelma. Ennen sijoituspaikkatutkimusten aloittamista loppusijoituskalliolle määritetään tavoiteominaisuudet. Tavoiteominaisuuksien määrittämisessä on huomioitava loppusijoitusta koskevat lait, määräykset ja YVL-ohjeet. Näiden turvallisuusvaatimusten lisäksi sijoituspaikkaa valittaessa on luetteloitava yhteiskunnallisen hyväksynnän edellyttämät vaatimukset sekä toiminnanharjoittajan teknis-taloudelliset vaatimukset. Vaatimusmäärittelyssä voidaan hyödyntää Posivan ja SKB:n ohjelmien aikana julkaistua loppusijoituskallion tavoiteominaisuuksia koskevaa materiaalia. Sijoituspaikkatutkimuksista saa-

tavia tuloksia verrataan aikanaan tavoiteominaisuuksiin ja vertailun perusteella sijoituspaikkojen soveltuvuutta loppusijoituskäyttöön voidaan arvioida.

Loppusijoituksen ympäristövaikutusten arvioimista sekä tutkimusalueiden vertailua ja sijoituspaikan valintaa varten tarvitaan kultakin alueelta runsaasti geologista, geofysikaalista, hydrologista ja hydrogeokemiallista lisätietoa. Jotta alueiden keskinäinen arviointi on mahdollista, on kultakin alueelta tehtävä yhtä kattavat tutkimukset samankaltaisin menetelmin. Tutkimusten lähtökohtana on selvittää, vastaavatko alueiden kallioperän ominaisuudet niitä vaatimuksia ja oletuksia, joita kallioperälle on asetettu tutkimusalueiden valintavaiheessa. Erityisen tärkeää on selvittää mahdollisia kallioperän soveltuvuuteen vaikuttavia piirteitä kuten malmiesiintymät, laajat vaaka-asentoiset tai loivat deformaatiovyöhykkeet, poikkeuksellinen pohjavesikemia tai kivilajivaihtelu syvyys-suunnassa.

Erillisessä tutkimussuunnitelmassa (*Paananen ym. 2016*) esitetyt tutkimusaluekohtaiset geologiset tutkimukset on alustavasti jaettu seuraaviin vaiheisiin, jotka luontevasti nivoutuvat toisiinsa ja tarkentavat tutkimusten edetessä kuvaa alueen kallio- ja maaperästä sekä hydrologisista ja hydrogeokemiallisista olosuhteista:

- Alustavassa tutkimusvaiheessa rajataan lineamenttien perusteella soveltuvia tutkimusalueita, ja niiden geologisia ja ympäristöllisiä ominaisuuksia tarkastellaan.
- Ensimmäisessä tutkimusvaiheessa keskitytään lähinnä maanpintatutkimuksiin, jotka ovat luonteeltaan yleisselvityksiä.
- Toisessa tutkimusvaiheessa saadaan merkittävää uutta tietoa syvyysuunnassa viiden noin 500–1000 metriä syvän kairanreiän tutkimuksista. Lisätietoa maan pinnalta hankitaan muun muassa tutkimuskaivannoista sekä täydentävästä rakennegeologisesta kartoituksesta ja täydentävistä geofysiikan mittauksista (muun muassa reflektioseismiikka, sähkömagneettiset luotaukset, sähköiset luotaukset, painovoimamittaukset). Tässä vaiheessa laaditaan myös ensimmäinen alustava rakennegeologinen ja hydrogeologinen kolmiulotteinen malli.
- Kolmannessa tutkimusvaiheessa selvitetään mahdollisia auki jääneitä kysymyksiä muun muassa geofysikaalisin erikoismittauksin (in situ lämmönjohtavuus, tomografia, latauspotentiaali jne.) sekä tarvittaessa lisäkairauksin. Kun tarpeelliset avoimia kairanreikiä hyödyntävät tutkimukset on saatu päätökseen, asennetaan reikiin monitulppalaitteistot ja aloitetaan tulpattujen reikäväljen hydrogeologinen monitorointi ja hydrogeokemiallinen näytteenotto. Tutkimusaineiston perusteella alueesta laaditaan integroitu rakennegeologinen ja hydrogeologinen kolmiulotteinen malli. Viimeistään kolmannen tutkimusvaiheen integroiduissa malleissa otetaan mukaan olennaisin osin myös maaperä (sisältäen sedimentit), pintavedet ja kasvillisuustyypit.
- Tutkimusvaiheiden päättymisen jälkeen alueilla jatketaan pohjaveden seuranta-tutkimuksia vielä useiden vuosien ajan.

Tutkimustulokset kootaan erilliseen raporttiin ja päätulokset esitetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Geologisten tutkimusten ja niistä tehtävien tulkintojen ja mallinnusten perusteella arvioidaan alustavasti kallioperän soveltuvuus loppusijoitus-toimintaan. Lisäksi YVA-selostuksessa esitetään arvio hankkeen vaikutuksista maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin. Hankkeen vaikutukset laitosalueen maa- ja kallioperään arvioidaan alueen maastonmuotojen, maa- ja kallioperän laadun sekä laitoksen ja siihen liittyvien rakenteiden tarvitseman alueen ja maanalaisten osien mittasuhteiden avulla. Käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuoton vaikutukset kallioperään arvioidaan. Pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi selvitetään loppusijoituslaitoksen sijoittuminen pohjavesialueisiin nähden ja rakentamisesta ja toiminnasta pohjavesiin

kohdistuvat mahdolliset riskit esimerkiksi pohjaveden pinnan alenema. Maanalaisiin tiloihin vuotava pohjaveden määrä arvioidaan. Vaikutusten tarkastelualueeksi on YVA-ohjelmavaiheessa määritetty tutkimusalueen lisäksi noin viisi kilometriä tutkimusalueen ulkopuolelle. Tarkastelualue täsmentyy tutkimusten edetessä.

7.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

YVA-ohjelman nykytilan kuvauksessa tietolähteinä on käytetty muun muassa ympäristöhallinnon karttapalveluita, paikkatietoaineistoja ja tietokantoja, erilaisia karttoja ja ilmakuvia (*Maanmittauslaitos 2015 & 2016, Geologian tutkimuskeskus 2016, Luonnonvarakeskus 2016b*) sekä kaavoja ja niiden taustaselvityksiä ja muita julkisista lähteistä saatavilla olevia selvityksiä ja tietoja. YVA-selostuksessa tarkennetaan YVA-ohjelmassa esitettyä luonnonympäristön nykytilan kuvausta sekä arvioidaan ne vaikutukset, joita hankkeen toteuttamisella on kasvillisuuteen, eläimistöön, luontotyyppeihin ja luonnonsuojelun kannalta merkittäviin kohteisiin sekä laajemmin luonnon monimuotoisuuteen ja vuorovaikutussuhteisiin kuten ekologiin yhteyksiin. Arvioinnissa otetaan huomioon hankkeen eri vaiheista johtuvat suorat ja epäsuorat vaikutukset koko sillä alueella, johon ne ulottuvat.

YVA-selostusta varten tutkimusalueilla tehdään perusteelliset luontoselvitykset. Niihin kuuluvat ainakin seuraavat erillisselvitykset:

- Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys
- Pesimälinnustoselvitys
- Tarpeelliset luontodirektiivilajien selvitykset (esimerkiksi liito-orava-, lepakko- ja viitasammakkoselvitykset)

Lisäksi hyödynnetään luvussa 7.5 kuvatuista tutkimusohjelmista saatavia tietoja. YVA-selostukseen YVA-ohjelmaa varten kerätyt luontotiedot tarkistetaan ja niitä täydennetään. Suomen ympäristökeskuksesta, Luonnontieteellisestä keskusmuseosta ja ELY-keskuksista pyydetään havaintotiedot uhanalaisista lajeista. Myös ELY-keskuksista, maakuntaliitoilta ja kunnilta sekä järjestöiltä ja harrastajilta saatavat muut luontotiedot käydään läpi. Natura-alueet, luonnonsuojelualueet, valtakunnallisten luonnonsuojeluohjelmien kohteet ja muut tiedossa olevat valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet esitetään YVA-selostuksessa. Lisäksi tiedossa olevat seudullisesti ja paikallisesti arvokkaat luontokohteet esitetään. Luonnonsuojelualueiden osalta tarkennetaan selostukseen niiden suojelun perusteet. Vaikutusten tarkastelualueeksi on alustavasti määritetty 10 kilometriä tutkimusalueesta.

Luontoselvitykset ja vaikutusarviointi tehdään niitä koskevien oppaiden (*Söderman 2003, Sierla ym. 2004, Työ- ja elinkeinoministeriö 2015*) mukaisesti tai mahdollisten uudempien käytettävissä olevien kartoitus- ja arviointiohjeiden mukaisesti. Erityishuomiota kiinnitetään Natura-alueisiin, luonnonsuojelualueisiin, arvokkaisiin luontokohteisiin, uhanalaisiin luontotyyppeihin ja uhanalaisiin tai muuten huomionarvoisiin lajeihin kohdistuviin vaikutuksiin.

Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa otetaan huomioon vaikutusten voimakkuus ja kesto sekä luontokohteiden luonnonsuojelulliset arvot ja herkkyys muutoksille ja lajien elinympäristö- ja kasvupaikkavaatimukset. Natura-alueiden osalta arvioidaan, kohdistuuko niiden suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin sellaisia vaikutuksia, että olisi tarpeen laatia luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi. Tarvittaessa arviointi liitetään YVA-selostukseen. Lisäksi arvioinnissa annetaan suosituksia mahdollisten luontoarvojen heikentävien vaikutusten lieventämisestä ja seurannasta.

7.7 Vesistöt

YVA-ohjelman nykytilan kuvauksessa tietolähteenä on käytetty ympäristöhallinnon tietokantoja sekä muita karttoja, paikkatietoaineistoja ja ilmakuvia. YVA-selostukseen nykytilan kuvaus päivitetään ja tietoja täydennetään kunnilta mahdollisesti saatavilla lisätiedoilla. Lisäksi hyödynnetään luvussa 7.5 kuvatuista tutkimusohjelmista saatavia tietoja. Luontoselvityksien yhteydessä kartoitetaan alueen pintavedet ja tarvittaessa analysoidaan vedenlaatu.

YVA-selostuksessa loppusijoitushankkeen eri vaiheiden veden hankintajärjestelyt kuvataan ja veden hankinnan vaikutukset ympäristöön arvioidaan. Suunnitellun loppusijoituslaitoksen tutkimusvaiheessa syntyvien paluuviesien ja rakennusvaiheessa syntyvien vuotovesien sekä eri vaiheissa syntyvien jätevesien käsittely ja niiden aiheuttama kuormitus esitetään. Kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen liittyvien maanrakennustöiden, louhinnan, murskauksen sekä läjityksen vaikutukset pintavesiin esitetään. Vaikutukset tutkimusalueiden pintavesiin arvioidaan olemassa olevaan tutkimustietoon perustuen. Mikäli pintavesistä ei ole olemassa tutkimustietoa, tutkitaan niiden vedenlaatu hankkeen kannalta riittävällä tarkkuudella. Vaikutusarviointi perustuu olemassa olevaan tutkimustietoon, mahdollisten erillisselvitysten tuloksiin sekä asiantuntija-arvioihin. Vaikutusten arvioinnin tarkastelualueeksi on alustavasti määritetty noin 10 kilometriä.

7.8 Ilmasto ja ilmanlaatu

YVA-ohjelmassa ilmaston ja ilmanlaadun nykytilan kuvaukset perustuvat Ilmatieteenlaitoksen julkaisemiin tietoihin sekä julkisiin ilmanlaadun seurantatietoihin. YVA-selostukseen päivitetään YVA-ohjelmassa esitetyt alueen nykytilatiedot ilmaston ja ilmanlaadun osalta sekä otetaan huomioon mahdolliset lähikunnissa tehdyt uudet ilmanlaatatutarkailut.

YVA-selostuksessa arvioidaan hankkeen eri vaiheiden sekä niihin liittyvien kuljetusten aiheuttamat päästöt ilmaan. Rakentamisen aikaisten maanrakennustöiden, työmaaliikenteen sekä erillistoimintojen (esimerkiksi kivenmurskaus ja louheen läjitys) aiheuttama paikallinen pölyäminen sekä ajoneuvojen ja työkonoiden aiheuttamat pakokaasupäästöt ja niiden vaikutukset arvioidaan asiantuntijatyönä. Vaikutusten arvioinnin tarkastelualueeksi on alustavasti määritetty noin kaksi kilometriä.

Lisäksi arvioidaan radioaktiivisten aineiden päästöt, joita voi syntyä lähinnä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Arviointimenetelmät on kuvattu luvussa 7.14.

Ilmasto-olosuhteiden tarkastelun tueksi tutkimusalueille voidaan asentaa sääasema, jossa seurataan muun muassa tuulensuuntaa ja lämpötilaa. Geologisen tutkimusohjelman puitteissa tehdään lumi- ja routamittauksia (luku 7.5).

7.9 Kuljetukset ja liikenne

YVA-ohjelmassa liikenteen nykytilan kuvaus perustuu Liikenneviraston julkaisemiin tietoihin liikennemäärästä. Liikennemäärätiedot päivitetään YVA-selostukseen. YVA-ohjelmassa lähialueen tieverkosto on kuvattu karttojen ja paikkatietojen perusteella. YVA-selostukseen niiden tiedot tarkistetaan ja tarkastelualueetta laajennetaan tarvittavilta osin erillisen kuljetusselvityksen perusteella.

Liikennevaikutuksia tarkastellaan arvioimalla hankkeen eri vaiheiden kuljetusten määrät, kuljetustavat ja käytetyt reitit. Kuljetuksista aiheutuvat muutokset nykyisiin liikennemääriin sekä käytettävät liikennevälineet arvioidaan hankkeen kuljetustarpeiden perusteella. Sekä maantie-, rautatie- että merikuljetusten aiheuttamia vaikutuksia tarkastellaan niillä kulkureiteillä, joihin hanke voi vaikuttaa. Tarvittavat hetkelliset muutokset

alueiden liikennejärjestelyihin esitetään. Liikenteen aiheuttamat vaikutukset arvioidaan liikenteellisten muutosten perusteella. Erityistä huomiota kiinnitetään kuljetusreittien varrella mahdollisesti sijaitseviin herkkiin kohteisiin, kuten asutukseen, päiväkoteihin, kouluihin, sairaaloihin ja virkistysalueisiin.

YVA-selostuksessa esitetään arvio käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön. Arvioinnin tueksi laaditaan erillinen kuljetus selvitys, jossa tarkastellaan muun muassa kuljetusreittejä, vaihtoehtoisia kuljetustapoja sekä kuljetushenkilöstölle sekä kuljetusreitin varrella asuvalle henkilölle teoriassa aiheutuvaa säteilyannoksen lisää. Lisäksi kuljetusselvityksessä tarkastellaan mahdollisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita (ks. luku 7.14). Vaikutusten tarkastelualueena on kuljetusreittien ympäristö niin laajalta alueelta, että se kattaa tarkasteltavan ympäristövaikutuksen vaikutusalueen. Alustavaksi tarkastelualueeksi on määritelty noin kaksi kilometriä.

7.10 Melu

YVA-ohjelmassa melun nykytila on kuvattu tarkastelemalla alueella sijaitsevia toimintoja. YVA-selostukseen nykytilatiedot päivitetään ja tarvittaessa tehdään melumittauksia.

Meluvaikutusten osalta tarkastellaan hankkeen eri vaiheista sekä kuljetuksista aiheutuvaa melua. Meluvaikutusten arviointi perustuu hankkeen suunnittelutietoihin, toimintaan liittyvien kuljetusten määriin, muista vastaavista toiminnoista saataviin kokemuksiin ja alueen ympäristön nykyistä melutasoa kuvaaviin olemassa oleviin tietoihin. Meluvaikutusten arviointi toteutetaan melumallinnuksen avulla. Mallinnuksessa tarkastellaan hankkeen eri vaiheiden toiminnoista sekä niihin liittyvistä kuljetuksista aiheutuvaa melua hankkeen lähialueella noin kahden kilometrin säteellä alueelle sijoittuvista toiminnoista. Arvioinnissa hankkeen aiheuttamaa melua verrataan alueen nykyiseen melutasoon ja melun ohjearvoihin.

7.11 Tärinä

YVA-ohjelmassa tärinän nykytila on kuvattu tarkastelemalla alueella sijaitsevia toimintoja. YVA-selostukseen nykytilatiedot päivitetään.

Tärinän osalta arvioinnissa tarkastellaan kallion louhinnasta ja hankkeen aikaisista kuljetuksista aiheutuvia tärinävaikutuksia. Tärinän voimakkuutta arvioidaan suhteessa etäisyyteen tärinälähteestä saatavilla olevan tiedon ja aiempien kokemusten perusteella. Arvioinnissa otetaan huomioon tutkimusalueen läheisyydessä sijaitsevat rakennukset sekä ihmisten mahdollisesti kokemat häiriövaikutukset. Alustavaksi tarkastelualueeksi on määritelty noin kaksi kilometriä.

7.12 Jätteet ja sivutuotteet sekä niiden hyödyntäminen

Jätteiden ja sivutuotteiden käsittelystä aiheutuvia ympäristövaikutuksia arvioidaan tarkastelemalla hankkeen eri vaiheissa muodostuvia sivutuotteita ja jätteitä, niiden määrää, ominaisuuksia ja käsittelyvaihtoehtoja.

YVA-selostuksessa kuvataan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa syntyvien tavanomaisten jätteiden, vaarallisten jätteiden ja radioaktiivisten jätteiden määrä, laatu ja käsittely sekä arvioidaan niihin liittyvät ympäristövaikutukset. Myös tutkimusten ja rakentamisen aikana syntyvät jätteet ja maamassat esitetään. Tutkimusalueella mahdollisesti sijaitsevat pilaantuneen maaperän kohteet selvitetään tarvittaessa. Jätteiden ja sivutuotteiden määrän minimoimiseksi suunnitellut toimet, jätteiden mahdolliset hyötykäyttökohteet sekä jätteiden käsittely ja loppusijoitusmahdollisuudet kuvataan. Ympäristö-

vaikutukset arvioidaan alueella tehtävän käsittelyn ja hyötykäytön sekä mahdollisten kuljetusten osalta. Alueen ulkopuolella mahdollisesti tehtävän käsittelyn tai loppusijoituksen vaikutuksia ei tässä yhteydessä arvioida.

7.13 Luonnonvarojen hyödyntäminen

YVA-selostuksessa kuvataan luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvat vaikutukset, joita voi aiheutua sekä luonnonvarojen käytöstä että käytön estymisestä. Luonnonvarojen hyödyntämisessä tarkastellaan muu muun muassa syntyvän louheen hyödyntämistä ja käyttöä sekä hankkeen tarvitsemien materiaalien kulutusta (muun muassa loppusijoituskapaseleihin tarvittava kupari).

Fennovoiman (2014) ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa on esitetty ydinpolttoaineen tuotantoketjun ympäristövaikutukset, jonka yhteydessä on arvioitu muun muassa uraanin hyödyntämisen vaikutukset.

7.14 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Hankkeen poikkeus- ja onnettomuustilanteiden tunnistamiseksi laaditaan riskianalyysi, jossa tarkastellaan mahdollisten onnettomuusriskien tyyppiä ja todennäköisyyttä hankkeen eri vaiheissa. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden ympäristövaikutukset arvioidaan ja niiden estämiseksi tai seurausten lieventämiseksi esitetään keinoja.

YVA-selostuksessa esitetään poikkeus- ja onnettomuustilanteissa mahdollisesti syntyvät radioaktiivisten aineiden päästöt ja muut päästöt sekä arvioidaan niiden vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden päästöjä verrataan ohje- ja raja-arvoihin sekä alueen nykytilaan. Onnettomuustilanteiden vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristöön tarkastellaan turvallisuusanalyysihin ja loppusijoitustoiminnalle asetettaviin vaatimuksiin perustuen. Onnettomuustilanteiden aiheuttamat säteilyannokset ja vaikutusalueet arvioidaan. Poikkeustilanteiden seurauksia arvioidaan säteilyn terveydellisistä ja ympäristöllisistä vaikutuksista olemassa olevaan tutkimustietoon perustuen. Arvioitaessa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa syntyviä päästöjä ja arvioitaessa niiden vaikutuksia noudatetaan Säteilyturvakeskuksen ohjeita.

Myös käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin liittyviä riskejä tarkastellaan mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden osalta. Poikkeustilanteessa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus voi keskeytyä esimerkiksi kuljetuskaluston teknisen vian tai liikenneonnettomuuden vuoksi. Onnettomuustilanteiden mahdollisia syitä voivat olla esimerkiksi törmäystilanteet, ulkoiset tekijät (sabotaasi, salamanisku) ja palotilanteet. Vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan kuljetussäiliön kestävyyttä edellä mainituissa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa ja onnettomuustilanteista mahdollisesti aiheutuvia säteilyannoksia kuljetushenkilöstölle sekä kuljetusreitien varrella asuville henkilöille.

7.15 Pitkäaikaisturvallisuus

Suunnitellun loppusijoituslaitoksen turvallisuussuunnittelun perusteet radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten osalta esitetään arviointiselostuksessa. Myös arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista esitetään. Vaikutusten arvioinnissa mallinnettuja ihmisille ja muille eliöille aiheutuvia säteilyannoksia ja radioaktiivisuuden päästönopeuksia maanpintaympäristöön verrataan turvallisuusvaatimuksiin, jotka on esitetty lainsäädännössä ja STUKin julkaisemissa YVL-ohjeissa.

YVA-selostuksessa esitetään arvio ympäristölle aiheutuvista säteilyvaikutuksista. Tätä mallinnetaan simuloimalla radioaktiivisten aineiden kulkeutumista loppusijoituslaitoksen

vaurioituneista kapseleista maanpintaympäristöön ja edelleen ekosysteemeissä. Tietokonemallinnuksen lähtötiedot saadaan tutkimalla loppusijoituskonseptiin kuuluvien materiaalien evoluutiota luonnossa, hyödyntämällä arkeologisten löytöjen tutkimusta, tekemällä materiaalitestausta laboratorioissa sekä soveltamalla muuta luonnontieteellistä tutkimusta. Mallinnuksen lopputuloksena saadaan arvio loppusijoituspaikalla elävien ihmisille, kasveille ja eläimille aiheutuvasta säteilyaltistuksen määrästä, jota verrataan turvallisuusvaatimuksiin ja nykytilaan.

Myöhemmissä luvitusvaiheissa loppusijoituksen turvallisuus tulee pystyä osoittamaan riittävällä varmuudella jopa miljoonan vuoden päähän. Loppusijoituksen yhteydessä puhutaankin pitkäaikaisturvallisuudesta, jolla tarkoitetaan ympäristön säteilyturvallisuutta loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisenä aikana. Koska pitkäaikaisturvallisuutta ei voida todentaa kokonaisuudessaan kokeellisesti hyvin pitkien ajanjaksojen vuoksi, arvioinnissa hyödynnetään tietokonemallinnusta. Mallinnettavia osa-alueita on muun muassa hydrologiset, kemialliset, termiset, mekaaniset ja biologiset prosessit. Mallinnuksessa otetaan huomioon myös erilaisia tulevaisuuden skenaarioita, kuten esimerkiksi maanjäristysten tai jääkausien aiheuttamat mahdolliset vauriot kapseleille.

7.16 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Eurajoella on tällä hetkellä käynnissä muun muassa Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoksen rakentaminen sekä Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toteutus. Lisäksi Eurajoella on käynnissä muita pienempiä hankkeita.

Pyhäjoen Sydännevan tutkimusalueen pohjoisreunalle sijoittuu wpd Finland Oy:n suunnittelema Karhunnevakankaan tuulipuistohanke. Tuulipuiston suunnittelualueen koko on noin 2 590 hehtaaria. Karhunnevakankaan hankealueelle on suunniteltu rakennettavan 36–40 tuulivoimalaa, kukin teholtaan noin 3 MW.

Pyhäjoen Sydännevan tutkimusalueen läheisyydessä on tällä hetkellä käynnissä Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämiseen tarvittava 110 kilovoltin voimajohdon YVA-menettely. Lisäksi Pyhäjoen Hanhikiven niemellä sijaitsee Fennovoiman ydinvoimalaitostyömaa, jossa infrastruktuuriin liittyvät rakennustyöt ovat käynnissä. Sydännevan tutkimusalueella tai sen läheisyydessä ei tällä hetkellä ole tiedossa muita käynnissä tai suunnitteilla olevia hankkeita.

Sijaintipaikkakunnilla käynnissä tai suunnitteilla olevien hankkeiden tiedot tarkastetaan YVA-selostusvaiheessa ja tarvittaessa yhteisvaikutukset arvioidaan.

7.17 Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset

Fennovoiman loppusijoitushankkeella ei ole alustavan arvion perusteella tunnistettu olevan valtioiden rajoja ylittäviä ympäristövaikutuksia. Fennovoiman kuljetusselvityksessä (*Fennovoima 2009*) on todettu, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten mahdollisessa onnettomuustilanteessa ei radioaktiivisia aineita voi levitä suuria määriä ympäristöön. Vakavimmassakin tapauksessa lähinnä kuljetushenkilöstö sekä onnettomuuspaikan välittömässä läheisyydessä olevat henkilöt voivat altistua kohonneelle säteilytasolle.

Kapselointilaitoksella pahin mahdollinen onnettomuustilanne on kapselin putoaminen kapselihissistä, jolloin polttoainesauvat rikkoontuisivat kapselin sisällä ja kapseli vaurioituisi. Tällöin tiloihin voisi vapautua kaasumaisia ja hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita. Ne kerätään talteen ilmastoinnin suodatusjärjestelmällä. (*Rossi & Suolanen 2013*) Laitoksen suodatusjärjestelmien käyttö vähentää merkittävästi laitokselta mahdollisesti

vapautuvien päästöjen määrää. Viranomaismääräysten mukaan laitokselta ei saa vapautua ympäristöön raja- ja ohjearvojen ylittäviä määriä radioaktiivisia aineita.

Hankkeelle laaditaan muun muassa erillinen kuljetusselvitys, poikkeus- ja onnettomuustilanteiden riskianalyysi sekä pitkäaikaisturvallisuuden mallinnus, joissa tarkastellaan muiden tekijöiden ohella voivatko vaikutukset ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle. Hankkeen ympäristövaikutuksia (muun muassa laatu, suuruus ja vaikutusalue) tarkastellaan perusteellisemmin YVA-selostuksessa. YVA-selostuksessa esitetään arvio aiheutuuko hankkeesta Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia. Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia tarkastellaan myös Espoon sopimuksen mukaisen kansainvälisen kuulemisen yhteydessä.

7.18 Nollavaihtoehtoon vaikutukset

YVA-selostuksessa arvioidaan nollavaihtoehtoon, eli hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutukset. Tällöin käytettyä ydinpolttoainetta varastoitaisiin ydinvoimalaitosalueella Pyhäjoen Hanhikiven niemellä useita vuosikymmeniä. Suomen ydinenergialainsäädäntö kuitenkin edellyttää käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta, joten pitkitetty varastointi ei voi olla lopullinen käytetyn ydinpolttoaineen jätehuollon ratkaisu.

8 HAITTOJEN LIEVENTÄMINEN

Arviointityön aikana selvitetään mahdollisuudet ehkäistä ja rajoittaa hankkeen haittavaikutuksia suunnittelun ja toteutuksen keinoin. Selvitys lieventämistoimenpiteistä esitetään arviointiselostuksessa.

9 EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Samoin käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia. Tiedon puutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta selvitystyössä. YVA-menettelyn pitkä aikataulu huomioon ottaen alueiden nykytilaa koskevat tiedot päivitetään sekä tarkennetaan YVA-selostusta varten. Lisäksi hankkeen suunnittelutiedot tulevat täsmentymään YVA-selostusvaiheeseen.

Arviointityön aikana epävarmuustekijät tunnistetaan mahdollisimman kattavasti ja arvioidaan niiden merkitys vaikutusarvioiden luotettavuudelle. Nämä asiat kuvataan arviointiselostuksessa.

10 HANKKEEN VAIKUTUSTEN SEURANTA

Vaikutusten arvioinnin yhteydessä laaditaan ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelman sisällöksi ja se esitetään YVA-selostuksessa. 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 esiintyy ennakoimattomia, merkittäviä haittoja.

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-ohjelmassa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

TERMI / LYHENNE	SELITYS
Ajotunneli	Kallioperässä maanpinnalta loppusijoitustasolle kulkeva ajotie (ramppi).
Aktiivisuus (Bq)	Aktiivisuus ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tapahtuvien ydinhajoamisten lukumäärän aikayksikköä kohden. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq) = yksi hajoaminen sekunnissa.
Anomalia	Poikkeavuus, poikkeus, epäsäännöllisyys, säännöttömyys, epänormaalius, epänormaalisuus, epätavallisuus
Bentoniitti / bentoniittisavi	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 loppusijoitus-tilojen täyteaineena.
Deformaatio	Maankuoren kivien ja kerrosten muodonmuutostapahtuma, jossa kiveen syntyy siirroksia, hiertovyöhykkeitä, rakoja, poimuja ja suuntautunutta rakennetta puristavien tai venyttävien voimien vaikutuksesta.
Diapaasi	Basalttista laavakiveä vastaava yleinen juonikivi.
Dioriitti	Syväkivi, päämineraaleina plagioklaasi (andesiini) ja sarvivälke, usein myös biotiitti ja/tai augiitti
Dekontaminointi	Esineen tai materiaalin puhdistaminen radioaktiivisista aineista
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Emäksinen kivilaji	Syväkivi, kuten gabro tai basaltti, joka sisältää 45 – 52 % piidioksidia (SiO ₂).
EURATOM	Euroopan unionin (EU) Euroopan atomienergiayhteisö (European Atomic Energy Community), jonka jäsen Suomi on.
Fortum	Fortum Power and Heat Oy
Geofysikaaliset ominaisuudet	Kallioperän magneettiset, sähkömagneettiset, sähköiset, seismiset ja termiset ominaisuudet
Geologinen loppusijoitus	Geologisella loppusijoituksella tarkoitetaan käytetyn ydinpolttoaineen huollon ratkaisua, jonka tarkoituksena on eristää käytetty ydinpolttoaine syvälle maanpinnan alle siten, että vaikutukset ympäristöön ovat yhtäläiset tai vähäisemmät kuin luonnossa esiintyvän radioaktiivisuuden.
Gneissi	Rakenteeltaan suuntautunut, keski- tai karkearakeinen metamorfinen kivilaji, jonka päämineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet, usein myös granaatti, kordieriitti, sarvivälke tai diopsidi
Graniitti	Syväkivi, jonka päämineraalit ovat kalimaasälpä, plagioklaasi, kvartsi ja kiille sekä joskus sarvivälke
Granodioriitti	Syväkivi, jonka päämineraalit ovat plagioklaasi, kalimaasälpä ja kvartsi sekä tummat mineraalit kuten biotiitti ja/tai sarvivälke

TERMI / LYHENNE	SELITYS
Greisenjuoni	Yleensä juonina esiintyvä, synnyltään hydroterminen kivi, joka koostuu pääasiassa kvartsista ja kielteestä, mutta sisältää mm. topaasia, turmaliinia, fluoriittia ja erilaisia tina-, volframi- ja litiummineraaleja.
GTK	Geologian tutkimuskeskus
Hajarae	Kookas, ympäröiviä rakeita suurempi mineraalirae kivessä (ks. porfyyrinen kivilaji)
Hankealue	Alue, jossa sijaitsevat hankkeen maanalaiset ja maanpäälliset tilat sekä muut hankkeeseen liittyvä infrastruktuuri, kuten tiet ja maa-aineksen läjitysalueet.
Hankkeesta vastaava	Toiminnanharjoittaja tai se taho, joka on vastuussa YVA-menettelyn kohteena olevan hankkeen valmistelusta ja toteuttamisesta
HIRE-reflektioseisminen luotaus	Maan pinnalla tehty korkean erotuskyvyn heijastusseisminen luotaus
Homogeenisuus	Tasakoosteisuus
Hydrogeokemia	Vesien kemia
Hydrogeologia	Maanpinnan alaista vettä, sen esiintymistä, liikkumista ja sen suhdetta geologiseen ympäristöön tutkiva tiede
Hydrologia	Pintavesien esiintymistä, liikkumista ja sen suhdetta geologiseen ympäristöön tutkiva tiede
Hydraulinen häkki	Vaihtoehtoinen loppusijoituskonsepti, joka koostuu pystysuorista rei'istä ja siilon ympärille louhituista tunneleista, jotka johtavat pohjaveden loppusijoitusalueen ympäristöön. Käytetyt polttoaineniput pakataan valurautateräksessä valmistettuihin loppusijoituskapseleihin ja ne varastoidaan siilon sisään säteittäin porattuihin reikiin eli loppusijoitustunneleihin. Siilon keskellä olevan keskuskuilun ympärillä on pystysuoria reikiä, jotka toimivat jäähdytyskuiluina. Jäähdytyskuilut on ympäröity noin 5 metriä leveällä bentoniittitäytteisellä vai-palla. Vaipan ulkopuolella olevat tunnelit ja porareitit muodostavat hydraulisen häkin, jonka avulla kalliotilat pidetään hydrologisesti, mekaanisesti ja kemiallisesti sopivina loppusijoitukselle.
IAEA	International Atomic Energy Agency eli kansainvälinen atomienergiajärjestö on Yhdistyneiden Kansakuntien alainen järjestö, joka pyrkii edistämään rauhanomaista ydinenergian käyttöä. IAEA myös edistää säteilyturvallisuutta, ydinturvallisuutta ja ydinaseriisuntaa.
IBA- ja FINIBA-alueet	IBA-alueet ovat kansainvälisesti tärkeitä lintualueita ja FINIBA-alueet Suomen kansallisesti tärkeitä lintualueita. Alueiden kartoitushankkeesta vastaavat Suomen ympäristökeskus ja BirdLife Suomi ry.
Isotooppi	Isotoopit ovat saman alkuaineen eri muotoja, jotka eroavat toisistaan ytimessä olevien neutronien lukumäärän ja ytimen ominaisuuksien suhteen. Lähes kaikki alkuaineet esiintyvät luonnossa useimpina isotooppeina. Esimerkiksi vedyllä on kolme isotooppia: vety, deuterium ja tritium, joista tritium on radioaktiivinen.
Juoni	Kivilajin esiintyminen levymäisesti toisessa kivilajissa. Juoni syntyy esimerkiksi kivilajin tunkeutuessa kallioperän rakoon.
Jälleenkäsittely	Hyödyllisten nuklidien erottaminen käytetystä ydinpolttoaineesta. Jäljelle

TERMI / LYHENNE	SELITYS
	jäävät fissiotuotteet ja osa transuraaneista.
Kairareikä	Kallioperään kairattu tutkimusreikä.
Kairaus	Menetelmä, jolla kallioon tehdään reikiä muun muassa tutkimustarkoituksiin.
Kallioperä	Kivilajeista koostuva maankuoren ylin osa, joka on osittain irtomaalajien, osittain veden peittämä.
Kansainvälinen kuuleminen	Espoon sopimuksen mukainen valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnin kuulemismenettely, johon eri kohdevaltiot voivat osallistua.
Kapseli	Kuparikuoresta, pohjasta ja kansista sekä valurautaisesta sisäosasta muodostuva käytettyjen polttoaine-elementtien loppusijoitukseen tarkoitettu tekninen vapautumiseste.
Kapselointilaitos	Kapselointilaitoksella tarkoitetaan ydinlaitosta, jossa käytetty ydinpolttoaine pakataan loppusijoituskapseluihin.
Kapselointi- ja loppusijoituslaitos	Laitoskokonaisuus, joka koostuu kahdesta ydinjätelaitoksesta: maanpäällisestä kapselointilaitoksesta ja syvällä kallioperässä olevasta loppusijoituslaitoksesta.
KBS-3	Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan yhtiön SKB:n kehittämä loppusijoituksen periaateratkaisu. KBS on lyhenne sanasta Kärn Bränsle Säkerhet (ydinpolttoaineen turvallisuus).
KBS-3H	Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään vaakasuuntaan (H=horizontal eli vaaka).
KBS-3V	Loppusijoituksen periaateratkaisu, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Ensimmäinen vapautumiseste eli kapseli sijoitetaan kallioperään pystyasentoon (V=vertical eli pysty). Posivan tämänhetkisten suunnitelmien mukaan loppusijoituskapselit tullaan sijoittamaan loppusijoitustunneleihin porattuihin pystyreikiin.
Kohdealue	Kohdealue on kallion rikkonaisuusvyöhykkeiden perusteella rajattu loppusijoitukseen alustavasti soveltuvaksi tulkittu alue. Kohdealue voi sisältää useampia tutkimusalueita.
Korkeusmalli	Maanpinnan korkeutta kuvaava malli
Korroosio	Ympäristön vaikutuksesta tapahtuvaa materiaalin muuttumista käyttökeltomaan muotoon. Vahingoittava materiaali liukenee tai muuten reagoi ympäristön (ilma, neste, maa jne.) aineiden kanssa. Yksinkertaisin esimerkki korroosiosta on raudan ruostuminen.
Kuljetussäiliö	Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin ja lyhytaikaiseen säilytykseen tarkoitettu säteilysuojalla varustettu erikoisvalmisteen säiliö. Säteilysuojan lisäksi säiliö on mekaaninen ja lämpötekninen suoja käytetyn polttoaineen kuljetuksen, käsittelyn ja varastoinnin aikana. Voidaan käyttää myös termiä siirtosäiliö.
Käytetty ydinpolttoaine	Ydinpolttoainetta sanotaan käytetyksi, kun se on poistettu reaktorista. Käytetty ydinpolttoaine on yleensä voimakkaasti säteilevää.
Laserkeilaus (LiDAR)	Mittaustapa, jolla kohteesta saadaan lasersäteiden avulla mittatarkkaa kolmiulotteista tietoa kohteeseen koskematta.

TERMI / LYHENNE	SELITYS
Latauspotentiaali	Sähköinen menetelmä, jolla voidaan tutkia maankamarassa olevien johde- vyöhykkeiden asentoa, jatkuvuutta ja ominaisuuksia.
Lineamentti	Kartalla tai maastossa näkyvä pitkä, jatkuva piirre (esim. laakso), joka saat- taa kuvastaa kallioperän rikkonaisuusvyöhykettä
Liuskeisuus	Kiveen deformaatioissa syntyvä tasosuuntaus, tasomainen rakenne
Lohko	Rikkonaisuusvyöhykkeiden rajaama kallioalue
Loppusijoitus	Ydinjätteiden sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla siten, ettei sijoitus- paikkaa tarvitse valvoa eikä jätteiden radioaktiivisuus aiheuta vaaraa luonnol- le tai ihmisille
Loppusijoitushanke	Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen suunnittelu, kehittäminen, rakentaminen ja toteuttaminen.
Loppusijoituslaitos	Loppusijoituslaitoksella tarkoitetaan kallioperään useiden satojen metrien syvyyteen rakennettuja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen tarkoitet- tuja tunnelitiloja.
Loppusijoitustunneli	Kallioperään louhittava tunneli, jonne loppusijoituskapselit voidaan asentaa.
Maaperä	Kallioperää verhoava maapeite
Magneettinen anomalia	Mikä tahansa poikkeama normaalista magneettikentästä
Matala- ja keskiaktiivinen jäte	Matala- ja keskiaktiiviset jätteet ovat voimalaitoksen käyttö- ja huoltojätettä. Lisäksi sitä syntyy voimalaitoksen käytöstäpoistossa. Matala-aktiivista jätettä voidaan käsitellä ilman säteilysuojausjärjestelyjä, sillä sen radioaktiivisuus on vähäinen (enintään 1 MBq/kg). Keskiaktiivisten jätteiden käsittelyyn tarvitaan tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä (aktiivisuus 1 - 10 000 MBq/kg).
Migmatiitti	Seoskivi, jossa vanhempaan kiveen (yleensä gneissiin) on magmana tai liu- oksina tunkeutunut tai vanhemmasta kivilajista metamorfoosin yhteydessä sulanut ja erottunut nuorempaa kiveä (yleensä graniittia)
Moniesteperiaate	Loppusijoittamisen toteuttaminen siten, että radionuklidien on läpäistävä useita peräkkäisiä toisistaan riippumattomia esteitä ennen kuin ne voivat päästä elollisen luonnon piiriin.
Moreeni	Mannerjäätikön irrottamasta ja kuljettamasta kiviaineksesta syntynyt maalaji, joka voi sisältää raekokoja savesta lohkaraisiin
MW	Megawatti, tehon yksikkö (1 MW = 1 000 kW).
NEA	Nuclear Energy Agency. OECD-maiden ydinenergiajärjestö.
Natura 2000	EU:n luontodirektiivin mukainen luonnonsuojelukohteiden verkosto, jonka tavoitteena on suojella erityisesti Euroopan luonnon uhanalaisia, harvinaisia tai luonteenomaisia luonnonympäristöjä sekä eläimiä ja kasveja.
Nuklidi	Nuklidi on atomin ydin, jolla on määrätty protoniluku (Z) ja määrätty neut- roniluku (N).
OECD	Kansainvälinen taloudellista yhteistyötä ja talouden kehittämistä edistävä organisaatio (Organization for Economic Cooperation and Development), jonka jäsen Suomi on.

TERMI / LYHENNE	SELITYS
Oliivinidiabaasi	Basaltista laavakiveä vastaava yleinen juonikivi, jonka päämineraalina on oliiviini.
ONKALO	Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila.
Osallistuminen	Hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen, muiden viranomaisten ja niiden, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjen ja säätiöiden, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea, välistä vuoro-vaikutusta ympäristövaikutusten arvioinnissa.
Paljastuma	Paljas tai hyvin lähellä maanpintaa esiintyvä ohutpeitteinen kallio, joka on usein hieman muusta ympäristöstä koholla
Paluuvesi	Paluuvesi on kairauksen aikana käytettävää vesijohtovettä sekoittuneena kallioperän pohjaveteen.
Pegmatiitti	Hyvin karkearakeinen magmakivi, esiintyy tavallisesti juonina
Periaatepäätös	Ydinlaitoshankkeen toteuttaminen edellyttää valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan vahvistamaa periaatepäätöstä. Periaatepäätöksen edellytyksenä on yhteiskunnan kokonaisuus sekä muun muassa laitoksen sijaintikunnan myönteinen suhtautuminen hankkeeseen ja Säteilyturvakeskuksen myönteinen alustava turvallisuusarvio.
Petrofysikaalinen tutkimus	Kiven fysikaalisten ominaisuuksien tutkimus
Petrografinen tutkimus	Kivilajien kuvaus ja systemaattinen luokittelu, joka perustuu niiden mineraali-koostumukseen, tekstuuriin ja rakenteeseen.
Petrologia	Oppi kivistä; kivilajien koostumusta, rakennetta ja alkuperää tutkiva tiede
Petrologis-rakenteellinen tarkastelu	Kivilajitiedon, rakenteen ja paljastuneisuuden perusteella tehty tarkastelu
Pintavesi	Maan pinnalla ja maaperässä oleva vesi
Pitkäaikaisturvallisuus	Pitkäaikaisturvallisuudella tarkoitetaan sitä, että loppusijoituksen suunnittelussa tulisi varautua seuraavan 100 000 - 1 000 000 vuoden aikana mahdollisesti tapahtuviin muutoksiin loppusijoitustilassa ja sen ympäristössä. Oleellista on, että luonnon omat mekanismit yhdessä teknisten vapautumisesteiden kanssa kykenevät kaikissa olosuhteissa estämään radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen elollisen luonnon piiriin siinäkin tapauksessa, että jokin loppusijoituskapseli alkaisi vuotaa.
Plagioklaasikehä	Pyöreähköä kalimaasälpäraetta ympäröivä plagioklaasista koostuva kehä. Tyypillinen rakenne viborgiitti-nimisessä rapakivimuunnoksessa.
Pohjamoreeni	Jäätikön irrottamasta ja pohjaosassaan kuljettamasta aineksesta syntynyt tiivis, lajittumaton maalaji
Pohjavesi	Tässä tapauksessa maaperän alainen kalliopohjavesi
Porfyroblasti	Metamorfoosin aikana kasvanut kiven muita rakeita kookkaampi mineraalirae. Metamorfoosi on geologinen tapahtuma, jossa kiven rakenne tai mineraalikoostumus, tai molemmat, muuttuvat liikuntojen tai muuttuneiden lämpötila- ja paineolosuhteiden vuoksi.

TERMI / LYHENNE	SELITYS
Porfyyrinen kivi	Kiven yleistä reakokoa suurempia, ns. hajarakeita sisältävä magmakivi
Poistopalama	Reaktorista polttoaineenvaihdossa poistettavan käytetyn polttoaineen palama. Palama tarkoittaa polttoaineessa kehittyneen energian kokonaismäärää massayksikköä kohti.
Polttoainesauva	Ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettuna suojakuoren sisään polttoainesauvoihin.
Polttoaine-elementti	Pienin rakenneyksikkö, jona polttoainetta käytetään reaktorissa. Reaktorin rakenteesta riippuen polttoaine-elementti voi olla polttoainesauva, polttoainenippu tai polttoainenippu ja polttoainekanava yhdessä.
Polttoainenippu	Polttoainenippu koostuu polttoainesauvoista, joihin ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettu.
Pyterliittinen	Rapakivigraniitti, jossa pyöreähköjen maasälpäraakeiden ympärillä ei yleensä ole plagioklaasikehää.
Radionuklidi	Alkuaineen ydin joka muuttuu itsestään toiseksi ytimeksi lähettäen samalla ionisoivaa säteilyä
Radioaktiivinen	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.
Radioaktiivisuus	Radioaktiiviset aineet hajoavat spontaanisti kevyemmiksi alkuaineiksi tai saman alkuaineen sidosenergialtaan pienemmiksi isotoopeiksi. Prosessissa vapautuu ionisoivaa säteilyä, joka on joko sähkömagneettista säteilyä tai hiukkassäteilyä.
Rakenteellis-morfologinen tarkastelu	Korkeusvaihtelultaan tasaisten lohkojen määrittely satelliittikuvilta
Rako, rakoilu	Kivessä näkyvä suoraviivainen murrospinta, jota pitkin ei ole tapahtunut liikuntoja. Jos ragoon nähden on tapahtunut liikuntoja, kyseessä on siirros.
Rapakivimassiivi	Rapakivigraniitista koostuva suuri ja yhtenäinen syväkivimuodostuma.
Reflektioseismiikka	Seisminen heijastusluotaus. Geofysikaalinen menetelmä, joka perustuu täryaaltojen
Rikastusaste	Kuvaa halutun aineen osuutta materiaalista (esim. U-235 isotoopin osuutta ydinpolttoaineesta)
Rikkonaisuusvyöhyke	Kallioperän sisäisen jännityksen purkautuessa syntynyt murtuma-alue
RKY	Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY) oli Museoviraston toteuttama inventointi, joka valtioneuvoston päätöksen 22. joulukuuta 2009 mukaisesti toimii maankäyttö- ja rakennuslaissa määriteltyjen valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkoittamana inventointina rakennetun kulttuuriympäristön osalta vuoden 2010 alusta alkaen.
SAC-alue	Luontodirektiivin perusteella Natura 2000-verkostoon sisältyvä alue.
Satelliittimassiivi	Suureen yhtenäiseen syväkivimuodostumaan kuuluva, mutta siitä hieman erillään oleva muodostuma.
Sedimentti	Geologisten prosessien (kuten rapautumisen, eroosion, kuljetuksen ja ker-

TERMI / LYHENNE	SELITYS
	rostumisen) tuloksena maanpinnalle muodos-tunut kerros esim. soraa, hiekkaa, savea tai turvetta. Sedimentti voi olla mm. klastinen, kemiallinen tai orgaaninen.
Siirros	Murrospinta (tai -vyöhyke), jonka eri puolilla olevat kalliolohkot ovat liikkuneet toistensa suhteen.
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB. Ruotsalainen ydinjätehuolto-yhtiö.
SPA-alue	Lintudirektiivin perusteella Natura 2000-verkoston sisältyvä alue.
STUK	Säteilyturvakeskus
Svekofenninen	Suomessa ja Ruotsissa näkyvän, n. 1 900 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneen vuorijonomuodostuksen aikainen.
Syväkairaus	Kallioperään usean sadan metrin syvyyteen ulottuvan reiän kairaus
Syväkivi	Syvällä maankuoressa kiviluolasta kiteytynyt (jäähmettynyt) magmakivi
Syväreikä	Loppusijoitusratkaisu, jossa loppusijoituskapselit sijoitetaan kallioperään useiden kilometrien syvyyteen porattuihin syviin porareikiin.
Sähkömagneettiset laaja-kaistaluotaukset	Sähkömagneettinen menetelmä, jossa lähettimenä on horisontaali silmukka. Vastaanotin koostuu kolmesta keskenään kohtisuorasta kelasta. Määrittää maankamaran sähköjohtavuusjakamaa useiden satojen metrien syvyydelle ja maksimissaan jopa kilometriin riippuen kelavälistä.
Säteily	Säteily on joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä.
Säteilyannos	Säteilyannos on suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv).
Tarkastelualue	Alue, jolla ympäristövaikutuksia tarkastellaan. Ympäristövaikutuksia tarkastellaan aina niin laajalla alueella kuin minne vaikutukset yltävät.
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö (YVA-menettelyn yhteysviranomainen)
Tomografia	Tutkimusmenetelmä (esim. sähköinen tai seisminen), jolla saadaan tyypillisesti tietoa 2-ulotteisesta tasosta esim. kairanreikien välillä tai maankamarasta tutkimuslinjan alta. Ratkaisu perustuu ns. inversiolaskentaan.
Tonaliitti	Syväkivi, granitoidi, jossa on vain vähän kalimaasälpää
Topografia	Maan pinnanmuotojen yksityiskohtainen kuvaaminen
Tutkimusalue	Kooltaan ja ominaisuuksiltaan mahdollisesti soveltuvia alueita jatkotutkimuksiin ja loppusijoitukseen. Kohdealue voi pitää sisällään useampia tutkimusalueita (ks. kohdealue).
Tutkimusalueen raja	Tutkimusalueen rajalla tarkoitetaan tutkimusalueen reunaviivaa.
Tutkimustila	Kallioperätutkimuksia varten louhittava tutkimustunneli tai -kuilu
TVO	Teollisuuden Voima Oy
Uraani	Alkuaine, jonka kemiallinen merkki on U. Uraania on maan kuoressa keskimäärin 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 polt-

TERMI / LYHENNE	SELITYS
	toaineeksi soveltuvaa isotooppia U-235 on luonnon uraanista noin 0,71 %.
Uraanitonni	Tuoreen polttoaineen uraanimäärä (tU).
Valuma-alue	Valuma-alue eli vesistöalue tai sadealue on alue, josta pintavesistö saa vettä. Vesistöaluetta rajaavat vedenjakajat eli rajakohdat, joiden eri puolilta pintavedet virtaavat eri suuntiin
Vapautumiseste	Vapautumisesteellä tarkoitetaan teknistä tai luonnollista rakennetta tai materiaalia, jolla aikaansaadaan turvallisuustoimintoja eli estetään radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön
Voimalaitosjäte	Yleisnimitys ydinvoimalaitoksen käytössä syntyville matala- ja keskiaktiivisille ydinjätteille.
Vuotovesi	Tässä yhteydessä vuotovedellä tarkoitetaan kallioperään rakennettuun taikka louhittuun kuiluun taikka tunneliin kerääntyvää pohjavettä
Ydinjäte	Yleisnimitys ydinlaitoksen käytössä syntyvälle radioaktiiviselle jätteelle. Ydinjäte on matala-aktiivista tai keskiaktiivista voimalaitosjätettä tai korkea-aktiivista polttoainejätettä. Ydinjätteisiin kuuluvat sekä ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet, käytetyn ydinpolttoaineen muodossa tai muussa muodossa olevat radioaktiiviset jätteet että ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena radioaktiivisiksi muuttuneet aineet, esineet ja rakenteet, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityisiä toimenpiteitä.
Ydinlaitos	Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuina, ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia.
Ydinmateriaali	Ydinaineet sekä niihin liittyvät aineet, laitteet, laitteistot, tietoaineistot ja sopimukset.
Ydinpolttoaine	Ydinvoimalaitosten reaktoreissa käytettäväksi tarkoitettu uraani- tai plutoniumipitoinen yhdiste.
Yhteysviranomainen	Viranomainen, joka huolehtii siitä, että hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely järjestetään. Tässä hankkeessa yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).
Ympäristövaikutus	Hankkeen tai toiminnan aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia Suomessa ja sen alueen ulkopuolella
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi. Lain mukainen menettely eli YVA-menettely, jossa selvitetään ja arvioidaan hankkeen ympäristövaikutukset ja kuullaan viranomaisia ja niitä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjä ja säätiöitä, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea.
YVA-ohjelma	YVA-menettelyn ensimmäisessä vaiheessa laadittava asiakirja, jossa esitetään suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä
YVA-selostus	YVA-menettelyn toisessa vaiheessa laadittava asiakirja, jossa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehdoista sekä yhtenäinen arvio niiden ympäris-

TERMI / LYHENNE	SELITYS
	tövaikutuksista
YVL-ohjeet	Säteilyturvallisuuskeskuksen julkaisemat viranomaisohjeet, joissa kuvataan säteily- ja ydinturvallisuusvalvonnan vaatimustasoa. Ydinenergian käyttöä koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset kuvataan YVL-ohjeissa.

LÄHDELUETTELO

- Ahlman, S. 2015a.** Pyhäjoen Karhunnevanvankankaan lepakkoselvitys 2015. Ahlman Group Oy.
- Ahlman, S. 2015b.** Pyhäjoen Karhunnevanvankankaan tuulipuiston lintujen kevätmuut-toselvitys 2015. Ahlman Group Oy.
- Ahlman, S. & Luoma, S. 2014.** Pyhäjoen Karhunnevanvankankaan tuulipuiston lintujen syysmuuttol selvitys 2014. Ahlman Group Oy.
- Al Ani, T. ja Sarapää, O. 2011.** REE Geochemistry and Mineralogy of Tin-bearing Greisens and Wall Rocks in Eurajoki Rapakivi granite, SW Finland. Rovaniemi: Geolo-gian tutkimuskeskus. Arkistoraportti 23/2011, 44 s.
- Aluehallintovirasto 2016.** Lupa-Tietopalvelu. [<https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/>] (24.5.2016).
- Anttila, P. 1995.** Käytetyn polttoaineen loppusijoitus - loppusijoituspaikan valintaperus-teet. Raportti YJT-95-07. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta.
- Auri, J. 2015.** Sulffaattimaaselvitys. Karhunnevanvankankaan tuulivoimahankealueella Pyhäjoella. Geologian tutkimuskeskus, Länsi-Suomen yksikkö. 11.9.2015.
- Elo, S. 1982.** Satakunnan kallioperää koskevista gravimetrisistä tutkimuksista. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. Arkistoraportti, Q 20/21/1982/1, 17 s.
- Energiateollisuus 2006.** Hyvä tietää Uraanista. [www.energia.fi] (18.4.2016)
- Eurajoen kunta 2016.** [<http://www.eurajoki.fi/html/fi/kaavoitus.html>] (24.5.2016)
- Eurajoki.info 2016.** [<http://eurajoki.info/raportit.php>]. (15.6.2016)
- Fennovoima 2014.** Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Fennovoima Oy.
- Fennovoima 2009.** Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten riskit ja ympäristövaikutuk-set. Periaatepäätöshakemuksen lisäselvitys. Liite 3 A 1, kohta 13. 9.4.2009.
- Fingrid Oyj 2016.** Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämisen tarvittavat voimajohdot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Fingrid Oyj.
- Fingrid Oyj 2012.** Olkiluoto 4 (OL4)-ydinvoimalaitosyksikköhankkeen edellyttämien verkkovahvistusten voimajohdot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.
- Fingrid Oyj 2003.** 400 kV voimajohto Olkiluoto – Huittinen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.
- Haapala, I. 1977.** Petrography and geochemistry of the Eurajoki stock: a rapakivi-granite complex with greisen-type mineralization in southwestern Finland. Espoo: Geo-logical Survey of Finland. Bulletin 286, 128 p.
- Haapala, I. 1973.** Eurajoen Väkkärän graniitti, potentiaalinen kalimaasälpä-kassiteriitti-topaasi-kolumbiittimalmi? Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Raportti M19/1132/77/1/10, 4 s.
- Hagros, A., Hellä, P., Ikonen, A., Karvonen, T., Laine, H., Saanio, T., Snellman, M., Wanne, T. & Öhberg, A. 2014.** Fennovoima Oy's nuclear waste management plan for spent nuclear fuel. Fennovoima Oy. 82 p.

- Hämäläinen, A. 1994.** Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 1134 Kokemäki. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Hämäläinen, A. 1987.** Satakunnan postjotuniset diabaasit. Summary: The Postjotnian diabases of Satakunta. Julkaisussa: Aro, K. & Laitakari, I. (toim.) Suomen diabaasit ja muut mafiset juonikivilajit. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 76, ss. 173-178.
- Hölttä, H. 2013.** Lintujen muuttoreitit ja pullonkaula-alueet Pohjois-Pohjanmaalla tuuli-voimarakentamisen kannalta.
- Härjämäki, K., Karhunen, A., Gustafsson, L., Paassilta, E. & Myllyoja, I. 2011.** Maa- ja metsätalousalueiden monimuotoisuus ja kosteikot. Luvia ja Eurajoki. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 9/2011.
- IAEA 2012.** Regulations for the safe transport of radioactive material, 2012. Edition, Specific Safety Requirements (No. SSR-6).
- IAEA 2008.** Security of the transport of radioactive material, NSS No. 9.
- Ilmatieteenlaitos 2016.** Ilmasto-opas. Suomen muuttuvailmasto. [<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acda-f7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html>] (21.3.2016)
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007.** Olkiluodon osayleiskaava. Luonnon perustilaselvitys. – 25 s.
- Itäpalo, J. & Schulz, H.-P. 2015.** Karhunnevan kankaan tuulipuiston arkeologinen inventointi. 18.9.2015. Keski-Pohjanmaan ArkeologiaPalvelu.
- Juvankoski, M., Jalonen, T. & Ikonen, K. 2012.** Buffer production line 2012. POSIVA-raportti 2012-17.
- Kemppainen, R. 2014.** Eurajoen–Luvian ranta-alueiden monikäyttösuunnitelma. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 52/2014.
- Keto, P., Hassan, M., Karttunen, P., Kiviranta, L., Kumpulainen, S., Korkiala-Tanttu, L., Koskinen, V., Jalonen, T., Koho, P. & Sievänen, U. 2012.** Backfill production line 2012. Design, production and initial state of the deposition tunnel backfill and plug. POSIVA-raportti 2012-18.
- Kohonen, J., Pihlaja, P., Kujala, H. & Marmo, J. 1993.** Sedimentation of the Jotnian Satakunta sandstone, western Finland. Espoo: Geological Survey of Finland. Bulletin 369, 35 s.
- Korhonen, K., Kuivamäki, A., Paananen, M. & Paulamäki, S. 2005.** Lineament interpretation of the Olkiluoto area. Posiva Oy, Eurajoki. Working Report 2005-34, 67 p.
- Korja, A. & Kosonen, E. (eds.) 2015.** Seismotectonic framework and seismic source area models in Fennoscandia, Northern Europe. Institute of Seismology, University of Helsinki, Report S-63, 284 p.
- Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K. & Hyypä, J. 1987a.** Maaperäkartan 113403 selitys. Maaperäkartan selitys 1 : 20 000. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. 1 s.
- Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K. & Hyypä, J. 1987b.** Maaperäkartan 113402 selitys. Maaperäkartan selitys 1 : 20 000. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. 1 s.

- Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K., Taka, M. & Hyypä, J. 1985a.** Maaperäkartan 113212 selitys. Maaperäkartan selitys 1 : 20 000. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. 1 s.
- Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K., Taka, M. & Hyypä, J. 1985b.** Maaperäkartan 113211 selitys. Maaperäkartan selitys 1 : 20 000. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. 1 s.
- Kukkonen, I., Paananen, M., Elo, S., Paulamäki, S. & Laitinen, J. 2010.** HIRE Working Group of the Geological Survey of Finland, Heikkinen, P. & Heinonen, S. 2010. HIRE Seismic Reflection Survey in the Olkiluoto area. Posiva Oy, Working Report 2010-57, 62 p.
- Kuivamäki, A. (ed.) 2009.** Tampereen seudun taajamageologinen kartoitus- ja kehittämishanke (TAATA). Geologian tutkimuskeskus, raportti K 2142/2009/15, 83 s.
- Lampolahti, J. 1993.** Eurajoen rannikon luontoselvitys. Selvitys Eurajoen kunnalle rantayleiskaavoitukseen. -12 s.
- Laurén, L., 1970.** An interpretation of the negative gravity anomalies associated with the rapakivi granites and the Jotnian sandstone formation in southern Finland. Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar 92, ss. 21 – 34.
- Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E. Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. & Virolainen, E. 2002.** Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. BirdLife Suomen julkaisuja (No 4). [<http://www.birdlife.fi/suojelu/paikat/finiba/finiba-johdanto.shtml>] (1.3.2016).
- Liikennevirasto 2016.** Liikennemääräkartat koko maa vuosilta 2012–2014. [<http://www.liikennevirasto.fi/tilastot/tietilastot/liikennemaarakartat1#.Vz7Qb-J97IU>] (18.4.2016).
- Lindroos, P. 1974.** Maaperäkartta 1 : 100 000, karttalehti 1134. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Lindroos, P. 1973.** Maaperäkartta 1 : 100 000, karttalehti 1132. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Lindroos, P., Hyypä, J., Stén, C-G & Tuittila, H. 1983.** Rauman-Kokemäen seudun maaperä. Maaperäkartan selitys 1 : 100 000, karttalehdet 1132 ja 1134. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 71 s.
- Luonnonvarakeskus 2016a.** Riistakolmiot.fi. Riistaeläimet. [<https://riistakolmiot.fi/lajitieto/?show=riistaelaimet>] (18.4.2016).
- Luonnonvarakeskus 2016b.** Valtakunnan metsien inventointi (VMI). Metsävarakartat Paikkatietoikkuna-karttapalvelussa.
- Luukkonen, A. 2015.** Karhunnevan kankaan tuulipuistohankkeen petolintujen saalis-
tulos selvitys 2015. Sito Oy. 8.12.2015.
- Maanmittauslaitos 2016.** Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen karttapalvelu, peruskarttarasteri ja ortoilmakuvat 03/2016. Lisenssi: Creative Commons, <http://www.maanmittauslaitos.fi/avoimen-tietoaineiston-cc-40-lisenssi>.
- Matikainen, J. & Matikainen, T. 2013.** Eurajoen rantayleiskaavan viitasammakko- ja lepakkoselvitykset 2012. Suomen Luontotieto Oy.
- Museovirasto 2016.** Rekisteriportaali. [<http://kulttuuriymparisto.nba.fi/netsovellus/rekisteriportaali/portti/default.aspx>] (17.3.2016)

- Nieminen, M., Niemi, M. & Jussila, I. 2011.** Game Statistics for Olkiluoto in 2010–2011. Posiva working report 2011–72, 24 p.
- Nieminen, M., Ikonen, H., Koivunen, A. 2009.** Small Mammals, Ants, Snails and Earthworms on the Island of Olkiluoto in 2009. Posiva working report 2009–112, 84 p.
- Niini, H., Hakkarainen, V., & Patrikainen, P., 1982.** Korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen geologiset tekijät. Geologinen tutkimuslaitos. Raportti YJT-82-36.
- Oja, J. & Oja, S. 2009.** Eurajoen keskustan ja Lapijoen osayleiskaava-alueen luontoarvojen perusselvitys. Suomen luontotieto Oy.
- Paananen, M., Paulamäki, S. & Ruskeenieniemi, T. 2016.** Käytetyn ydinpolttoaineen YVA – Geotutkimusten tutkimussuunnitelma – 2016, Geologian tutkimuskeskus. Huhtikuu 2016. Fennovoima Oy, COM-00015454.
- Paananen, M., 2013.** Completed lineament interpretation of the Olkiluoto region. Posiva Report 2013-02, 112 p.
- Paikkatietoikkuna 2016.** Maanmittauslaitos.
[<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta>] (17.3.2016)
- Paulamäki, S., Paananen, M. & Elo, S., 2002.** Structure and geological evolution of the bedrock of southern Satakunta, SW Finland. Posiva Report 2002-04. 119 p.
- Palomäki, J. (ed.) & Ristimäki, L. (ed.). 2012.** Laitoskuvaus 2012. Kapselointi- ja loppusijoituslaitossuunnitelmien yhteenvetoraportti. Työraportti 2012-65. 134 sivua.
- Pesonen, L., 1987.** Suomen mafisten juonten paleomagnetismista. Julkaisussa: Suomen diabaasit ja muut mafiset juonikivilajit (toimittajat Aro, K. & Laitakari, I.). Geologian tutkimuskeskus, tutkimusraportti 76, 205 – 220.
- Picot, C., Riotte, H. & Lang-Lenton León, J. 2011.** Sustainable solutions for radioactive waste Nuclear energy may be worth a second look. OECD Observer No 226/227, Summer 2001.
- Pihlaja, P. 1994.** Suomen geologinen kartta 1:100 000: kallioperäkartta, lehti 1143 Porri. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Pihlaja, P. & Kujala, H. 1994.** Suomen geologinen kartta 1:100 000: kallioperäkartta, lehti 1141 Luvia. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2015.** Lajit - Pohjois-Pohjanmaa.
[[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Lajit/Lajit_PohjoisPohjanmaa\(32898\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Lajit/Lajit_PohjoisPohjanmaa(32898))] (19.5.2016)
- Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016.** Maakuntakaavoitus. Vireillä olevat maakuntakaavat.
[http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/aluesuunnittelu/maakuntakaavoitus/vireill%C3%A4_olevat_maakuntakaavat] (23.5.2016)
- Pohjois-Pohjanmaan liitto 2014.** Pohjois-Pohjanmaan valtakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitysinventointi. Ehdotus valtakunnallisesti arvokkaiksi maisema-alueiksi 2014. Pohjois-Pohjanmaan liitto, Kaisa Mäkinieniemi. 74 s. + liitteet.
- Pohjois-Pohjanmaan liitto 2006.** Maakuntakaavoitus. Voimassa olevat maakuntakaavat. [<http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/aluesuunnittelu/maakuntakaavoitus>]
- Porin lintutieteellinen yhdistys ry ja Rauman seudun lintuharrastajat ry 2014.** Satakunnan maakunnallisesti arvokkaat lintualueet 2006–2014.
[<http://www.birdlife.fi/maali/>]. 3.3.2016.

- Posiva 2016.** Posiva Oy:n kuvapankki. [http://www.posiva.fi/media/kuvapankki#.Vzx3FOJ95aQ]. (23.3.2016)
- Posiva 2012a.** Safety case for the disposal of spent nuclear fuel at Olkiluoto - Synthesis 2012. POSIVA-raportti 2012-12.
- Posiva 2012b.** Underground opening production line 2012 - design, production and initial state of the underground openings. POSIVA-raportti 2012-22.
- Posiva 2012c.** Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus. Liite 16. Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Ympäristövaikutuksia koskeva ajantasalle saatettu selvitys (Kauppa- ja teollisuusministeriön lausunto Posiva Oy:n YVA-selostuksesta 1999).
- Posiva 1999.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Posiva Oy.
- Puhuri Oy 2016.** [http://www.puhuri.fi/] (23.5.2016)
- Raiko, H., Jalonen, T., Nolvi, L., Pastina, B., Pitkänen, J. & Salonen, T. 2012.** Canister production line 2012. POSIVA-raportti 2012-16. 174 s.
- Ramboll 2013.** Ilmanlaatu Raahen alueella 2012. [http://www.raahe.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/testi/embeds/testiwwwstructur e/19892_Ilmanlaatu_Raahessa_2012_RAPORTTI.pdf].
- Repo, J. & Auvinen, A.-P. 2011.** Suolinnustoselvitys. Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suoohjelma. Pesimälinnustoinventoinnit 2011. - 54 s. Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys ry. Oulu.
- Rossi, J. & Suolanen, V. 2013.** Olkiluodon ydinjätelaitosten käyttöturvallisuusanalyysi. Posivan työraportti 2013-51.
- RKY 1993.** Rakennettu kulttuuriympäristö. [http://www.nba.fi/rky1993/] (17.3.2016)
- Salli, I. 1965.** Kallioperäkartan selitys 1:100 000, karttalehdet: 2432 ja 2434. Explanation to Maps of Pre-Quaternary Rocks, Map sheets 2432 and 2434. Geologian tutkimuskeskus, 50 s.
- Salmi, M., Vuorela, P. & Kuivamäki, A. 1985.** Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen geologiset aluevalintatutkimukset. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta, raportti YJT-85-27, 37 s., 4 liitettä, 60 karttaa.
- Satakuntaliitto 2016.** Satakuntaliitto. Maakuntakaava. Satakunnan vaihemaakuntakaava 1. [http://www.satakuntaliitto.fi/vmk1] (24.5.2016)
- Satakuntaliitto 2014.** Satakunnan maisemaselvitys. Selvitys Satakunnan maisema-
maakunta- ja maisemaseutujaon tarkistamiseksi. Satakuntaliitto, Varsinais-Suomen
ELY-keskus, Vipuvoimaa EU:lta-hanke.
[http://www.satakuntaliitto.fi/sites/satakuntaliitto.fi/files/tiedostot/KatsonMaalaismaisema
a/maisemaselvitys.pdf] (17.3.2016)
- Satakuntaliitto 2013.** Satakunnan maakuntakaava. [http://www.satakuntaliitto.fi/maakuntakaava] (24.5.2016)
- Sosiaali- ja terveysministeriö 1999.** Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.
- Sierla, L., Lammi, E., Mannila, J. & Nironen, M. 2004.** Direktiivilajien huomioon ottaminen suunnittelussa. Suomen ympäristö 742. Ympäristöministeriö.

- Suominen, V. 1991.** The chronostratigraphy of southwestern Finland with special reference to Postjotnian and Subjotnian diabases. Espoo: Geological Survey of Finland. Bulletin 356, 100 s.
- Suominen, V. & Torssonen, M. 1993.** Suomen geologinen kartta 1:100 000: lehti 1132 Rauma. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.
- Suominen, V., Fagerström, P. & Torssonen, M. 1997.** Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitykset. Lehti 1132 Rauma. Espoo, Geologian tutkimuskeskus. 54 s.
- Söderman, T. 2003.** Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi - kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa. Ympäristöopas 109, Luonto ja luonnonvarat. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2015.** Ympäristövaikutusten arviointimenettely kaivoshankkeissa. TEM oppaat ja muut julkaisut 3/2015.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015.** Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi - käsikirja. [<http://www.stakes.fi/FI/Etusivu.htm>] (20.4.2016)
- Teollisuuden Voima Oyj 2008.** Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä. 187 s
- Teollisuuden Voima Oyj 1992.** Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomen kallioperään. Alustavat sijoituspaikkatutkimukset. Raportti YJT-92-32, 322 s.
- Tilastokeskus 2016.** Kuntien avainluvut. [<http://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=SSS>] (22.3.2016)
- Turunen, J. & Laatikainen, M. 2007.** Pyhäjoella tutkitut suot ja niiden turvevarat, osa 1. Espoo, Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimusraportti 377, 78 s.
- Tuuliatlas 2016.** Tuuliatlas-karttaliittymä. [www.tuuliatlas.fi] (21.3.2016)
- Vaasjoki, M. 1996.** The Laitila rapakivi batholith revisited: new, more precise radio-metric ages. Julkaisussa: Haapala, I., Rämö, O. T. & Kosunen, P. (toim.) The Seventh International Symposium on Rapakivi Granites and Related Rocks, Wednesday 24 - Friday 26 July, 1996, University of Helsinki, Helsinki - Finland : abstract volume. Helsinki: University Press, s. 82.
- Vainio, M. & Kekäläinen, H. (toim.) 1997.** Pohjois-Pohjanmaan perinnemaisemat. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 44.
- Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. 2011.** Suomen III Lintuatlas. – Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. [<http://atlas3.lintuatlas.fi>] (12.5.2016).
- Varsinais-Suomen ELY-keskus 2014.** Maaseudun kulttuurimaisemat ja maisemanähtävyydet. Ehdotus Satakunnan ja Varsinais-Suomen arvokkaiksi maisema-alueiksi 2014. Toimittanut Alatalo, J. & Nyman, M. Raportteja 75/2014. 125 s.
- Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013a.** Rauman saariston Natura-alueen kohdekuvaus. [[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Rauman_saaristo\(5465\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Rauman_saaristo(5465))] (12.5.2016)
- Varsinais-Suomen ELY-keskus 2013b.** Pinkjärven Natura-alueen kohdekuvaus. [[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Pinkjarvi\(5343\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Pinkjarvi(5343))] (12.5.2016)

Varsinais-Suomen ELY-keskus 2011. Maa- ja metsätalousalueiden monimuotoisuus ja kosteikot. Luvia ja Eurajoki. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen julkaisuja 9/2011. 109 s. + liitteet.

Vaittinen, T., Ahokas, H., Komulainen, J., Nummela, J., Pentti, E., Tammisto, E., Turku, J., Karvonen, T. & Aro, S. 2016. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2014 – Hydrology and Hydrogeology. Working report 2015-43. Posiva Oy.

Veräjämäki, A. 1998. Kokemäen kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kokemäki map-sheet area. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. Suomen geologinen kartta 1:100 000 : kallioperäkarttojen selitykset, lehti 1134 Kokemäki, 51 s.

Vorma, A. 1976. On the petrochemistry of rapakivi granites with special reference to the Laitila massif, southwestern Finland. Espoo: Geological Survey of Finland. Bulletin 285, 98 s.

Vuorela, P. & Hakkarainen, V. 1982. Suomen kallioperän soveltuvuus korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoitukseen. Geologinen tutkimuslaitos, Ydinjätteiden sijoitustutkimukset. Raportti YJT-82-58.

Ympäristöhallinto 2016a. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. [<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=98972&lan=fi>] (15.3.2016)

Ympäristöhallinto 2016b. Ympäristöhallinnon Avoin tieto -tietokanta 2016. [http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat] (10.3.2016)

Ympäristöhallinnon karttapalvelu Karpalo 2016. [<https://wwwp2.ymparisto.fi/Karpalo>] (21.3.2016)

Ympäristöministeriö 1993. Maisema-alueityöryhmän mietintö Osa I, Maisemanhoito. Ympäristöministeriön mietintö 66/1992.

Ympäristöministeriö 1992. Arvokkaat maisema-alueet. Maisema-alueityöryhmän mietintö II. Mietintö 66/1992. 204 s. + liitteet. [<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/29087>] (23.3.2016)