

VALTIONEUVOSTOLLE

Hakemus ydinenergialain (990/1987) 11 §:n  
tarkoittamaksi ydinvoimalaitoksen rakentamista  
koskevaksi valtioneuvoston periaatepäätökseksi

Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 24 §:n i kohdan  
perusteella edellytetyt lisäselvitykset

Huhtikuu 2009

**FENNOVOIMA**

9.4.2009

**Yleiset tiedot**

Jakelu

Tiedoksi

Periaatepäätöshakemuksen liite

Muutokset edelliseen versioon

**Tarkastus- ja hyväksymismerkinnät**

Omatarkastus / päiväys

Asiatarkastus / päiväys

Tarkastusalue

Hyväksyntä / päiväys

**LIITE 3A1 – YDINVOIMALAITOKSEN VAIHTOEHTOISET SIIJOITUSPAIKAT – YDINENERGIA-ASETUKSEN (161/1988) 24 § I KOHDAN NOJALLA EDELLYTETYT SELVITYKSET**

Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 24 § 1 momentin i kohdan mukaan valtioneuvostolle osoitettavaan periaatepäätöshakemukseen on liitettävä muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys.

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi 20.2.2009 lausunnon 7131/815/2008, jossa ministeriö ilmoittaa tarkastaneensa Fennovoima Oy:n ympäristövaikutusten arviointiselostuksen ja toteaa annetun lausunnon päättävän ympäristövaikutusten arviointimenettelyn. Lausunnossaan ministeriö edellyttää kuitenkin, että Fennovoima täydentää periaatepäätöshakemustaan lausunnossa luetelluilla lisäselvityksillä hankkeen ympäristövaikutuksista.

Tämän asiakirjan tarkoituksena on täydentää Fennovoiman 14.1.2009 jättämää ydinvoimalaitoksen rakentamista koskevaa periaatepäätöshakemusta antamalla viranomaisen edellä mainitussa lausunnossa vaatimat selvitykset. Asiakirja on tarkoitettu liitettäväksi periaatepäätöshakemuksen liitteeksi 3A1.

9.4.2009

**Sisältö****JOHDANTO****6****1 VEDEN LAADUN JA VESILUONNON NYKYTILAN TIETOJEN TÄSMENTÄMINEN****6**

1.1	Suunnitelma veden laadun nykytilaa koskevien tietojen täsmentämiseksi	6
1.1.1	Tarkkailtavat muuttujat	6
1.1.2	Näytteenottosuunnitelma	7
1.2	Suunnitelma vesiluonnon nykytilan selvittämiseksi	12
1.2.1	Vedenalaisen luonnon kartoitukset	12
1.2.1.1	Näytealojen valinta	12
1.2.1.2	Kenttätyömenetelmät	13
1.2.1.3	Kasvillisuustietojen mallintaminen	14
1.2.2	Pohjaeläimistö	14
1.2.2.1	Näytteenottosuunnitelma	14
1.2.3	Kasviplankton	15
1.2.3.1	Näytteenottosuunnitelma	15
1.2.4	Työn valmistumisaikataulu	15

**2 PAIKALLISTEN OLOSUHTEIDEN JA VIRTAAUKSIEN HUOMIOIMINEN JÄÄHDYTYSVESIMALLINNUKSESSA****16****3 KOHDAN 1 VAIKUTUKSET JOHTOPÄÄTÖKSIIN****17****4 KAUKOPURKUVAIHTOEHTO****17**

4.1	Kaukopurkuvaihtoehdon toteutuskriteerit	17
4.2	Jäähdytysvesien vaikutus meriveden lämpötilaan kaukopurkuvaihtoehdoilla	18
4.2.1	Pyhäjoki	19
4.2.1.1	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa	19
4.2.1.2	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa	21
4.2.1.3	Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen	21
4.2.2	Ruotsinpyhtää	22
4.2.2.1	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa	23
4.2.2.2	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa	24
4.2.2.3	Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen	25
4.2.3	Simo	26
4.2.3.1	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa	27
4.2.3.2	Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa	28
4.2.3.3	Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen	29
4.2.4	Yhteenvedo kaukopurun vaikutuksista meriveden lämpötilaan	30
4.3	Vaikutukset vesistöön ja kalastoon	31

**5 JÄTEVESIEN JA JÄÄHDYTYSVESIEN YHTEISVAIKUTUKSIEN HUOMIOIMINEN****32****6 KÄYTETYT LINNUSTOMENETELMÄT JA SUUNNITELMA TARKEMMASTA LINNUSTOARVIOINNISTA****34**

6.1	Käytetyt linnustoselvitysmenetelmät Hanhikiven ja Karsikkoniemen vaihtoehdoissa	34
6.2	Perustelut linjalaskentamenetelmän käyttämiselle Pyhäjoen Hanhikivellä	34

9.4.2009

6.3	Suunnitellut tarkemmat linnustoselvitykset eri sijoituspaikkojen osalta	35
6.3.1	Hanhikivi, Pyhäjoki	35
6.3.2	Karsikko, Simo	36
6.4	Selvitysten aikataulu	36
<b>7</b>	<b>SUUNNITELMA KALOJEN LISÄÄNTYMISALUEITA KOSKEVIEN TIETOJEN TÄSMENTÄMISESTÄ</b>	<b>36</b>
7.1	Ammattikalastajahaastattelut	37
7.2	Kenttätutkimukset	37
7.2.1	Valkolevy -menetelmä	37
7.2.2	Siian- ja muikun poikasnuottaus	38
7.2.3	Gulf-Olympia	39
7.2.4	Fladojen ja kluuvien kartoitus Pyhäjoella	39
7.2.5	Meriharjuksen elinympäristökartoitus Pyhäjoella	39
7.3	Aikataulu	40
<b>8</b>	<b>HANHIKIVEN ALUEEN ASEMA LUONNON MONIMUOTOISUUDEN KANNALTA ERITYISEN TÄRKEÄNÄ ALUEENA</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>LUETTELOINTI UHANALAISISTA LAJEISTA JA LUONTOTYYPEISTÄ HANHIKIVEN JA KARSIKON VAIKUTUSALUEILLA, NÄIDEN SUOJELUSTA HANKKEESSA SEKÄ SUUNNITELMA TÄSMENTÄVISTÄ MAASTOKARTOITUKSISTA</b>	<b>43</b>
9.1	Lajisto ja luontotyypit	43
9.2	Pyhäjoen Hanhikiven niemi	43
9.2.1	Uhanalaiset lajit	43
9.2.2	Uhanalaiset luontotyypit	46
9.3	Simon Karsikkoniemi	49
9.3.1	Uhanalaiset kasvilajit	49
9.3.2	Uhanalaiset luontotyypit	51
9.4	Työsuunnitelma maastokartoituksista	54
9.4.1	Lajistoinventoinnit	54
9.4.2	Luontotyyppi-inventoinnit	54
9.4.3	Vaikutusten arviointi	54
9.4.4	Aikataulu	54
<b>10</b>	<b>HANKKEEN SOVELTUMINEN VALTAKUNNALLISIIN ALUEIDENKÄYTTÖTAVOITTEISIIN</b>	<b>54</b>
10.1	Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden sisältö ja merkitys	55
10.2	Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutuminen	56
<b>11</b>	<b>ILMASTONMUUTOKSEN AIHEUTTAMA EPÄVARMUUS YMPÄRISTÖVAIKUTUSTENARVIOINNISSA</b>	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>LÄMMÖN JA SÄHKÖN YHTEISTUOTANNON KESKEISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET</b>	<b>69</b>

12.1	Johdanto	69
12.2	Yhteistuotantolaitoksen tekninen toteutus	69
12.3	Yhteistuotantomahdollisuudet vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla	70
12.4	Yhteistuotannon vaikutukset vesistöön	73
12.5	Yhteistuotannon vaikutukset savukaasupäästöihin	73
12.6	Kaukolämmön johtamisen ympäristövaikutukset	75
12.6.1	Kaukolämpöputken toteutus	75
12.6.2	Ympäristövaikutukset	76
12.6.2.1	Maahan kaivettavan kaukolämpöputken ympäristövaikutukset	76
12.6.2.2	Kaukolämpötunnelin rakentamisen ympäristövaikutukset	76
12.7	Yhteistuotannon vaikutukset ydinturvallisuuteen	77
12.8	Yhteenvedo yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista	79
<b>13</b>	<b>KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN KULJETUSTEN RISKIT JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET</b>	<b>82</b>
13.1	Johdanto	82
13.2	Käytetyn polttoaineen kuljetukselle asetetut vaatimukset	82
13.3	Kuljetusmuodot ja niiden reunaehdot	84
13.4	Kuljetusten määrä	84
13.5	Kuljetusreitit	84
13.5.1	Kuljetukset Simon Karsikkoniemeltä	85
13.5.2	Kuljetukset Pyhäjoen Hanhikiven niemeltä	85
13.5.3	Kuljetukset Ruotsinpyhtään Gäddbergsöstä	86
13.6	Normaalikuljetuksista aiheutuva säteilyannos	86
13.7	Häiriötapaukset ja onnettomuudet	87
13.8	Toimenpiteet onnettomuustilanteessa	88
<b>14</b>	<b>VOIMALAITOSJÄTTEEN LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN OLENNAISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET</b>	<b>89</b>
14.1	Johdanto	89
14.2	Rakentamisaikaiset ympäristövaikutukset	90
14.3	Käytön aikaiset ympäristövaikutukset	90
14.3.1	Maanalaiset loppusijoitustilat	91
14.3.2	Maaperässä sijaitsevat loppusijoitustilat	92
14.4	Alueiden soveltuvuus voimalaitosjätteen loppusijoituspaikaksi	93
14.4.1	Pyhäjoen Hanhikiven niemi	94
14.4.2	Ruotsinpyhtään Gäddbergsjö	95
14.4.3	Simon Karsikkoniemi	95
<b>15</b>	<b>ONNETTOMUUSMALLINNUS</b>	<b>96</b>
15.1	Johdanto	96
15.2	Jalokaasujen suuremman päästön merkitys onnettomuudesta aiheutuviin annoksissa	98
15.3	Sääolosuhteiden vaikutus onnettomuudesta aiheutuviin annoksiin	99
15.4	Ilman suojelutoimenpiteitä ympäristön asukkaille aiheutuvat annokset eri olosuhteissa	101
15.5	Jalokaasujen vapautumisosuuden ja sääolosuhteiden vaikutukset tarvittaviin väestönsuojelutoimenpiteisiin ja vakavan onnettomuuden terveysvaikutuksiin	107
15.6	Jäkälä-poro-ihminen annosreitti	108

<b>16</b>	<b>TOTEUTETTUJEN SELVITYSTEN (KOHDAT 1 – 15) VAIKUTUS YVA-SELOSTUKSEN VAIHTOEHTOJEN VERTAILUUN</b>	<b>109</b>
<b>17</b>	<b>OIKAISUT</b>	<b>111</b>
<b>18</b>	<b>ASUKASKYSELYN OSITTAINEN EPÄONNISTUMINEN</b>	<b>112</b>
18.1	Kyselyn toteutus	112
18.2	Kyselyn osoitepoiminnassa tapahtunut virhe	112
18.3	Vaikutus YVA-selostuksessa esitettyihin johtopäätöksiin	113
<b>19</b>	<b>YVA-MENETTELYN PÄÄTTÄMINEN KRISTIINANKAUPUNGIN OSALTA</b>	<b>113</b>
<b>20</b>	<b>NAHKIAISEN PYYNTI PYHÄJOELLA</b>	<b>114</b>
<b>21</b>	<b>MUITA LAUSUNNOISSA ESILLE TULLEITA ASIOITA</b>	<b>115</b>
<b>22</b>	<b>NATURA-ARVIOINTIEN TARVE</b>	<b>116</b>
<b>23</b>	<b>KANSAINVÄLINEN KUULEMINEN</b>	<b>116</b>
23.1	Viro	117
23.1.1	Sinileväkukintojen esiintymismahdollisuus Viron pohjoisrannikolla Ruotsinpyhtään laitosvaihtoehdon jäähdytysvesien johdosta	117
23.1.2	Merikuljetusten ympäristövaikutusten arviointi	117
23.1.3	Naapurimaiden informoiminen onnettomuustilanteissa	117
23.1.4	Mahdollisen onnettomuustilanteiden seurauksena tapahtuvien evakuointien ja muiden toimien kustannusten korvaaminen (ydinvastuujärjestelyt)	118
23.2	Ruotsi	119
23.2.1	Lohen vaellus	119
23.2.2	Pohjanlahden ja Tornionjoen ekologisen ja kemiallisen tilan tarkempi selvittäminen	120
23.3	Saksa	120
23.3.1	Vakavan onnettomuuden vaikutukset	
23.3.2	Käytetyn polttoaineen varastointi	
<b>LÄHTEET</b>		<b>122</b>

Pohjakartta-aineisto:

© Maanmittauslaitos/Logica Oy lupa nro 48/MLL/09

© Merenkulkulaitos /721/2009

## JOHDANTO

### 1 VEDEN LAADUN JA VESILUONNON NYKYTILAN TIETOJEN TÄSMENTÄMINEN

Tässä kappaleessa esitetään suunnitelma ja aikataulu YVA-selostuksessa kuvattujen, veden laatua ja vesiluonnon nykytilaa koskevien tietojen täsmentämiseksi. Suunnitelma on laadittu vastaamaan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdassa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen 1.

*”Suunnitelma ja aikataulu veden laadun ja vesiluonnon nykytilan tietojen täsmentämisestä eri sijoituspaikoilla ja vaikutusalueilla siten, että sijoituspaikoista saadaan keskenään vertailukelpoiset ja riittävän yhteismitalliset tiedot hanketta koskevaa päätöksentekoa varten. Erityisesti tulee täsmentää Pyhäjoen Hanhikiven niemen aluetta koskevat tiedot. Itse täsmennystyö tulee pääosin suorittaa ja raportoida ministeriölle 31.8.2009 mennessä. Mikäli kenttähavaintojen saanti luonnon kiertokulkuun liittyvistä syistä siirtyy em. aikataulun suhteen liian myöhäiseksi, tämä tulee selostaa raportissa samoin kuin aikataulu jonka kuluessa työ valmistuu.”*

#### 1.1 Suunnitelma veden laadun nykytilaa koskevien tietojen täsmentämiseksi

Ydinvoimalaitoksen pääasiallinen vaikutus vesistöön aiheutuu jäähdytysveden lämpökuormasta, joka kohdistuu ensisijaisesti ylimpään muutaman metrin paksuiseen vesikerrokseen. Jäähdytysvesien johtaminen ei muuta veden laatua, vaan ainoastaan nostaa purkualueen veden lämpötilaa. Jäähdytysvesien keskeisimmät vaikutukset (kasvukauden pidentyminen, perustuotannon kasvu, hajotustoiminnan nopeutuminen) ovat seurausta lämpötilan nousun biologisia toimintoja kiihdyttävistä vaikutuksista. Vaikutukset ovat yleisellä tasolla vesistön rehevöitymiseen verrattavia. Tulee kuitenkin huomata, että rehevöitymisen perussy on ravinteisuuden lisääntyminen vesistössä ja siihen jäähdytysvesillä ei ole vaikutusta.

Veden laadun nykytilaa koskevien tietojen täsmentämiseen tähtäävät selvitykset tehdään avovesiaikana 2009. Havaintopaikat on valittu niin, että ne kattavat suunnitellut jäähdytysvesien otto- ja purkualueet ja antavat yleiskuvan vaikutusalueiden veden laadusta. Muuttujat on valittu siten, että niillä saadaan tietoa vesistön yleisilasta sekä erityisesti alueiden rehevyytasoista.

Tässä suunnitelmassa on erityisesti otettu huomioon EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) perusteella annetussa valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) annetut ohjeet. Suunnitelma on pyritty laatimaan siten, että se on mahdollisimman hyvin linjassa muun alueella tehtävän seurannan (velvoitetarkkailut) kanssa. Myös tulosten tarkastelussa hyödynnetään soveltuvien osin muiden alueilla tehtävien tarkkailujen tuloksia

##### 1.1.1 Tarkkailtavat muuttujat

Veden laadun nykytilan selvitys kohdennetaan kohdassa 1.1 kuvatuista syistä johtuen vesistön lämpötila- ja happiolosuhteiden sekä erityisesti ravinteisuuden ja rehevyytason kartoittamiseen.

Tutkittavat vedenlaatumuuttujat ovat:

Fysikaalis-kemialliset muuttujat:
näkösyvyys lämpötila happi hapen kyllästysaste sähkönjohtavuus pH väri sameus kokonaisfosfori fosfaattifosfori kokonaistyyppi nitriitti- ja nitraattityppi ammoniumtyppi
Rehevyysmuuttuja:
a-klorofylli

Näytteet otetaan syvyyksiltä 1 metri, 5 metriä, 10 metriä ja tämän jälkeen 10 metrin välein sekä 1 metrin pohjan yläpuolelta. A-klorofyllin määrittämistä varten otetaan kokoomanäyte kaksi kertaa näkösyvyyden paksuisesta vesikerroksesta. Näkösyvyys ja lämpötila mitataan näytteenoton yhteydessä.

Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen tarkkailussa eli lähellä Fennovoiman Ruotsinpyhtään sijoituspaikkaa tarkkailusyvyyksiin on perinteisesti kuulunut myös pintanäyte (aivan veden pinnan alta) ja 1 metrin näytteen sijaan tai yhdessä sen kanssa, ajankohdasta ja havaintopaikasta riippuen, 2 metrin syvyydestä otettu näyte. Aiempien vuosien tarkkailujen perusteella pintanäytteen tulokset poikkeavat yleensä vähän tai ei ollenkaan 1 m tai 2 m tuloksista, joten tässä suunnitelmassa päädyttiin yleisesti käytettyyn 1 m ylimpään näytteenottosyvyyteen, jonka katsottiin hyvällä tarkkuudella edustavan pinnasta ja 2 m syvyydestä otettuja näytteitä. Myös a-klorofyllinäyte päätettiin ottaa kaikilla sijoituspaikoilla 2 kertaa näkösyvyyden paksuisesta vesikerroksesta eikä 0–4 m vesipatsaasta kuten Loviisan ydinvoimalaitoksen tarkkailussa. Näin eri sijaintipaikkojen tutkimukset tulevat tehtyä nykyaikaisella, yhdenmukaisella ja vertailukelpoisella tavalla.

Kaikki määritykset tehdään standardimenetelmien mukaisesti ja/tai akkreditoinnissa hyväksytyjen tai muutoin valvovan viranomaisen hyväksymien menetelmien mukaisesti.

### 1.1.2 Näytteenottosuunnitelma

Veden laadun seuranta tehdään kaikilla kolmella vaihtoehtoisella sijoituspaikkakunnalla voimalaitoksen jäähdytysvesien otto- ja purkualueilla keväeseen ja kesään 2009 ajoittuvilla näytteenotoilla. Jokaisella alueella näytteet otetaan viideltä havaintopaikalta, jotka sijoitetaan niin, että ne kuvaavat suunniteltujen otto- ja purkualueiden veden laatua, mutta myös täydentävät käynnissä olevien seurantojen havaintopaikkaverkostoa.

Ennen tutkimusten käynnistämistä havaintopaikkojen lopullisesta sijoittamisesta keskustellaan alueellisten ympäristökeskusten kanssa.

Näytteenottokertoja on kaksi, joista ensimmäinen ajoitetaan mahdollisuuksien mukaan jäiden lähdön jälkeiseen täyskiertoaikaan tavoitteena kartoittaa muun muassa kasvukau-



9.4.2009

den alun ravinnetilanne ja kasviplanktonin kevätmaksimin aikainen biomassa. Toinen näytteenotto tehdään heinäkuun loppupuolella (Ruotsinpyhtää) tai elokuun alkupuolella (Pyhäjoki, Simo) kesäkerrostuneisuuden aikana muun muassa ravinteiden, ravinnesuhteiden ja happitilanteen kartoittamiseksi.

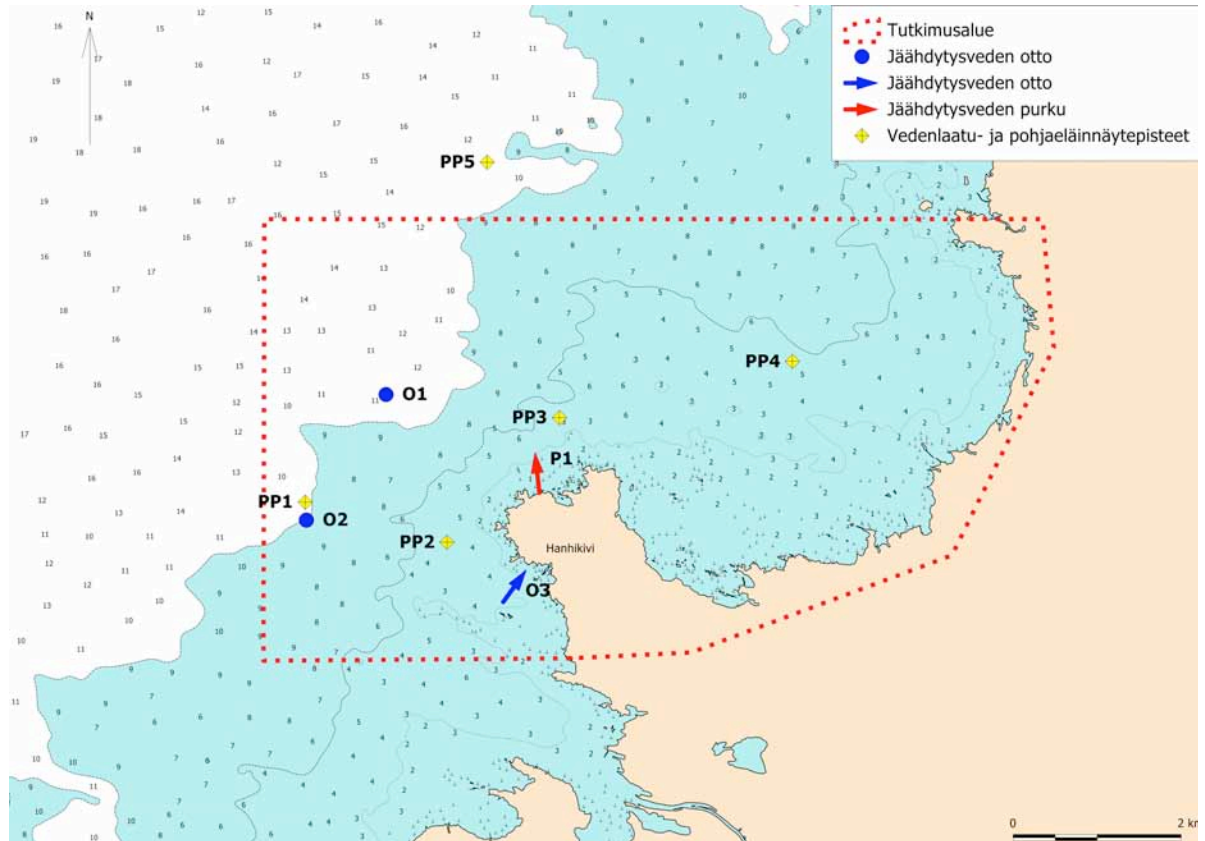
### *Pyhäjoki*

Pyhäjoen Hanhikiven niemen edustalla vuoden 2009 näytteenottopaikat on sijoitettu suunniteltujen jäähdytysveden ottopaikkojen sekä purkupaikan läheisyyteen ja ulomaksi, jäähdytysveden arvioidulle vaikutusalueelle. Kolme paikoista on noin 3–5 metrin ja kaksi noin 10–13 metrin syvyysvyöhykkeellä. Havaintopaikkojen koordinaatit on esitetty taulukossa (Taulukko 1-1) ja sijainti kuvassa (Kuva 1-1).

**Taulukko 1-1 Pyhäjoen Hanhikiven edustan vedenlaadun, pohjaeläimistön ja kasviplanktonin havaintopaikat v. 2009**

Havaintopaikka	P-koord.	I-koord.	Arvioitu kokonais syvyys m	Näytteenotto- kuukausi	Veden- laatu ja pohjaeläi- met*	Kasvi- plankton
PP1	7 162 300	3 365 480	10	5-6 vaihde, 8	x	
PP2	7 161 820	3 367 170	4	5-6 vaihde, 8	x	x
PP3	7 163 300	3 368 510	3	5-6 vaihde, 8	x	x
PP4	7 163 970	3 371 290	5	5-6 vaihde, 8	x	
PP5	7 166 350	3 367 650	13	5-6 vaihde, 8	x	x

\* pohjaeläimet vain ensimmäisellä tarkkailukerralla



**Kuva 1-1. Pyhäjoen vesistö- ja kalastuselvitysten tarkastelualue sekä vedenlaadun, pohjaeläimistön ja kasviplanktonin havaintopaikat.**

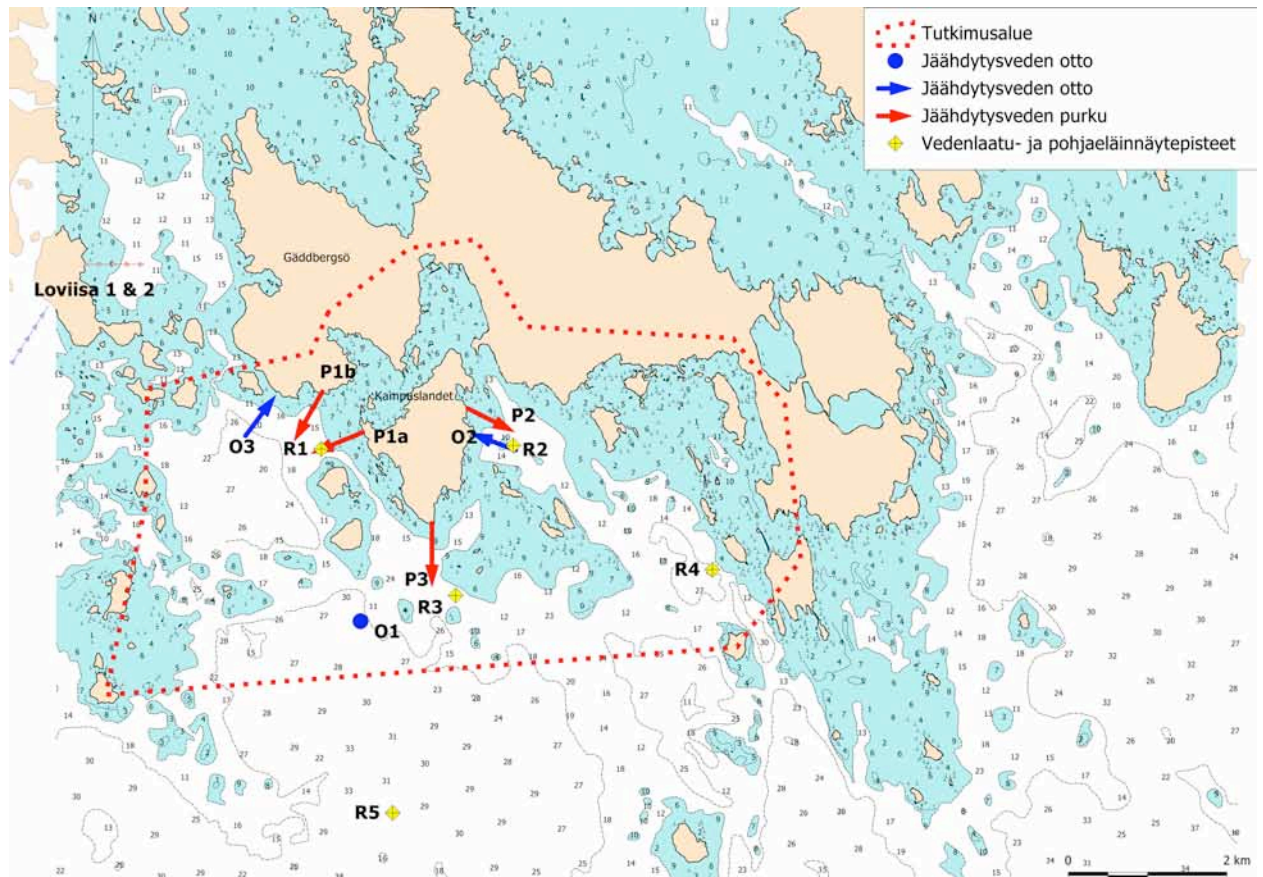
### ***Ruotsinpyhtää***

Ruotsinpyhtään vuoden 2009 kenttätutkimuksen havaintopaikat on sijoitettu kunkin suunnitellun jäähdytysveden otto- ja purkupaikan edustalle sekä ulommaksi jäähdytysveden arvioidulle vaikutusalueelle. Osa Fortumin Loviisan ydinvoimalaitoksen tarkkailuohjelman näytteenottoaikoista sijaitsee Ruotsinpyhtäälle suunnitellun laitoksen jäähdytysvesien arvioidulla vaikutusalueella, joten myös Fortumin tarkkailun vedenlaatu- ja kasviplanktonin havaintopaikoista voidaan tarvittaessa hyödyntää tässä selvityksessä, mikäli se saadaan käyttöön tämän selvityksen edellyttämässä aikataulussa. Havaintopaikkojen koordinaatit on esitetty taulukossa (Taulukko 1-2) ja sijainti kuvassa (Kuva 1-2).

**Taulukko 1-2 Ruotsinpyhtään edustan veden laadun, pohjaeläimistön ja kasviplanktonin havaintopaikat v. 2009**

Havaintopaikka	P-koord.	I-koord.	Arvioitu kokonaissyvyys m	Näytteenotto-kuukausi	Vedenlaatu ja pohjaeläimet*	Kasviplankton
R1	3 467 132	6 693 313	18	5, 7	X	X
R2	3 469 556	6 693 357	14	5, 7	X	
R3	3 468 828	6 691 475	27	5, 7	X	X
R4	3 472 070	6 691 795	27	5, 7	X	X
R5	3 468 033	6 688 737	31	5, 7	X	

\* pohjaeläimet vain ensimmäisellä tarkkailukerralla



**Kuva 1-2. Ruotsinpyhtään vesistö- ja kalastus selvitysten tarkastelualue sekä vedenlaadun, pohjaeläimistön ja kasviplanktonin havaintopaikat.**

### *Simo*

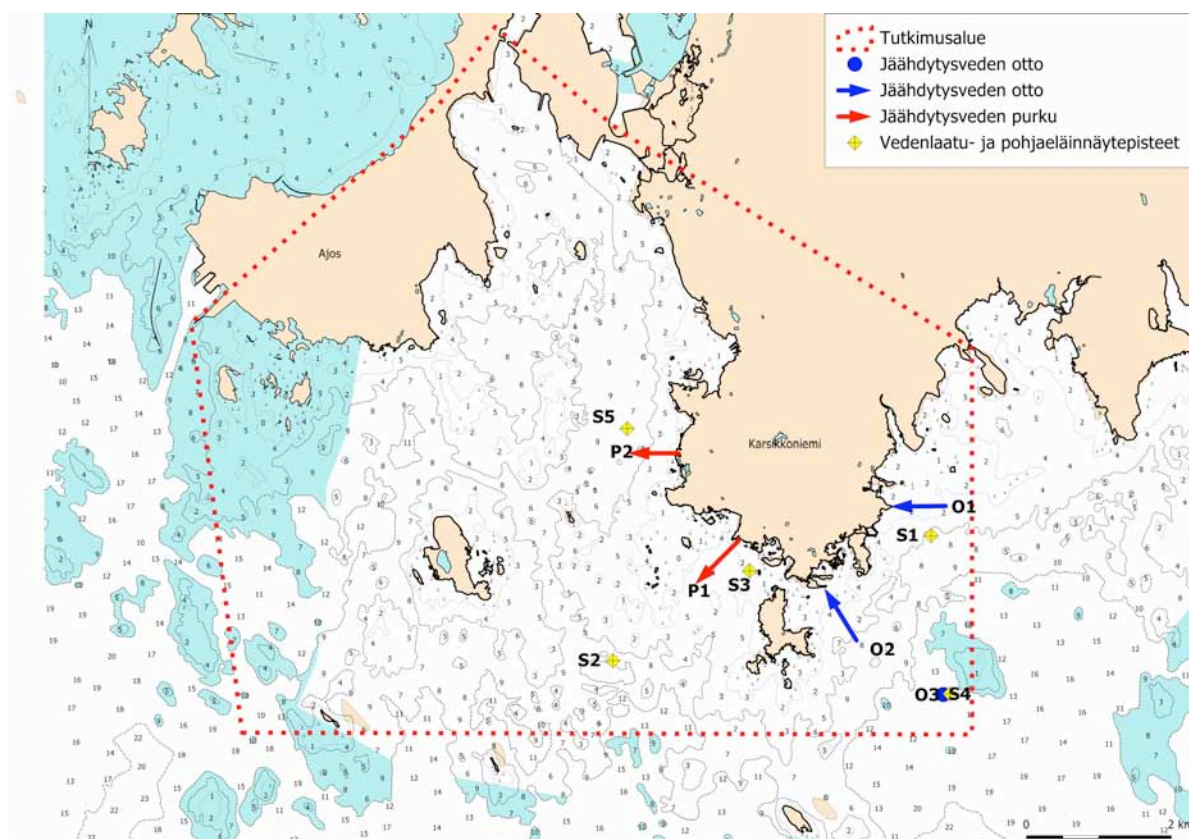
Simon Karsikon edustalla vuoden 2009 näytteenotto- ja purkupaikat on sijoitettu suunniteltujen jäähdytysveden otto- ja purkupaikkojen läheisyyteen ja yksi paikka noin 2,5–3 kilometrin etäisyydelle purkupaikoista. Kaksi paikoista on noin 3–5 metrin ja kolme noin 9–11 metrin syvyysvyöhykkeellä. Havaintopaikkojen koordinaatit on esitetty taulukossa (Taulukko 1-3) ja sijainti kuvassa (Kuva 1-3).

9.4.2009

**Taulukko 1-3 Simon edustan veden laadun, pohjaeläimistön ja kasviplanktonin havaintopaikat v. 2009.**

Havaintopaikka	P-koord.	I-koord.	Arvioitu kokonais syvyys m	Näytteenotto- kuukausi	Veden- laatu ja pohjaeläi- met*	Kasvi- plankton
S1	7 284 150	3 395 840	5	5-6 vaihde, 8	X	X
S2	7 282 420	3 391 440	10	5-6 vaihde, 8	X	X
S3	7 283 660	3 393 330	3	5-6 vaihde, 8	X	
S4	7 281 960	3 396 100	11	5-6 vaihde, 8	X	
S5	7 285 620	3 391 640	9	5-6 vaihde, 8	X	X

\* pohjaeläimet vain ensimmäisellä tarkkailukerralla



**Kuva 1-3. Simon vesistö- ja kalastus selvitysten tarkastelualue sekä vedenlaadun ja pohjaeläimistön havaintopaikat.**

## 1.2 Suunnitelma vesiluonnon nykytilan selvittämiseksi

Vesiluonnon nykytilan selvityksen tavoitteena on kartoittaa ekosysteemin eri tasojen eliöstön esiintymistä, lajistoa ja biomassaa sekä lisääntymisolosuhteita suunnitellun voimalaitoksen jäähdytysvesien purkualueilla.

### 1.2.1 Vedenalaisen luonnon kartoitukset

Vedenalaista luontoa tutkitaan sukeltamalla tutkimussukeltajan pätevyyden omaavan hydrobiologin tai limnologin toimesta. Apuna havainnoinnissa käytetään myös videointia. Työssä sovelletaan Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmassa (VELMU-ohjelmassa) käytettäviä menetelmiä.

#### 1.2.1.1 Näytealojen valinta

Vesikasvillisuuden havainnointialat sijoitetaan kuvissa (Kuva 1-1, Kuva 1-2, Kuva 1-3) rajattujen tutkimusalueiden sisälle siten, että ne edustavat alueen vesikasvillisuuden kannalta tärkeimpiä ympäristömuuttujia: syvyyttä, pohjanlaatua sekä rannan avoimuutta. Itämerellä aikaisemmin tehtyjen tutkimusten perusteella nämä kolme ympäristömuuttujaa vaikuttavat voimakkaimmin pohjalla kasvavien kasvi- ja eläinlajien esiintymiseen (*Kautsky & van der Maarel 1990*). Nämä ympäristömuuttujat jaetaan luokkiin ja luokkien yhdistelmistä muodostetaan vyöhykkeitä, joihin tutkimusalue ositetaan. Jokaiselle vyöhykkeelle sijoitetaan edustava määrä sukellushavaintoaloja. Otantaa painotetaan pinta-alaltaan suurimpiin vyöhykkeisiin.

Syvyyden perusteella alueet jaetaan ylimmän 10 metrin syvyydellä syvyysluokkiin yhden metrin ja tämän jälkeen viiden metrin välein. Tämä syvyysvyöhykejako on havaittu VELMUsta saatujen kokemusten perusteella riittäväksi (*Kotilainen ym. 2007, 2008a ja b*). Tutkittavan alueen syvyysraja on sama kuin kasvillisuuden alaraja. Aiempien selvitysten perusteella tämä on Ruotsinpyhtäällä noin 15 metriä ja Simossa 7–8 metriä (*Leinikki & Oulasvirta 1995, Kinnunen ym. 2005, Haikonen ym. 2008, Ilmarinen & Oulasvirta 2008, Kotilainen ym. 2008b*). Pyhäjoelta aiempia inventointitietoja ei ole, mutta kasvillisuuden voidaan olettaa loppuvan siellä viimeistään 10 metrin syvyydellä. Asia varmistetaan kenttätöiden yhteydessä.

Rannan avoimuuden suhteen käytetään VELMU-ohjelmassa käytettävää luokitusta, joka noudattaa eurooppalaista EUNIS järjestelmää. Tämän luokittelun perusteella kaikilla kolmella selvitysalueella esiintyy kolme eri avoimuusluokkaa, jotka ovat ”hyvin suojainen” (very sheltered), ”suojainen” (sheltered) ja ”kohtalaisen avoin” (moderately exposed). Lisäksi Hanhikiven alueen uloimmat osat edustavat avoimuusluokkaa ”avoin” (exposed). Syvyys näillä alueilla on kuitenkin yli 10 metriä ja pohjat siten oletettavasti kasvittomia.

Pohja voi muodostua monista eri tyyppisistä maalajeista, mutta eliöstön kannalta oleellisin ero on kovilla ja pehmeillä pohjilla. Näin ollen työssä tarkastellaan kahta eri pohjanlaatuluokkaa.

Edellä mainittujen kolmen ympäristömuuttujan ja luokkajaon perusteella voidaan Ruotsinpyhtään tutkimusalueelle laskea 60, Pyhäjoelle 26 ja Simoon 28 erilaista ympäristötyyppiä. Ympäristötyyppien lukumäärissä on huomioitu se, että alhaisimmissa avoimuusluokissa (very sheltered, sheltered) ei ole syvyysvaihtelua niin paljon kuin korke-

ammissa avoimuusluokissa. Näiden sisältä kullekin ympäristötyypille sijoitetaan kolme rinnakkaista havaintoalaa, jolloin sukeltamalla tutkittavien havaintoalojen lukumääräksi tulee Ruotsinpyhtäällä 180 kappaletta, Pyhäjoella 78 kappaletta ja Simossa 84 kappaletta.

### 1.2.1.2 Kenttätyömenetelmät

Sukeltaja kirjaa muistiin kullakin havaintoalalla vesikasvillisuuden lajiston, eri lajien peittävyuden pohja-alasta sekä eri lajien keskimääräisen korkeuden. Mikäli lajinmäärittäystä ei kyetä tekemään sukelluksissa, otetaan kyseisestä lajista näyte pinnalla tehtävää lajinmäärittäystä varten. Lisäksi sukeltaja kirjaa ylös eri pohjatyypin prosentuaalisen osuuden pohja-alasta, syvyyden, näkyvyyden (veden kirkkaus) sekä irtonaisen sedimentin määrän (Taulukko 1-4). Havainnot tehdään veden kirkkaudesta riippuen 4–25 neliökilometrin alueella.

#### Taulukko 1-4. Suhteellinen asteikko kasvillisuus pohjia peittävän irtosedimentin määrän arvioimiseksi.

Sedimentin määrä	Kriteerit
0	Sedimenttiä ei lainkaan tai tuskin havaittavasti
1	Sedimenttiä vähän: sedimentti ei peitä kasveja, mutta pohjalla varsinkin vaakapinnoilla voi kädellä aikaansaadulla virtauksella sedimenttiä havaita,
2	Sedimenttiä kohtalaisesti: havaittavissa varsinkin vaakapinnoilla, mutta itse vesikasvien päällä tuskin havaittavasti
3	Sedimenttiä melko paljon: sedimenttiä havaittavasti myös vesikasvien päällä,
4	Sedimenttiä paljon: vaakapinnoilla 0,5-1 cm kerros; sedimentti peittää pienimmät levät niin, että lajintunnistuksen tekemiseksi sitä pitää pölyttää pois
5	Sedimenttiä erittäin paljon: vaakapinnoilla yli 1 cm kerros, peittää yleensä rihmalevät

Siirtyminen havaintoalalta toiselle ja sukellusten toteutustapa riippuvat tutkimusalueesta. Ruotsinpyhtäällä, missä rannat ovat pääsääntöisesti jyrkästi syveniä, sukellukset tehdään käyttäen linjasukellusmenetelmää. Tällöin pohjalle lasketaan uppoava 100 metrin mittainen, metrimerkein varustettu linjaköysi, jonka varrella havainnot tehdään syvyysmetreittäin linjaköyden molemmin puolin kahden metrin kaistalta. Mahdollisuuden mukaan linja sijoitetaan siten, että saavutetaan kasvillisuuden syväraja, jolloin kaikki kasvillisuuden syvyysvyöhykkeet tulevat edustetuiksi.

Pyhäjoella ja Simossa, missä pohjat ovat hyvin loivasti syvemmälle viettäviä, kasvillisuuden syväraja saavutetaan vasta satojen metrien, jopa kilometrien päässä rantaviivasta. Tällöin tutkimuslinjoista tulee hyvin pitkiä, mistä johtuen linjaköyden käyttö ei tule kyseeseen. Näillä alueilla linjat tutkitaan yhtenäisen sukelluslinjan sijaan "paloittain" siten, että havaintoalalta toiselle siirrytään veneellä. Sukelluksia tehdään rantavyöhykkeessä ja sen jälkeen 1 metrin, 2 metrin, 3 metrin jne. syvyydessä niin pitkälle kuin kasvillisuutta riittää. Oikea syvyysvyöhyke haetaan kaikuluotaimen avulla ja tutkimusalan sijainti määritetään GPS:n avulla. Havainnot vesikasvillisuudesta ja pohjanlaadusta tehdään kaikilla alueilla samalla tavalla riippumatta siitä, käytetäänkö sukelluksella linjaköyttä vai ei. Tämä takaa sen, että tulokset eri alueiden välillä ovat vertailukelpoisia.

Edellisten, yhteensä 342 havaintoalan lisäksi kullakin tutkimusalueella tutkitaan 100 metrin pituinen sukelluslinja suunniteltujen jäähdytysveden purkukohtien ulkopuolella (Ruotsinpyhtäällä neljä linjaa, Simossa kaksi linjaa ja Pyhäjoella yksi linja). Vesikasvillisuuden havainnointi näillä linjoilla tehdään 10 metrin välein samalla tavalla kuin muillakin pisteillä. Kasvillisuuden lajisto kirjataan ylös kuitenkin koko linjan matkalta.

### 1.2.1.3 Kasvillisuustietojen mallintaminen

Vesikasvillisuudelle laaditaan esiintymiskartat sukellushavaintojen perusteella mallintamalla. Näytteenoton perusteella tutkitaan, miten eri lajien esiintyminen korreloi tilastollisesti käytettyjen ympäristömuuttujien eli syvyyden, avoimuuden sekä pohjan laadun kanssa. Tulosten käsittelyvaiheessa eri lajien esiintymistiedoista muodostetaan niin kutsuttu tapaustietokanta, johon kartta-alueella esiintyviä ympäristömuuttujien yhdistelmiä verrataan tarkoitukseen kehitetyllä tietokoneohjelmalla. Ohjelma luo kullekin lajille esiintymisen todennäköisyyskartan.

Tulosten luotettavuus riippuu käytettävissä olevien taustatietojen luotettavuudesta. Syvyystietoina käytetään merikartta-aineistoa, josta digitoitujen syvyystietojen perusteella luodaan selvitysalueen syvyysmalli. Pohjanlaatumalli laaditaan saatavilla olevien pohjanlaatu-tietojen sekä kenttähavaintojen perusteella. Lisäksi tietoa pohjanlaadusta hankitaan kenttätöiden yhteydessä videoimalla ja sukeltamalla.

## 1.2.2 Pohjaeläimistö

### 1.2.2.1 Näytteenottosuunnitelma

Pohjaeläinten lajisto ja biomassa tutkitaan samoilta havaintopaikoilta kuin veden laatu (Taulukko 1-1, Taulukko 1-2,

Taulukko 1-3, Kuva 1-1, Kuva 1-2, Kuva 1-3) silloin kun se merenpohjan ominaisuuksien perusteella on mahdollista. Näytteitä ei saada otetuksi kovilta sorapohjilta tai kivikoisilta paikoilta. Sopivien näytteenottopaikkojen varmistamiseksi hyödynnetään paikallisten ympäristöviranomaisten tietoja pohjan laadusta ja ominaisuuksista.

Pohjaeläintarkkailussa käytetään ympäristöhallinnon POHJE -tietojärjestelmästä tulos-tettuja maastolomakkeita. Havaintopaikkatiedot sekä määritystulokset tallennetaan POHJE -tietojärjestelmään. Näytteet otetaan Ekman-tyypin nostimella standardia SFS 5076 soveltaen.

Kultakin havaintopaikalta otetaan kesäkuussa pohja-aineksesta 5 näytettä Ekman-tyypin nostimella ( $A = 289 \text{ cm}^2$ ) (1 näyte = 1 nostimellinen), ja näytteet yhdistetään yhdeksi paikkakohtaiseksi kokoomanäytteeksi. Näytteet seulotaan 0,5 millimetrin seulalla.

Pohjaeläimet, lukuun ottamatta *Acari*- ja *Ceratopogonidae*-sukuja, määritetään pääsääntöisesti lajitasolle. Harvasukamatojen (*Oligochaeta*) ja surviaissääskitoukkien (*Chironomidae*) lajitasomäärityksillä pyritään rehevyytason muutosten havaitsemiseen. Pohjaeläinnäytteistä määritetään yksilötiheys ja tuorebiomassa/neliömetrillä sekä laske-

taan pohjan rehevyytensä kuvaava indeksiluku. Pohjaeläintulokset tallennetaan pohjaeläinrekisteriin ennen raportointia.

Tuloksista lasketaan havaintopaikkakohtainen luokitteluindeksi BBI (Brackish water Benthic Index) (*Perus ym. 2007*). Indeksillä on tarkoitettu pohjien pohjaeläinyhteisöille ja olettaa, että lajiston monimuotoisuus kasvaa kuormituslähteiden etäisyyden kasvaessa. Indeksillä on kehitetty erityisesti vähäsuolaiselle ja -lajiselle merialueelle. Indeksillä otetaan käyttöön laajasti koko maassa ja näin saatava vertailuaineisto tulee olemaan käytettävissä POHJE-rekisterin kautta. Indeksillä laskee erikseen eliökohtaisen sietorajan ympäristömuutoksille.

Pohjaeläintarkkailuun liittyen määritetään kaikilta havaintopaikoilta pohjasedimentin kuiva-ainepitoisuus ja orgaaninen aines sekä fosfori- ja typpipitoisuus. Määritykset tehdään pohjaeläinnäytettä vastaavasta Ekman-näytteen 0–3 senttimerin paksuisesta pintasedimentistä.

### 1.2.3 Kasviplankton

#### 1.2.3.1 Näytteenottosuunnitelma

Kasviplanktonin määrä ja lajistorakenne tutkitaan kullakin paikkakunnalla kolmelta havaintopaikalta, jotka kuuluvat samoihin havaintopaikkoihin kuin veden laadun tutkimuksessa käytetyt (Taulukko 1-1, Taulukko 1-2,

Taulukko 1-3, Kuva 1-1, Kuva 1-2, Kuva 1-3). Kasviplanktonnäytteet otetaan keväällä ja heinäkuussa vesinäytteenoton yhteydessä vastaavasta vesinäytteenoton kokoomanäytteestä kuin a-klorofyllinäytteet.

Näytteet säilötään välittömästi happamalla Lugolin liuoksella (0,5 ml/ 200 ml näytettä). Näytteisiin lisätään laboratorioissa seuraavana päivänä neutraloitua formaliinia (2 ml/ 200 ml). Näytteet kuljetetaan ja säilytetään pimeässä ja viileässä.

Näytteiden esikäsittelyssä ja mikroskopoinnissa noudatetaan ohjetta ”Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät” (*Ruoppa & Heinonen 2004*), tai ympäristöhallinnon antamia ohjeita. Solut lasketaan tarvittaessa kokoluokittain ja solujen ja/tai kolonioiden koko mitataan tarvittaessa mahdollisimman tarkan tilavuuden määrittämiseksi.

Kasviplanktonnäytteistä määritetään lajisto ja biomassa. Lajimäärittämisessä pyritään lajitason tarkkuuteen. Tulokset ilmoitetaan taksonimääränä ja biomassana 100 millilitrassa näytettä. Solumäärät muutetaan tilavuuksiksi Suomen ympäristökeskuksen rekisteriin tallennettujen tilavuuksien mukaisesti.

#### 1.2.4 Työn valmistumisaikataulu

Selvitys valmistuu ja raportoidaan lokakuussa 2009. Ajankohta määräytyy luonnon kiertokulun, osittain syksyllä toteutettavien kenttätöiden ja näytteenoton aikataulun perusteella.



## 2 PAIKALLISTEN OLOSUHTEIDEN JA VIRTAUKSIEN HUOMIOIMINEN JÄÄHDYTYSVESIMALLINNUKSESSA

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdan 4.13.1 lisäselvitysvaatimuksessa 2. pyydetään selvitystä jäähdytysvesimallin soveltamisesta paikallisiin olosuhteisiin sekä selostusta virtausten huomioimisesta paikallisissa olosuhteissa.

*”Selvitys siitä, millä tavalla ja tarkkuudella käytetty jäähdytysvesimalli on sovitettu paikallisiin olosuhteisiin kullakin sijoituspaikkakunnalla ja millä tavalla merivirtaukset ja takaisinvirtaukset on mallinnuksessa huomioitu tai millä perusteella ne on jätetty huomioimatta.”*

Merialueen virtausmallinnus tarkoittaa sitä, että alueen veden virtauksia arvioidaan laskennallisesti tietokonetta apuna käyttäen. Virtausmallinnuksessa alue jaetaan soluihin eli hilakoppeihin, joiden sisällä veden virtauksen oletetaan olevan samanlaista. Veden siirtyminen, siis virtaukset soluista viereisiin soluihin, lasketaan fysiikan säilymlakeihin perustuvia laskennallisia menetelmiä käyttäen. Mallilaskennassa huomioidaan siis merivirtausten ja takaisinvirtausten vaikutus.

Virtauslaskennan tarkkuuden määrää suureksi osaksi käytettyjen laskentasuojien määrä ja koko sekä käytetyt reuna-arvot ja niiden tarkkuus. Tarvittava tarkkuus riippuu laskentasovelluksesta. Fennovoiman työssä käytetyissä sovelluksissa suunnitellun voimalaitokset lähialue on jaettu vaakasuunnassa 80x80 metrin hilakoppeihin. Syvyysuunnassa hilakoppien korkeus on yksi metri viiden metrin syvyyteen asti ja syvemmillä tätä enemmän. Tämän tarkkuus riittää hyvin kunkin sovellusalueen ominaispiirteiden kuvaamiseen ja lämpöpäästön leviämisen laskentaan purkupaikan läheisellä merialueella. Mallihilat kullekin sovellusalueelle on dokumentoitu tarkemmin malliraporteissa (*Lauri & Koponen 2008a, 2008b ja 2008c*).

Virtauslaskennassa jokaiselle hilakopille lasketaan lämpötila, suolaisuus ja virtausnopeus ja pintakerroksen hilakopeille myös vedenkorkeus noin 30 sekunnin välein. Virtausta synnyttävät tuulet, mallin reunan vedenkorkeusarvot ja jokivirtaamat. Lisäksi virtausten muodostumiseen vaikuttaa pohjan muoto, lämpötilakerrostuminen ja suolaisuuskerrostuminen.

Fennovoiman laskentasovelluksissa on käytetty syvyys-, reuna- ja olosuhdetietoja, jotka kuvaavat paikallisia olosuhteita laskentasovellukseen nähden riittävällä tarkkuudella. Tuulitietoina kohdealueen lähellä käytetään lähimmältä sääasemalta mitattuja tuulia ja syvyystietona merenkulkulaitoksen merikartta-aineistoa. Käytetyt lähtö- ja olosuhdetiedot on dokumentoitu malliraporteissa (*Lauri & Koponen 2008a, 2008b ja 2008c*).

Kunkin sijoituspaikan mallisovellus on sovitettu paikallisiin olosuhteisiin vertaamalla mallin laskemia lämpötila- ja suolaisuusarvoja alueella mitattuihin lämpötila- ja suolaisuus arvoihin. Mittaustiedot on poimittu Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. Mallinnetut lämpötilat vastasivat hyvin mitattuja lämpötiloja. Mittausvertailut pisteissä, joista on ollut käytettävissä eniten havaintoja, on esitetty malliraportissa.

YVA Oy:n laskentamallia on sovellettu aikaisemmin useaan eri kohteeseen Suomen rannikkoalueilla, joissa mallia on kalibroitu ja varmistettu virtausmittauksin. Tätä kerty-

nyttä kokemusta Suomen rannikkoalueiden laskennasta on käytetty hyödyksi myös Fennovoiman mallisovelluksissa.

### 3 KOHDAN 1 VAIKUTUKSET JOHTOPÄÄTÖKSIIN

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdan 4.13.1 lisäselvitysvaatimuksessa 3. edellytetään arvioimaan vaikuttavatko lausunnon ensimmäisessä kohdassa esitetyt vesiluonnon nykytilan selvitykset vesimallinnuksen lopputuloksiin tai ympäristövaikutusarvioihin.

*”Selostus siitä, vaikuttavatko ja miten kohdassa 1 todettu vesiluonnon nykytilan tarkennus selvityksessä ilmenneet lähtötietojen muutokset vesimallinnusten lopputuloksiin ja/tai millaisia muutoksia muihin ympäristövaikutusarvioihin kohdan 1 tarkennetut tiedot aiheuttavat.”*

Veden laadun ja vesiluonnon selvitykset tehdään kesän ja syksyn 2009 aikana tämän selvityksen ensimmäisessä kohdassa kuvatun suunnitelman mukaisesti. Selvitysten tulokset raportoidaan lokakuun 2009 loppuun mennessä. Samassa raportissa esitetään tässä edellytetty arvio näiden selvitysten mahdollisista vaikutuksista ympäristövaikutusarvioihin. On kuitenkin ennakoitavissa, että nämä selvitykset tuottavat lähinnä täsmentävää tietoa YVA-selostuksessa tehtyihin perusteellisiin arvioihin ja johtopäätöksiin. Näin ollen YVA selostuksen lopputulokset todennäköisesti paikkakuntaakohtaisesti hivenen tarkentuvat, mutta YVA-selostuksen johtopäätökset sijaintipaikkojen soveltuvuuden osalta eivät muutu.

### 4 KAUKOPURKUVAIHTOEHTO

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdan 4.13.1 lisäselvitysvaatimuksessa 4. edellytetään selvittämään kaukopurkuvaihtoehdon toteutuskriteerejä ja vaikutuksia kullakin sijaintipaikkakunnalla:

*”Ns. kaukopurkuvaihtoehto jäähdytysvesille, sen toteutuskriteerit ja vaikutukset kullakin sijaintipaikkakunnalla verrattuna YVA-selostuksessa esitettyihin purkuvaihtoehtoihin. Kullakin sijaintipaikkakunnalla tulee ainakin karkeasti havainnollistaa kaukopurkutilanteen merkitystä vähintään yhdellä mallilaskentatapauksella.”*

#### 4.1 Kaukopurkuvaihtoehdon toteutuskriteerit

Jäähdytysvesien kaukopurulla tarkoitetaan tässä lämpimien jäähdytysvesien purkamista rantavyöhykkeen ulkopuoliselle syvemmälle ulappa-alueelle.

Kaukopurkuvaihtoehto edellyttää jäähdytysveden johtamista voimalaitokselta merenalaista tunnelia pitkin ulappa-alueelle. Tarvittavan tunnelin pituus riippuu voimalaitoksen sijaintipaikasta ja halutusta purkupaikasta.

Kaukopurkuun tarvittavan, poikkileikkaukseltaan 60–100 m<sup>2</sup> tunnelin rakentaminen meren pohjan alle on teknisesti vaativa tehtävä. Kalliorakentamisen lisäksi on rakennettava tunneliin liittyviä rakenteita, joista vaativin on tunnelin purkupaikassa pystykuilun päälle tehtävä betonirakenne. Lisäksi on varauduttava rakentamaan rantaan varapurkupaikka tunnelin mahdollisen käyttöhäiriön varalta.

Laitospaikan valinnan jälkeen tunnelinjausten tutkimiseen ja suunniteluun menee noin vuosi. Tunneli pitäisi toteuttaa yksiperälouhintana, jolloin jokainen vahvistustoimenpide estää louhinnan ja tunnelin etenemisen. Tunnelin rakentaminen kestää useita vuosia. Alustavasti voisi arvioida, että kilometrin louhintaan menee 18–24 kuukautta ja louhinnan lisäksi vahvistus, betonointi ja muut rakennustyöt lisäävät aikaa useilla kuukausilla.

Kaukopurku muodostaa näin oleellisen viivästysriskin koko hankkeelle. Lisäksi kaukopurku lisää huomattavasti laitoksen investointikustannuksia.

Fennovoiman suunnittelussa on lähdetty siitä jäähditysvesiratkaisusta (rantapurku) jota on sovellettu Suomessa kaikissa vesistöjen äärellä olevissa voimalaitoksissa. YVA-selostuksessa tehtyjen selvitysten perusteella tämä ratkaisu on ympäristöllisesti hyväksyttävä.

#### 4.2 Jäähdytysvesien vaikutus meriveden lämpötilaan kaukopurkuvaihtoehtoilla

Ydinvoimalan lämpimien jäähdytysvesien vaikutuksia veden lämpötiloihin Simon Karisikonniemen, Pyhäjoen Hanhikiven ja Ruotsinpyhtään Gäddbergsön edustalla arvioitiin 3D-virtausmallia käyttäen. Tarkastelun kohteena oli suunnitellun uuden voimalaitosyksikön jäähdytysvesien kaukopurun vaikutus veden lämpötilaan kunkin sijoituspaikan merialueella. Tarkastelu täydentää aikaisemmin alueille laadittuja ja YVA-selostuksessa raportoituja jäähdytysvesien leviämislaskelmia (*Lauri & Koponen 2008a, 2008b ja 2008c*).

Kaukopurun laitosvaihtoehtona käytettiin kahta laitostehoa, joiden jäähdytysvesivirtaamat olivat 61 m<sup>3</sup>/s, ja 85 m<sup>3</sup>/s ja lämpötilan nousu 12 °C molemmissa tapauksissa (Taulukko 4-1). Mallinnuksessa käytettiin vuoden 2003 säätietoja. Näitä samoja reunaehtoja käytettiin myös aiemmissa mallinuksissa. Kaukopurkumallinnuksessa purku- paikka sijoitettiin mallinnusteknisistä syistä johtuen pinnalle. Todellisuudessa jäähdytysvedet purettaisiin kaukopurkuvaihtoehtossa pohjan läheiseen vesikerrokseen. Kaukopurun laskentatuloksia tarkasteltaessa on syytä huomata, että mallissa kaukopurkua ei voida laskea mallin rajoituksista johtuen tarkasti, vaan purku oli sijoitettava pintakerrokseen. Tästä voi aiheutua eroa mallin laskeman tuloksen ja todellisen kaukopurun aiheuttaman lämmitysvaikutuksen suhteen. On odotettavissa, että lämpenevät alueet ovat todellisuudessa jonkin verran mallinnettuja suurempia. Mallinnuksen periaatteita ja reunaehtoja on tarkemmin kuvattu erillisessä jäähdytysvesimalliraportissa (*Koponen & Lauri 2009*).

**Taulukko 4-1. Voimalaitosvaihtoehtojen jäähdytysvesimallinnuksen kannalta keskeiset laitostiedot.**

Laitosvaihtoehto	1	2
Sähköteho (MW)	1800	2500
Jäähdytys veden virtaus (m <sup>3</sup> /s)	61	85
Lämpötilan nousu (°C)	12	12

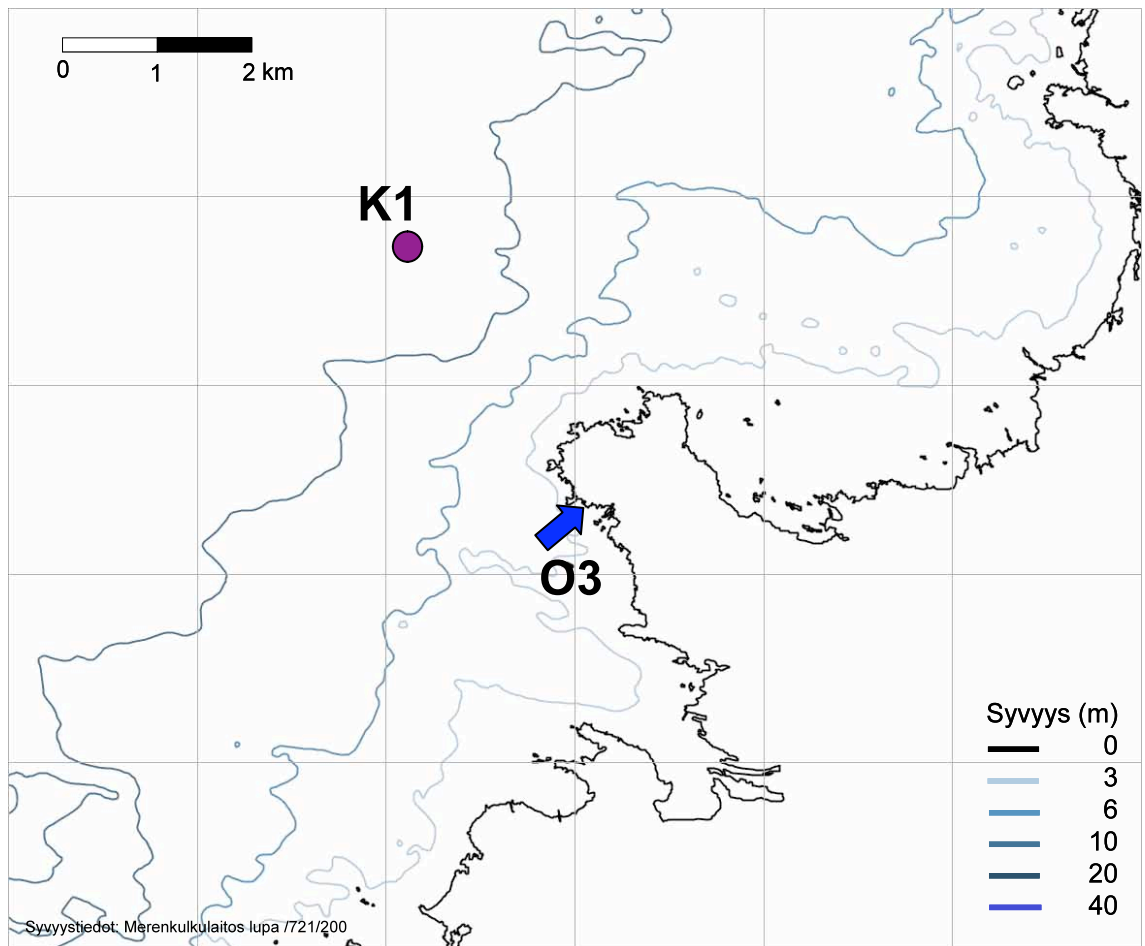
Jäähdytysvesien kesäaikaista vaikutusta merialueen lämpötilaan tarkasteltiin arvioimalla keskimääräistä lämpötilan nousua eri syvyyksillä kesäkuussa sekä lämpötilan nousua kesäkuussa eri tuuliolosuhteissa. Lisäksi laskettiin lämpötilan nousu koko heinäkuussa. Talviaikaista vaikutusta jäätilanteeseen tarkasteltiin helmikuun alun tilanteessa.

#### 4.2.1 Pyhäjoki

Jäähdytysveden vaikutusta Pyhäjoen edustan merialueen lämpötilaan on tarkasteltu yhdellä kaukopurkupaikalla (Taulukko 4-2) sekä yhden (V1) että kahden voimalaitoksen tapauksessa (V2) (Kuva 4-1). Näiden lisäksi on laskettu niin sanottu nollatilanne (V0) eli tilanne ilman voimalaitosta. Purkupaikka sijaitsee noin 2,5 kilometrin etäisyydellä Hanhikiven niemestä luoteeseen.

**Taulukko 4-2. Mallinnetut vaihtoehdot.**

Vaihtoehto	Aktiiviset yksiköt	Sähköteho [MW]	Otto	Purku
V0	0	0	-	-
V1	1	1800	O3	K1
V2	2	2400	O3	K1



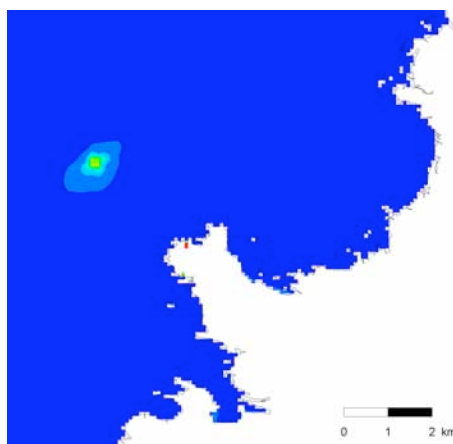
**Kuva 4-1. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikka. Merkkien selitykset: O3 = ottopaikka, K1= kaukopurkupaikka**

##### 4.2.1.1 Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa

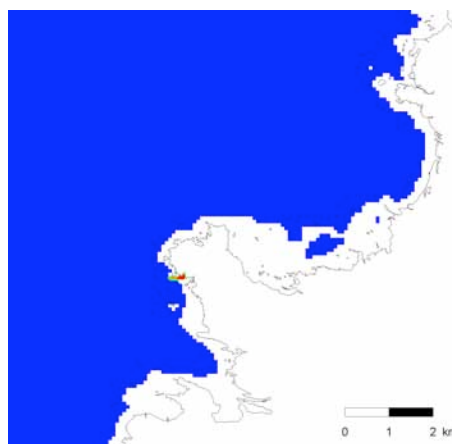
Keskilämpötilan nousualue rajoittuu kaukopurun lähelle (Kuva 4-2). Yli yhden asteen keskimääräisen lämpötilan nousun alue on kaukopuruvaihtoehdolla molemmilla lai-

tosvaihtoehdoilla noin 9 neliökilometrin kokoinen. Rantapurkuvaihtoehdolla tämä alue oli pienemmällä voimalavaihtoehdolla 8–11 neliökilometriä ja suuremmalla 15–23 neliökilometriä. Tämä johtuu siitä, että rantapurkuun verrattuna kaukopurussa vesi sekoituu suurempaa vesimäärään purkupaikan lähialueella ja pääsee leviämään kaikkiin ilmansuuntiin. Tyypillisesti myös meriveden virtausnopeus kauempana rannasta on suurempi kuin rannan lähellä, mikä tehostaa jäähdytysveden laimenemista ohi virtaavaan veteen.

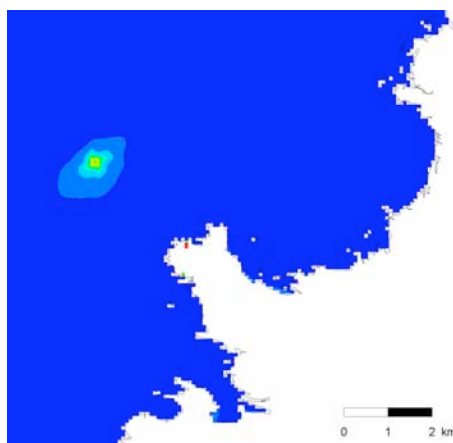
Kaukopurkuvaihtoehdossa jäähdytysvesi saattaa todellisuudessa sekoittua paksumpaan vesikerrokseen (koska purku sijaitsee pohjassa), eikä siten pääse jäähtymään yhtä tehokkaasti ilmakehään kuin rannalta pintakerrokseen purettava vesi. Tämän vuoksi kaukopurun tapauksessa todelliset lämpenevät alueet voivat olla jonkin verran mallin antamia tuloksia suurempia.



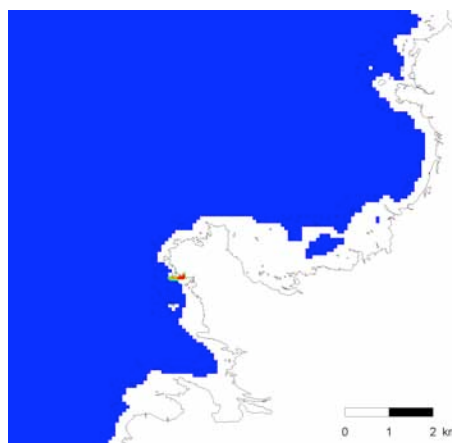
V1, 0-1m kerros



V1, 2-3m kerros



V2, 0-1m kerros



V2, 2-3m kerros

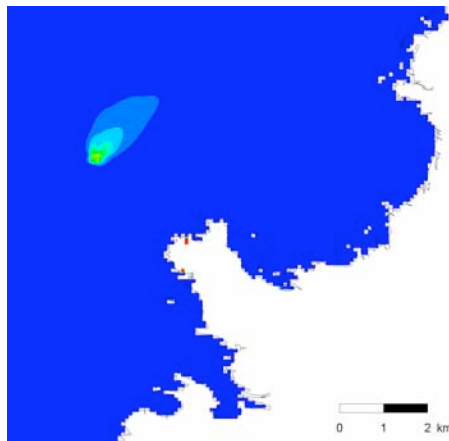


Kuva 4-2. Lämpötilan nousu nollavaihtoehtoon verrattuna 0–1 m ja 2–3 m kerroksissa, kesäkuun keskiarvo yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.

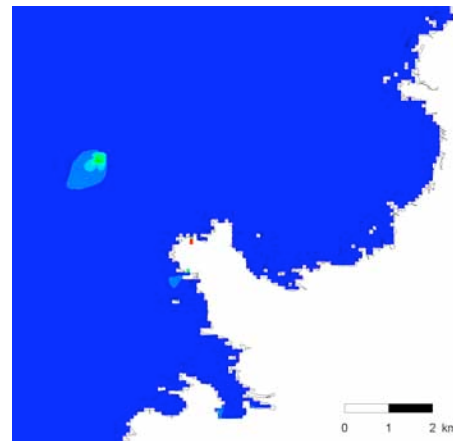
9.4.2009

#### 4.2.1.2 Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa

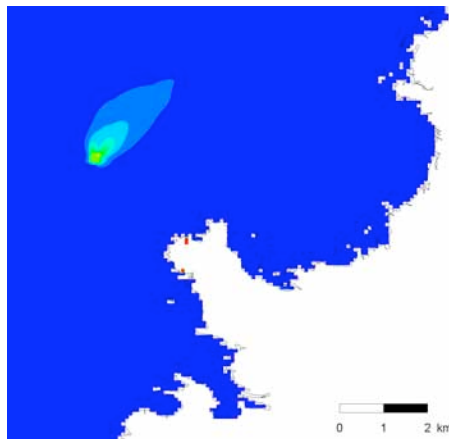
Tuulen suunta vaikuttaa lämpimien jäähdytysvesien leviämiseen purkualueella. Pyhäjoella jäähdytysvesi ei kummallakaan mallinnetulla tuulitilanteella leviä ranta-alueille (Kuva 4-3). Pohjoistuulitilanteissa jäähdytysvesien purun lämpövaikutus jää etelätuulitilanteita pienemmäksi. Tämä on seurausta pohjoistuulilla tapahtuvasta kumpuamisesta. Kumpuamisen vaikutuksesta voimalaitoksen ottovesi on kylmää, mistä johtuen myös voimalaitokselta tuleva jäähdytysvesi on pohjoistuulitilanteissa viileämpää.



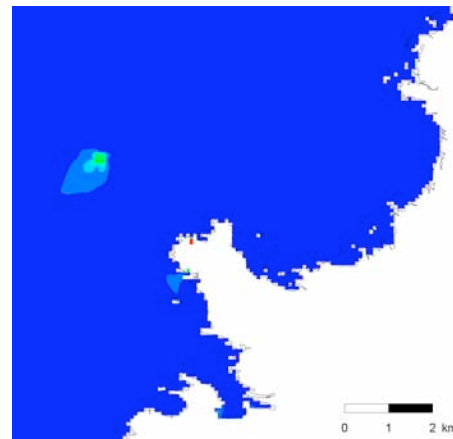
*V1 pinta etelätuulet*



*V1 pinta pohjoistuulet*



*V2 pinta etelätuulet*



*V2 pinta pohjoistuulet*

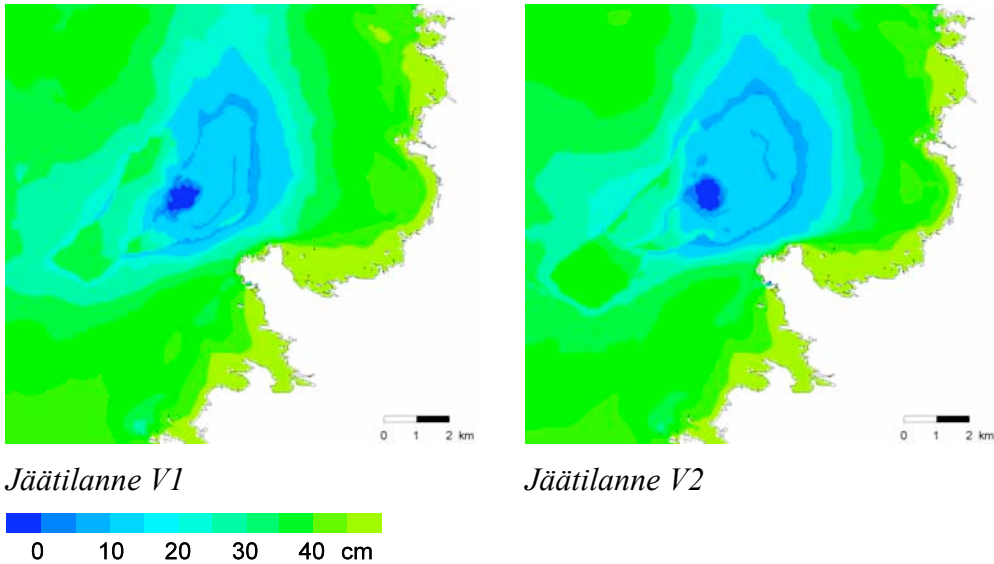


**Kuva 4-3. Pintakerroksen keskimääräinen lämpeneminen eri tuulitilanteissa yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.1.3 Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen

Talviaikana jäähdytysvesien lämpökuorma pitää purkualueen sulana ja aiheuttaa jään ohenemista pääasiassa Hanhikiven pohjois- ja itäpuolilla (Kuva 4-4). Kokonaan sulan alueen koko on kaukopurkuvaihtoehdolla noin 0,6 neliökilometrin kokoinen. Rantapurkuvaihtoehdolla tämä alue on noin 3,5–5 neliökilometrin kokoinen. Heikon jään alue

(jään paksuus alle 10 cm) vaihtelee kaukopurkuvaihtoehdolla 3,5–4,5 neliökilometrin ja rantapurkuvaihtoehdolla 8–12 neliökilometrin välillä.



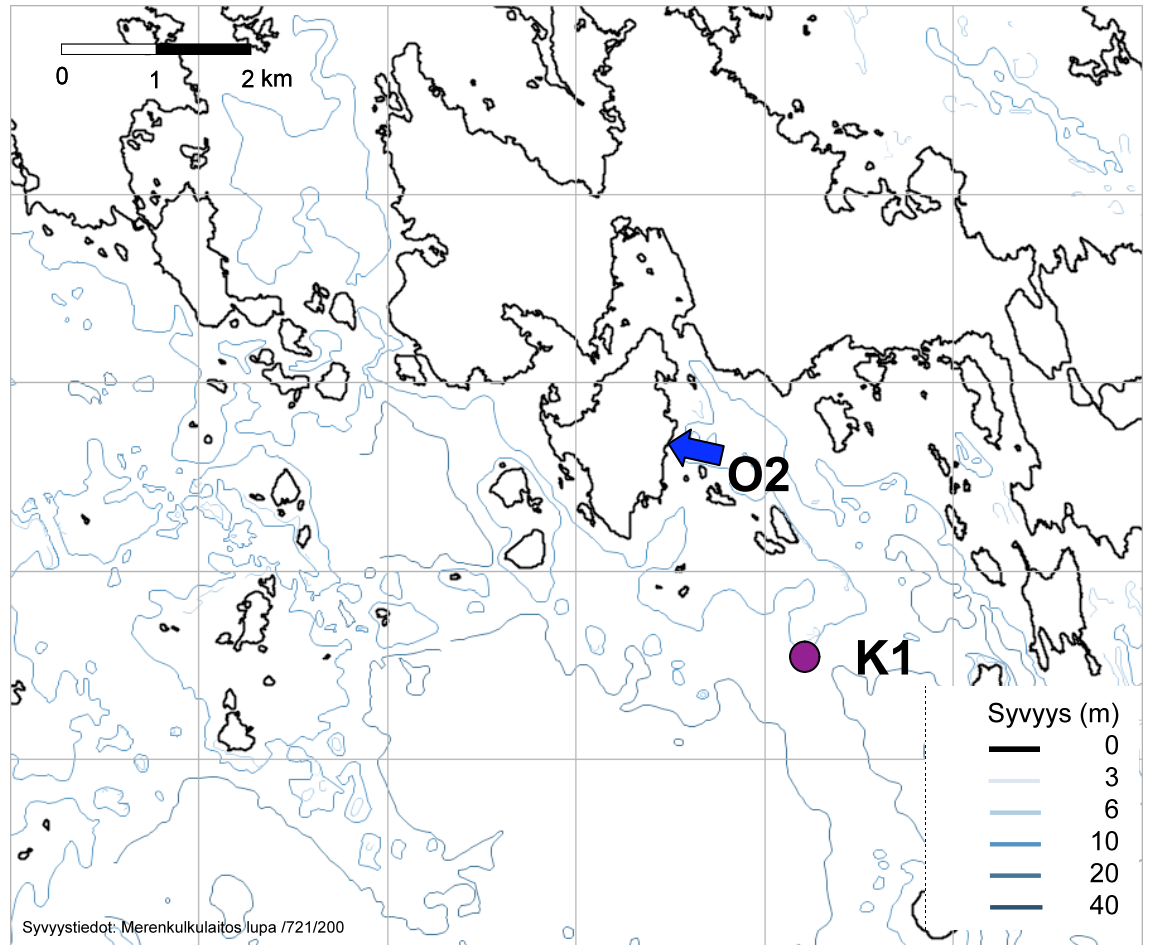
Kuva 4-4. Jäähdytysvesien vaikutus hankealueen jäätilanteeseen kaukopurkuvaihtoehdolla yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitusyksikön tapauksessa.

#### 4.2.2 Ruotsinpyhtää

Jäähdytysveden vaikutusta Ruotsinpyhtään edustan merialueen lämpötilaan on tarkasteltu yhdellä kaukopurkupaikalla (Taulukko 4-3) sekä yhden (V1) että kahden voimalaitoksen tapauksessa (V2) (Kuva 4-5). Näiden lisäksi on laskettu niin sanottu noltilanne (V0) eli tilanne ilman voimalaitosta. Kaukopurkuvaihtoehdot sijaitsee noin 4 kilometrin päässä Gäddbergsön kaakkoispuolella.

Taulukko 4-3. Mallinnetut vaihtoehdot.

Vaihtoehto	Aktiiviset yksiköt	Sähköteho [MW]	Otto	Purku
V0	0	0	-	-
V1	1	1800	O2	K1
V2	2	2400	O2	K1



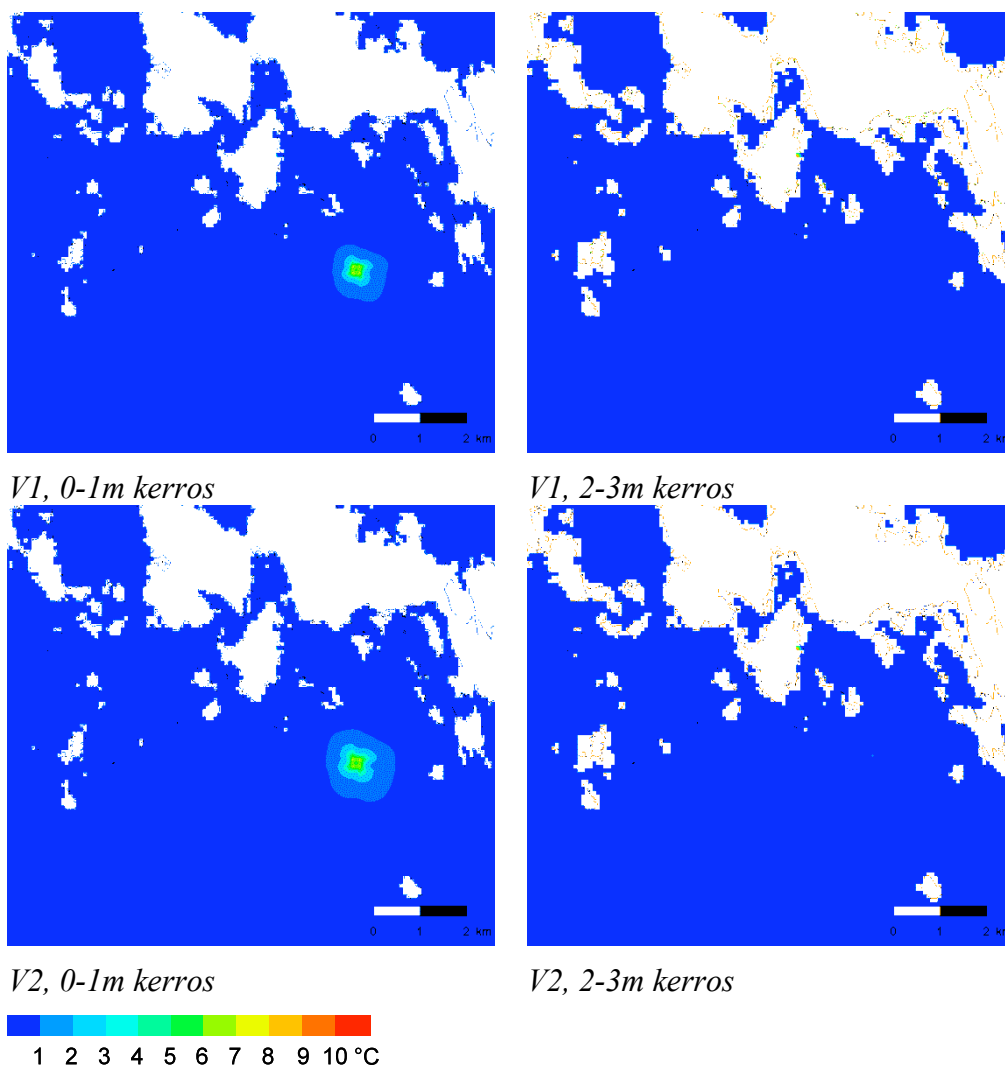
**Kuva 4-5. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat. Merkkien selitykset: O2 = ottopaikka, K1= kaukopurkupaikka**

#### 4.2.2.1 Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa

Keskilämpötilan nousualue rajoittuu kaukopurkupaikan lähelle (Kuva 4-6). Yli yhden asteen keskimääräisen lämpötilan nousun alue on kaukopurkuvaihtoehdolla noin 1–2 neliökilometrin kokoinen. Rantapurkuvaihtoehdolla tämä alue oli pienemmällä voimavaihtoehdolla 4–10 neliökilometriä ja suuremmalla 6–15 neliökilometriä. Tämä johtuu siitä, että rantapurkuun verrattuna kaukopurussa vesi sekoittuu suurempaan vesimäärään purkupaikan lähialueella, ja pääsee leviämään kaikkiin ilmansuuntiin. Tyypillisesti myös virtausnopeus kauempana rannasta on suurempi kuin rannan lähellä, mikä tehostaa jäähdytysveden laimenemista ohi virtavaan veteen.

Kaukopurkuvaihtoehdossa jäähdytysvesi saattaa todellisuudessa sekoittua paksumpaan vesikerrokseen (koska purku sijaitsee pohjassa), eikä se siten pääse jäähtymään yhtä tehokkaasti ilmakehään kuin rannalta pintakerrokseen purettava vesi. Tämän vuoksi kaukopurun tapauksessa todelliset lämpenevät alueet voivat olla jonkin verran mallin antamia tuloksia suurempia.

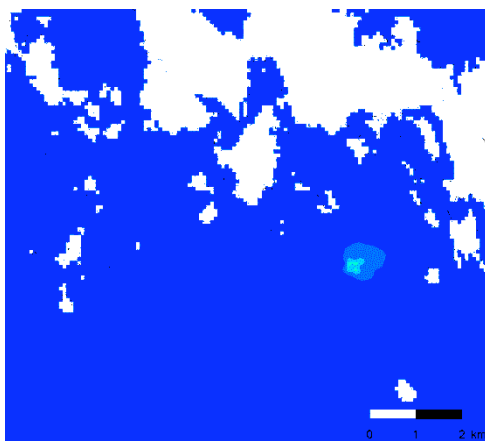
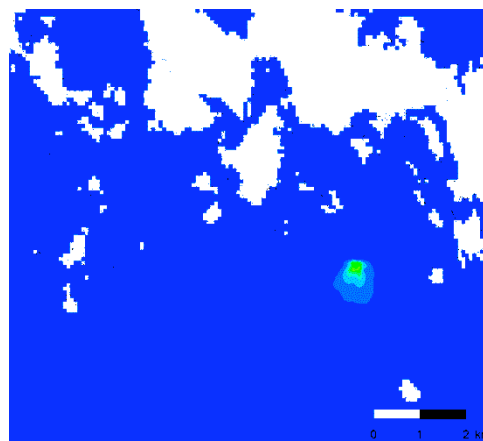
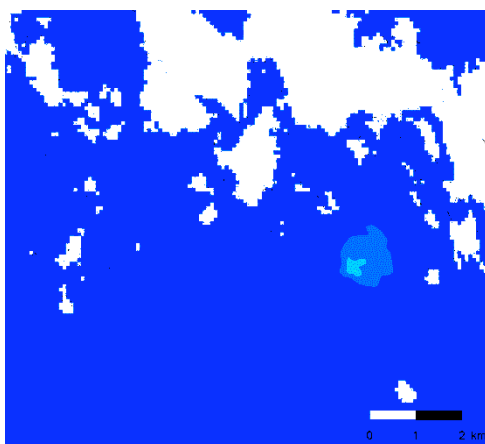
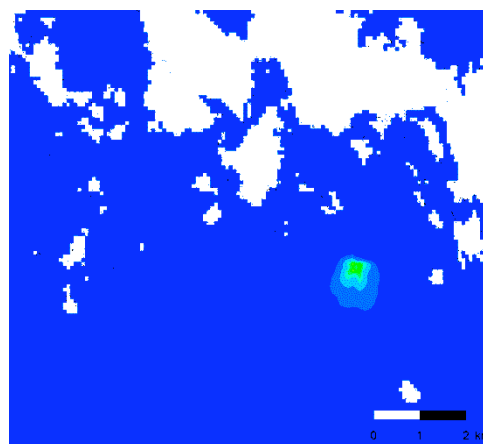
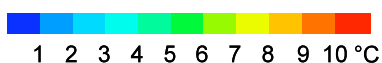




**Kuva 4-6. Lämpötilan nousu nollavaihtoehtoon verrattuna 0–1 m ja 2–3 m kerroksissa, kesäkuun keskiarvo yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.2.2 Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa

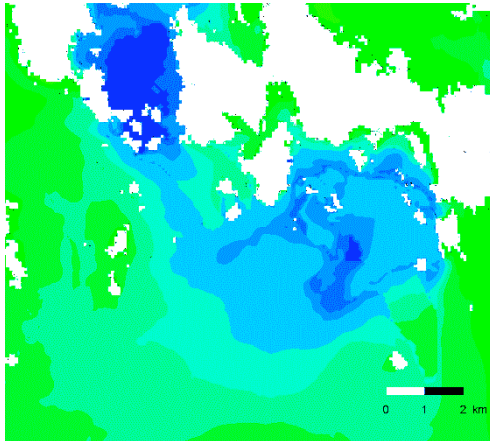
Tuulen suunta vaikuttaa lämpimien jäähdytysvesien leviämiseen purkualueella. Ruotsinpyhtäällä jäähdytysvesi ei kummallakaan mallinnetulla tuulitilanteella leviä selkeästi ranta-alueille, vaan jää pääosin ulappa-alueelle (Kuva 4-7). Etelätuulitilanteissa jäähdytysvesien purun lämpövaikutus jää pohjoistuulitilanteita pienemmäksi. Tämä on seurausta etelätuulilla tapahtuvasta kumpuamisesta. Kumpuamisen vaikutuksesta voimalaitoksen ottovesi on kylmää, mistä johtuen myös voimalaitokselta tuleva jäähdytysvesi on etelätuulitilanteissa viileämpää.

*V1 pinta etelätuulet**V1 pinta pohjoistuulet**V2 pinta etelätuulet**V2 pinta pohjoistuulet*

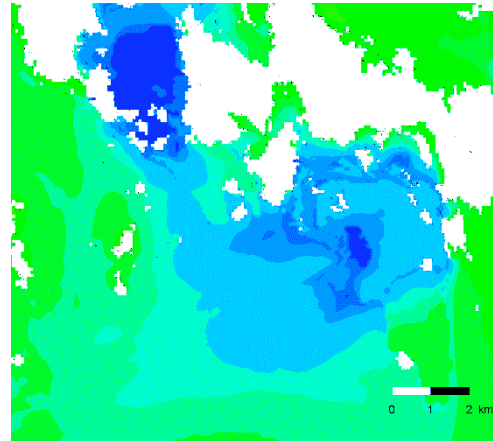
**Kuva 4-7. Pintakerroksen keskimääräinen lämpeneminen eri tuulitilanteissa yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.2.3 Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen

Talviaikana jäähdytysvesien lämpökuorma pitää purkualueen sulana ja aiheuttaa jään ohenemista purkupaikan edustalla, Kampuslandetin kaakkoispuolella. Kokonaan sulan alueen koko on kaukopurkuvaihtoehdolla noin 4–5 neliökilometrin kokoinen. Rantapurkuvaihtoehdolla tämä alue on noin 4–4,5 neliökilometrin kokoinen. Heikon jään alue (jään paksuus alle 10 cm) vaihtelee kaukopurkuvaihtoehdolla 16–18 neliökilometrin ja rantapurkuvaihtoehdolla 14–31 neliökilometrin välillä.



Jäättilanne V2



Jäättilanne V2



**Kuva 4-8. Jäähdytysvesien vaikutus hankealueen jäätilanteeseen kaukopurkuvaihtoehdolla yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

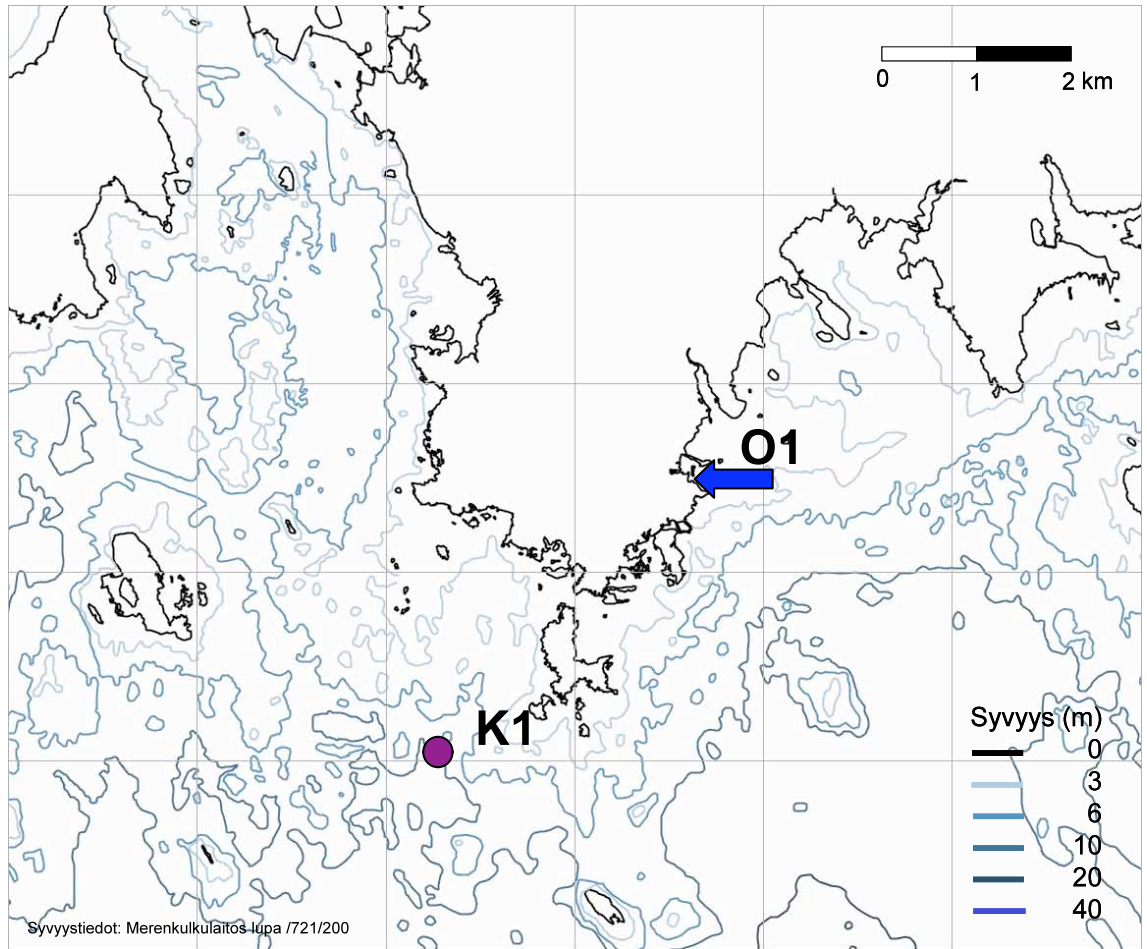
### 4.2.3

#### Simo

Jäähdytysveden vaikutusta Karsikon edustan merialueen lämpötilaan on tarkasteltu yhdellä kaukopurkupaikalla (Kuva 4-9) sekä yhden (V1) että kahden voimalaitoksen tapauksessa (V2) (Taulukko 4-4). Näiden lisäksi on laskettu niin sanottu nollatilanne (V0) eli tilanne ilman voimalaitosta. Kaukopurkuvaihtoehto sijaitsee noin 2 kilometrin päässä Karsikon niemestä lounaaseen.

**Taulukko 4-4. Mallinnetut vaihtoehdot.**

Vaihtoehto	Aktiiviset yksiköt	Sähköteho [MW]	Otto	Purku
V0	0	0	-	-
V1	1	1800	O1	K1
V2	2	2400	O1	K1

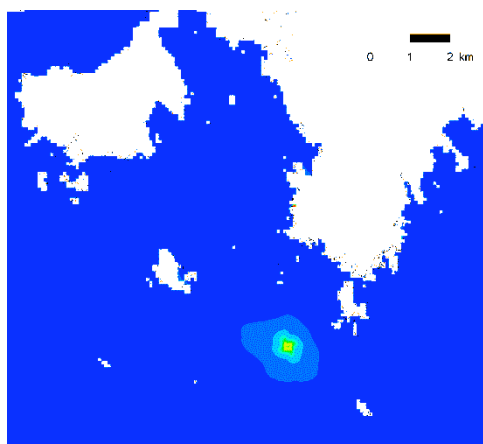


**Kuva 4-9. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat. Merkkien selitykset: O1 = ottopaikka, K1= kaukopurkupaikka**

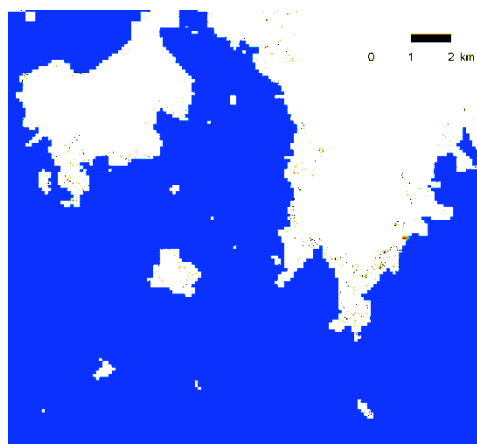
#### 4.2.3.1 Keskimääräinen lämpötilan nousu eri vesikerroksissa

Keskilämpötilan nousualue rajoittuu kaukopurkupaikan lähelle (Kuva 4-10). Yli yhden asteen keskimääräisen lämpötilan nousun alue on kaukopurkuvaihtoehdolla K1 ja vaihtoehdolla K2 noin 12 neliökilometrin suuruinen. Rantapurkuvaihtoehdoilla tämä alue on pienemmällä voimalaitosvaihtoehdolla 18–29 neliökilometriä ja suuremmalla 33–40 neliökilometrin. Tämä johtuu siitä, että rantapurkuun verrattuna kaukopurussa vesi sekoituu suurempaa vesimäärään purkupaikan lähialueella, ja pääsee leviämään kaikkiin ilmansuuntiin. Tyypillisesti myös meriveden virtausnopeus kauempana rannasta on suurempi kuin rannan lähellä, mikä tehostaa jäähdytysveden laimenemista ohi virtaavaan veteen.

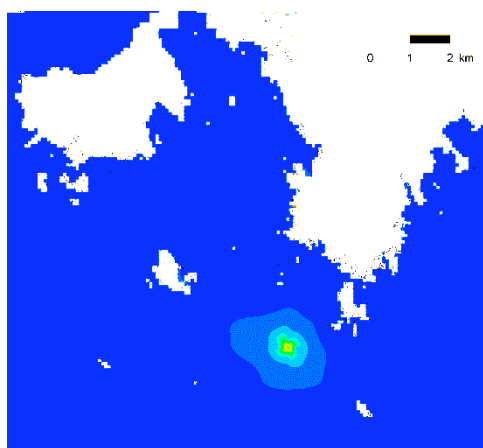
Kaukopurkuvaihtoehdossa jäähdytysvesi saattaa todellisuudessa sekoittua paksumpaan vesikerrokseen (koska purku sijaitsee pohjassa), eikä siten pääse jäähtymään yhtä tehokkaasti ilmakehään kuin rannalta pintakerrokseen purettava vesi. Tämän vuoksi kaukopurun tapauksessa todelliset lämpenevät alueet voivat olla jonkin verran mallin antamia tuloksia suurempia.



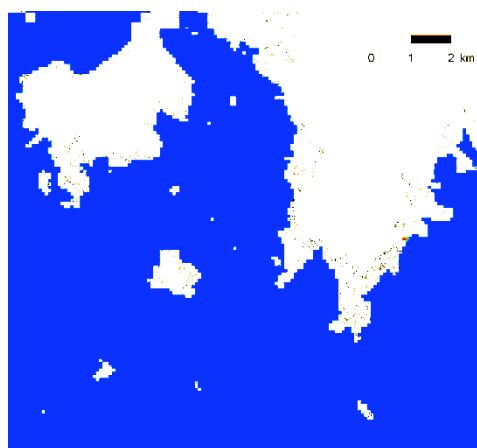
V1, 0-1m kerros



V1, 2-3m kerros



V2, 0-1m kerros



V2, 2-3m kerros

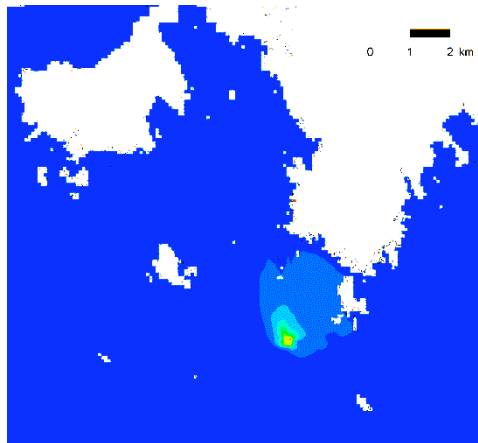
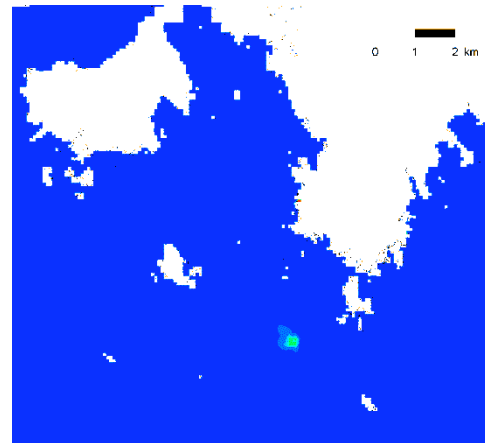
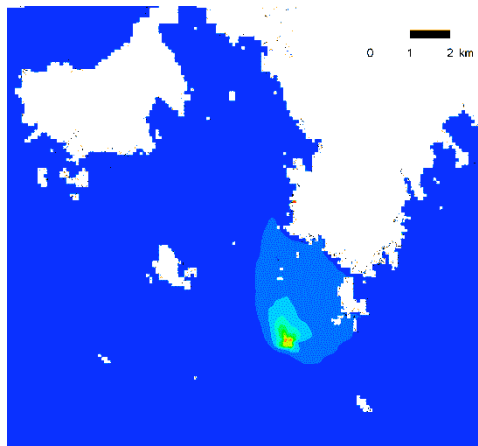
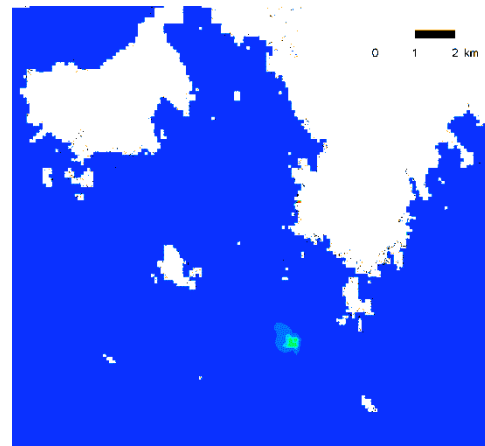


**Kuva 4-10. Lämpötilan nousu nollavaihtoehtoon verrattuna 0–1m ja 2–3m kerroksissa, kesäkuun keskiarvo yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.3.2

##### Keskimääräinen lämpötilan nousu eri tuuliolosuhteissa

Tuulen suunta vaikuttaa lämpimien jäähdytysvesien leviämiseen purkualueella. Etelätuulitilanteessa jäähdytysvedet leviävät Karsikon ranta-alueille (Kuva 4-11). Pohjoistuulitilanteissa jäähdytysvesien purun lämpövaikutus jää etelätuulitilanteita pienemmäksi. Tämä on seurausta pohjoistuulilla tapahtuvasta kumpuamisesta. Kumpuamisen vaikutuksesta voimalaitoksen ottovesi on kylmää, mistä johtuen myös voimalaitokselta tuleva jäähdytysvesi on pohjoistuulitilanteissa viileämpää.

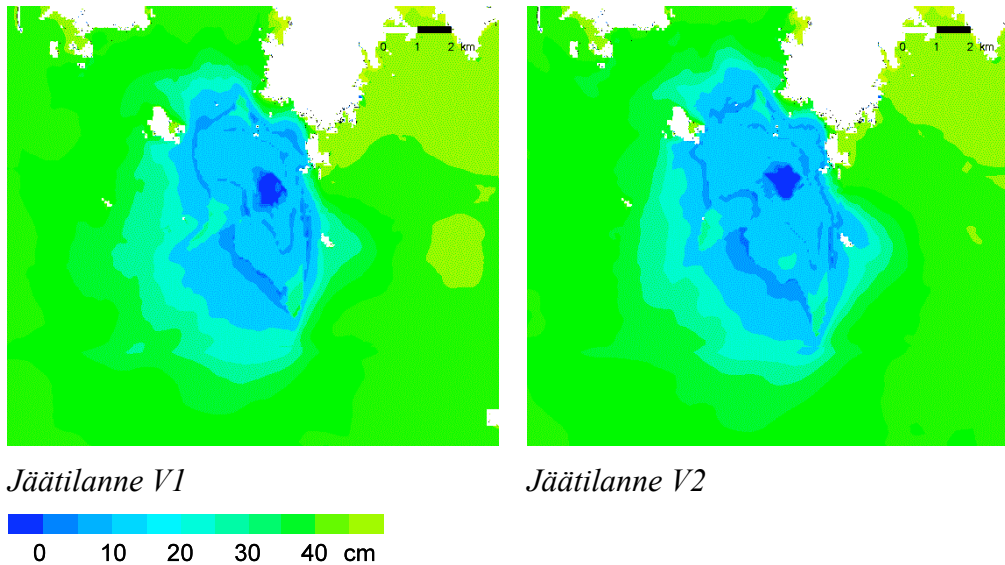
*V1 pinta etelätuulet**V1 pinta pohjoistuulet**V2 pinta etelätuulet**V2 pinta pohjoistuulet*

**Kuva 4-11. Pintakerroksen keskimääräinen lämpeneminen eri tuulitilanteissa yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.3.3

#### Jäähdytysvesien vaikutus jäätilanteeseen

Talviaikana jäähdytysvesien lämpökuorma pitää purkualueen sulana ja aiheuttaa jään ohenemista Karsikkoniemestä etelään. Kokonaan sulan alueen koko on kaukopurkuvaihtoehdolla noin 1,5–2 neliökilometrin kokoinen. Rantapurkuvaihtoehdolla tämä alue on noin 3,5–6 neliökilometrin kokoinen. Heikon jään alue (jään paksuus alle 10 cm) on puolestaan rantapurkuvaihtoehdolla kaukopurkuvaihtoehtoa pienempi. Kaukopurkuvaihtoehdolla heikon jään alue vaihtelee 5–7 neliökilometriin ja rantapurkuvaihtoehdolla 7–13 neliökilometriin.



**Kuva 4-12. Jäähdytysvesien vaikutus hankealueen jäättilanteeseen kaukopurkuvaihtoehdolla yhden (V1) ja kahden (V2) voimalaitosyksikön tapauksessa.**

#### 4.2.4

#### Yhteenveto kaukopurun vaikutuksista meriveden lämpötilaan

Kaukopurkuvaihtoehtojen aiheuttama keskimääräinen lämpötilan nousu kesätilanteissa on rantapurkuvaihtoehtoja pienempi. Tähän on kaksi pääasiallista syytä:

- 1) Pidemmän jakson keskiarvokentissä lämpötilanousun alue on kaukopurulle pienempi kuin rantapurulle, vaikka hetkelliset lämpötilanousun alueet olisivat molemmissa tapauksissa samaa kokoluokkaa. Tämä johtuu siitä että kaukopurun vesi leviää joka suuntaan, rantapurun vesi puolestaan pääasiassa yhteen suuntaan.
- 2) Kaukopurun tapauksessa purkautuva vesi sekoittuu jo purkupaikalla ohi virtaavaan viileämpään vesimassaan. Rantapurun tapauksessa sekoittuminen purkupaikan lähi-alueella on vähäisempää, sillä luonnollinen ohivirtaus koostuu pienemmästä vesimäärästä. Rannan lähellä myös vesi on tyypillisesti lämpimämpää kuin ulapalla. Rannan lähellä on myös usein saaria ja matalikkoja, jotka hidastavat ohivirtausta.

Talvitilanteissa kaukopurun aiheuttama avoimen alueen koko on rantapurkua pienempi. Sen sijaan alue, jolta jää on ohennut jonkin verran (jään paksuus kuitenkin yli 10 cm), on suurempi kuin rantapurkuvaihtoehtoilla. Kaukopurun jäätä ohentava vaikutus on yksittäisessä pisteessä purkupaikan lähellä rantapurkua pienempi, mutta leviää rantapurkua laajemmalle alueelle.

Kaukopurun laskentatuloksia tarkasteltaessa on syytä huomata, että mallissa kaukopurkua ei voida laskea mallin rajoituksista johtuen tarkasti, vaan purku oli sijoitettava pintakerrokseen. Tästä voi aiheutua eroa mallin laskeman tuloksen ja todellisen kaukopurun aiheuttaman lämmitysvaikutuksen suhteen. On odotettavissa, että purkuvesi sekoittuu todellisuudessa mallin antamaa arvioita tehokkaammin paksumpaan vesikerrokseen. Tällöin purkuveden jäähtyminen on laskettuja tuloksia hitaampaa, ja lämmenneiden alueiden koko tässä esitettyjä tuloksia suurempi.

### 4.3 Vaikutukset vesistöön ja kalastoon

Jäähdytysvesien keskeisimmät vaikutukset (kasvukauden pidentyminen, perustuotannon kasvu, hajotustoiminnan nopeutuminen) ovat seurausta lämpötilan nousun biologisia toimintoja kiihdyttävistä vaikutuksista. Vaikutukset ovat yleisellä tasolla vesistön rehevöitymiseen verrattavia (*jäähdytysvesien vaikutuksia vesistöön ja kalastoon on kuvattu tarkemmin paikkakunnittain Fennovoiman YVA-selostuksen sivuilla 161–210*).

Kaukopurkuvaihtoehdolla jäähdytysvesien vaikutukset ekologiaan ovat samansuuntaisia kuin rantapurkuvaihtoehdolla. Kauemmaksi rannasta purettaessa lämpenevät alueet jäävät paremman veden vaihtuvuuden ansiosta pienemmiksi kuin rantavyöhykkeeseen purettaessa. Kaukopurkuvaihtoehdolla vaikutusalueeseen kuuluu myös vähemmän matalaa rantavyöhykettä. Matalat rantavyöhykkeet rehevöityvät jäähdytysveden lämpövaikutuksesta herkemmin kuin avoimet ulappa-alueet, sillä rantavyöhykkeeseen kohdistuva lämpövaikutus lisää vesikasvillisuuden määrää ja kiihdyttää rihmalevien kasvua.

Ulappa-alueelle kohdistuvalla kaukopurulla planktisten (vapaan veden) levien kasvu kiihtyy, mutta perustuotannon kasvu jää kokonaisuudessaan pienemmäksi kuin rantavyöhykkeeseen kohdistuvalla purulla. Tästä johtuen kaukopurkuvaihtoehdolla jäähdytysvesien rehevöittävät vaikutukset jäävät pienemmiksi kuin rantapurkuvaihtoehdolla. Kaukopurun vaikutuksissa ei ole vaihtoehtoisten sijaintipaikkojen välillä oleellisia eroja.

Kaukopurkuvaihtoehdoilla jäähdytysvesi puretaan pohjan läheisyyteen syvemmillä (noin 10 metrin syvyisellä) merialueella. Tämä lisää veden vaihtuvuutta pohjanläheisissä vesikerroksissa purkupaikan läheisyydessä, millä voi happikadosta kärsivillä pohjilla olla positiivisia vaikutuksia eliöstöön. Ruotsinpyhtään edustan syvänteissä happitilanne on pitkään ollut huono. Mikäli jäähdytysvedet ohjattaisiin johonkin näistä syvänteistä, voisi tämä paikallisesti parantaa pohjanläheisen vesikerroksen happitilannetta. Happikatoja esiintyy Ruotsinpyhtään sijaintipaikan edustan syvänteissä eli yli 20 metrin syvyisillä pohjilla. Jäähdytysveden purkaminen näin syvälle on kuitenkin teknisesti haastavaa. Pyhäjoella ja Simossa veden vaihtuvuus on alueen pohjanmuotojen ansiosta hyvä myös syvemmillä merialueilla eikä happikatoja juuri esiinny. Kaukopurulla ei näillä sijoituspaikoilla arvioida olevan vaikutuksia veden laatuun.

Kaukopurkuvaihtoehto voi pienentää jäähdytysvesien kalojen kudulle aiheuttamaa haittaa erityisesti syyskutuisten, rantavyöhykkeeseen kutevien lajien osalta. Kaukopurulla rantavyöhykkeen lämpötilannousut ovat pienempiä ja ajoittaisia ja rehevöityminen jää vähäisemmäksi. Simon Karsikkoniemen ympäristön matalikot ovat merkittäviä karisiian kutualueita. Kaukopurulla jäähdytysveden vaikutus kohdistuisi lievempänä Karsikkoniemen rannoille, mutta toisaalta vaikutus kaukopurkualueen lähellä sijaitsevilla matalikoilla voimistuisi. Pyhäjoella kaukopurun vaikutus olisi vastaava kun Karsikossa. Haitalliset vaikutukset rannoilla sijaitseviin kutualueisiin vähenisivät, mutta kauempana rannasta sijaitsevilla matalikoilla vaikutukset voimistuisivat. Ruotsinpyhtäällä merkittävät siian kutualueet sijaitsevat olemassa olevien tietojen perusteella ulompana merialueella, jonne hankkeen vaikutuksen ei millään tarkastelluista purkuvaihtoehdoista arvioida kohdistuvan.

Kaukopurulla jäähdytysveden vaikutusalue kohdistuisi kaikilla vaihtoehdoisilla sijaintipaikoilla lähemmäs vaelluskalojen vaellusreittejä. Jäähdytysveden aiheuttaman paikalli-



sen pintaveden lämpötilan nousun ei kuitenkaan arvioida vaikuttavan kalojen nousukäyttäytymiseen, sillä kalat pystyvät aktiivisesti hakeutumaan sopivaan lämpötilaan.

Ruotsinpyhtäällä jäähdytysvedet purettaisiin kaukopurkuvaihtoehdolla lähemmäs Natura-alueetta kuin rantapurkuvaihtoehdoilla. Natura-alue koostuu tässä kohdin lähinnä muutaman kymmenen metrin syvisestä ulappa-alueesta. Natura-alueelle ulottuva lämpövaikutus kohdistuisi kaukopurun tapauksessa (vastaavasti kun rantapurulla) lähinnä muutamaa ulappa-alueella sijaitsevaan luotoon.

## 5 JÄTEVESIEN JA JÄÄHDYTYSVESIEN YHTEISVAIKUTUKSIEN HUOMIOIMINEN

Tässä kappaleessa vastataan Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 5.

*”Selvitys siitä, millä tavalla jätevesien ja jäähdytysvesien yhteisvaikutus on otettu vesistö-, kasvisto- ja kalastovaikutuksia arvioitaessa huomioon.”*

Ydinvoimalaitokselta tulevat ei-radioaktiiviset vedet käsitellään joko laitosalueelle rakennettavassa omassa vedenpuhdistamossa tai johdetaan puhdistettavaksi olemassa olevalle kunnalliselle jäteveden puhdistamolle. Mikäli jätevedet johdetaan olemassa kunnalliselle jäteveden puhdistamolle, tullaan ne kaikilla vaihtoehdoilla sijoituspaikoilla purkamaan useiden kilometrien päähän jäähdytysvesien vaikutusalueesta. Tässä tapauksessa jätevesillä ja jäähdytysvesillä ei teoriassakaan voi olla yhteisvaikutuksia. Tällä perusteella alla esitetyssä tarkastellaan ainoastaan vaihtoehtoa, jossa voimalaitokselle rakennetaan oma jätevedenpuhdistamo.

Ydinvoimalaitoksen oma jätevesikuormitus koostuu erilaisista pesu- ja saniteettivesistä ja on määrältään melko vähäistä. Vaihtelua kuormitusmääriin aiheuttavat lähinnä rakennusvaiheen ja huoltoseisokkien normaalikäyntiä suuremmat työntekijämäärät. Suunnittelumitoituksen mukaiset kuormitukset on esitetty seuraavassa, YVA-selostuksessakin esitetyssä taulukossa (Taulukko 5-1).

**Taulukko 5-1 Ydinvoimalaitokselta tulevien käsiteltyjen jätevesien ravinnekuormitus (kokonaisfosfori eli Kok.P, kokonaistyyppi eli Kok.N), biologinen hapenkulutus (BOD7) ja kiintoainekuormitus suunnittelumitoituksella. (Fennovoima 2008)**

Jätevesijae	Kok.P	Kok.N	Kiintoaine	BOD7
	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
Pesula	0,03	-	-	-
Muut jätevedet	0,12	12,3	-	-
Saniteetti	0,08	5,5	0,8	2,2
YHTEENSÄ	0,23	17,8	0,8	2,2

Kuormituksen suuruutta on seuraavassa havainnollistettu esimerkein muusta hankealueille kohdistuvasta ravinne-, kiintoaine- ja happea kuluttavan kuormituksen määristä (Taulukko 5-2). Lukujen perusteella voidaan todeta, että voimalaitoksen kuormituksen osuus merialueelle kohdistuvasta ravinne- ja muusta kuormituksesta on hyvin vähäinen

eikä tule muuttamaan merialueiden ravinteisuutta, kiintoainepitoisuuksia tai happitilannetta haitallisesti tai edes havaittavasti.

**Taulukko 5-2 Kuormituksen vertailulukuja. Hankealueille kohdistuva jokivesien tuoma kuormitus ja esimerkkejä muusta kuormituksesta (tarkkailu- ja seurantatiedot eri alueilta).**

Kuormittaja	Kok.P	Kok.N	Kiintoaine	BOD7
	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
Kymijoki, länsihaara (2007) <sup>(1)</sup>	329	10 305	78 100	-
Taasianjoki (1996-2000) <sup>(2)</sup>	63	929	-	-
Kalankasvatus (2007) <sup>(3)</sup>	5,5	43,8	-	-
Loviisa, Vårdön puhdistamo (2008) <sup>(4)</sup>	1,0	76	28	20
Pyhäjoki (2007) <sup>(5)</sup>	152	3705	35 500	-
Kemijoki (2007) <sup>(6)</sup>	886	19 254	115 000	-
Stora Enso Veitsiluodon tehtaat <sup>(7)</sup>	24,4	243	3 400	3 300

<sup>1)</sup>Kymijoen Vesi ja Ympäristö ry:n julkaisu 173/2008 (Kymijoki)

<sup>2)</sup>Uudenmaan ympäristökeskus, alueelliset ympäristöjulkaisut 269/2002 (Taasianjoki)

<sup>3)</sup>Kymijoen Vesi ja Ympäristö ry:n julkaisu 174/2008 (kalankasvatus, Pyhtää, 5 laitosta yhteensä)

<sup>4)</sup>VAHTI ympäristötietojärjestelmä, Vårdön asumajätevesipuhdistamon kuormitustarkkailu

<sup>5)</sup>Vesistötarkkailu, Pyhäjoki, Tolpankoski

<sup>6)</sup>Vesistötarkkailu, Kemijoki

<sup>7)</sup>EMAS-ympäristöselonteko 2007, Stora Enso, Veitsiluodon tehtaat

Voimalaitoksen jätevesikuormituksen suhteuttaminen meriveden nykytilan taustapitoisuuksiin osoittaa vastaavasti jätevesien vähäistä vaikutusta meriveden ravinnepitoisuuksiin (Taulukko 5-3). Taulukossa voimalaitoksen jätevesikuormitus on laskennallisesti laimennettu jäädytysveteen. Tällöin kokonaisfosforilisäys meriveden taustapitoisuuteen jäädytysvesikanavassa vaihtelisi 0,07 ja 0,8 % välillä ja kokonaistyyppilisäys vastaavasti 0,4 ja 1,7 % välillä. Koska jäädytysvesi alkaa sekoittua meriveteen heti purkukanavan suulla, pitoisuusnousu jo purkukanavan suun välittömässä läheisyydessä on huomattavasti pienempi ja pitoisuuslisäys vaikutusalueilla näin ilmeisen merkityksetön.

**Taulukko 5-3 Meriveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen taustapitoisuudet hankealueilla verrattuna laitoksen jätevesien ravinnekuormituksen (YVA-selostus) aiheuttamaan pitoisuuslisäykseen jäädytysveden purkukanavassa. Purkukanavan edustalla pitoisuusnousut ovat pienempiä jäädytysveden sekoitussa meriveteen.**

	Vesistöveden ravinnepitoisuudet (tarkkailu- ja seurantatiedot, YVA-selostus)			Jätevesien aiheuttama pitoisuuslisäys jäädytysveteen	
	Pyhäjoki	Ruotsinpyhtää	Simo	Q 61 m <sup>3</sup> /s	Q 85 m <sup>3</sup> /s
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kok.P	5 - 15	19 - 43	5 - 20	0,04	0,03
Kok.N	200 - 350	333 - 678	250 - 450	3,4	2,4

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että voimalaitoksen jätevesikuormituksesta ei aiheudu havaittavia eikä haitallisia rehevyystason muutoksia, vaikutuksia happitalouteen eikä vaikutuksia kasvillisuuteen tai kalatalouteen vaikka otetaan huomioon jäädytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilan nousu purkualueella.

## 6 KÄYTETYT LINNUSTOMENETELMÄT JA SUUNNITELMA TARKEMMASTA LINNUSTOARVIOINNISTA

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 6.

*”Selvitys linnustoselvitysmenetelmistä Hanhikiven ja Karsikkoniemen vaihtoehdoissa ja perustelut nyt rannikolla paikallisesti käytetylle linjalaskentamenetelmälle, jota yleensä sovelletaan lähinnä yleispiirteisen kuvan saamiseksi laajan alueen maalinnustosta. Lisäksi tulee tehdä tarkempi linnustoarviointi kyseisten sijoituspaikkojen ja niiden ympäristön osalta ottaen huomioon voimalinjojen vaikutus lintujen muuttoon sekä uudemmat tiedot kosteikkolinnustosta. Em. tarkempi linnustoarvio tulee, vastaavasti kuin kohdan 1. vesiluontoa koskeva selvitys, toimittaa 31.8.2009 mennessä ja tarvittaessa esittää pidempikestoinen jatkosuunnitelma selvitykselle. Tarkennetuista arvioista seuraavat mahdolliset täsmennykset tai muutokset YVA-selostuksen arvioihin tulee myös raportoida.”*

### 6.1 Käytetyt linnustoselvitysmenetelmät Hanhikiven ja Karsikkoniemen vaihtoehdoissa

Linnustoselvitykset on tehty täydentämällä olemassa olevia aineistoja eri tavoin. Hanhikiven osalta olemassa olevaa aineistoa täydennettiin linjalaskennalla. Karsikkoniemen laskennat suoritettiin kahtena eri päivänä kartoituslaskentana keskittäen havainnointia aiempien tietojen perusteella linnustollisesti arvokkaimpiin alueisiin. Tavanomaisen talousmetsän tyypillisen lajiston laskemiseen ja kartoittamiseen sijaan resurssit kohdistettiin ranta- ja vesialueille sekä erikseen Karsikkojärven alueelle.

### 6.2 Perustelut linjalaskentamenetelmän käyttämiselle Pyhäjoen Hanhikivellä

Vuoden 2008 selvityksissä olemassa olevia havaintotietoja selvitysalueella pesivästä lintulajistosta täydennettiin maastolaskennalla. Laskenta tehtiin 10.6.2008 tehdyn maastokäynnin yhteydessä. Laskenta suoritettiin linjalaskentana (*Koskimies & Väisänen 1988*) klo 05.00–08.30 välisenä aikana ja se keskitettiin erityisesti Hanhikiven sisäosiin, jotta näiden alueiden vallitsevasta maalinnustosta saataisiin kattava yleiskuva. Laskennan tarkoituksena ei ollut tarkkojen parimääräarvioiden tekeminen, eikä se myöskään yhteen laskentakertaan perustuen ole mahdollista. Maastolaskentojen tekemiseen päätettiin, koska monista yrityksistä huolimatta olemassa olevia havaintotietoja alueen linnustosta ei saatu paikallisilta lintutieteellisiltä yhdistyksiltä käytettäväksi työn yhteydessä.

Alkuperäisen työohjelman mukaisesti tarkoituksena oli havainnoida alueen linnustoa siten, että voidaan tunnistaa linnustollisesti huomioitavat kohteet sekä kriittisimmät lajit hankkeen jatkosuunnittelua ajatellen. Pyhäjoella tehtiin näin ollen alkuperäistä työohjelmaa tarkempi selvitys, jonka osana varsinaisen laitospaikan sekä sen läheisten maa-alueiden maalinnustoa selvitettiin valtakunnallisesti käytettävillä laskentamenetelmillä. Samalla saatiin tarkempaa tietoa myös ranta-alueiden linnustosta ja voitiin tunnistaa linnustollisesti keskeisimmät alueet myös kauempana varsinaisesta laitospaikasta.

Linjalaskenta on pesivän maalinnuston selvittämiseen kehitetty menetelmä ja sitä käytettiin, koska haluttiin saada tarkempaa tietoa varsinaisen laitospaikan alueen pesivästä maalinnustosta. Yhdellä laskentakerralla ei saada täysin varmaa kuvaa kaikista alueella

mahdollisesti pesivistä lajeista, mutta kuten raportissa todetaan, laskennat tehtiin, jotta näiden alueiden vallitsevasta maalinnustosta saataisiin kattava yleiskuva. Tätä lähestymistapaa pidettiin YVA-menettelyn tarkoituksen selvitystarkkuudeltaan riittävänä.

### **6.3 Suunnitellut tarkemmat linnustoselvitykset eri sijoituspaikkojen osalta**

Seuraavassa on esitetty suunnitelmat kaudella 2009 tehtävistä selvityksistä sijoituspaikkakohtaisesti.

#### **6.3.1 Hanhikivi, Pyhäjoki**

Jo hankittua ja olemassa olevaa tietoa tarkennetaan keväällä ja pesimäkaudella 2009 maastokartoituksin.

Ranta-alueiden pesimälinnusto selvitetään touko-kesäkuussa keskittyen lahtialueisiin sekä kluuvijärviin. Laskenta tehdään rannoilta. Pesimälinnusto kirjataan parimäärineen ylös. Ranta-alueeksi luetaan selvityksen yhteydessä rannan ruovikko- ja kivikkovyöhyke sekä vesirajan välittömässä läheisyydessä sijaitseva rantapuusto. Tavanomaisia rannassa pesiviä, tyypillisiksi metsälinnuiksi luettavia lajeja ei lasketa parimäärittäin. Huomio kiinnitetään erityisesti harvalukuisempiin tai muutoin huomionarvoisiin pesimälajeihin. Laskenta toistetaan kaksi kertaa kulkiessa ranta-alueet maastossa läpi. Samassa yhteydessä tarkkaillaan pesimäaikaisia lentoja niemen poikki, jotta saadaan ai-neistoa myös voimajohtoon vaikutusarviointia varten.

Muutonaikaisen linnuston lajistoa, muuttoreittejä ja yksilömääriä tarkkaillaan kevät- ja syysmuuton yhteydessä keväällä 16 päivänä ja syksyllä 20 päivänä. Päivät valitaan muuton etenemisen ja ajoittumisen mukaan. Arvokkaimmiksi ja tärkeimmiksi arvioiduilta alueilta (lahtialueet) selvitetään muutolla levähtäjien yksilömääriä sekä lentojen suuntautumista Hanhikiven niemen yli. Kevät- ja syysmuuton yksilömäärät voivat vaihdella hyvin paljon päivittäin ja vuosittain. Tämä huomioidaan vaikutusarvioinnissa saatua havaintotietoa käsiteltäessä.

Muilla kuin ranta-alueilla (maa-alueet) tehdään tarkentava linnustoselvitys, joka keskittyy muuttuville alueille. Näiden alueiden pesimälajisto selvitetään keskittyen uhanalaisiin ja muihin huomionarvoisiin lajeihin. Tässä huomioidaan linnuston kannalta arvokkaimmat alueet ja keskitytään niiden lajiston dokumentointiin. Alueita luonnehditaan niiden pesimälajien perusteella merkittävälle kartalle aluekokonaisuuksien tyyppilajeja sekä tarpeen mukaan muita huomionarvoisia lajeja tarkemmin, havainnon sijoittumisen mukaan.

Voimajohtoalueen osalta kartoitetaan lintujen liikkumista voimajohtoalueen poikki. Lentoja tarkkaillaan kolmena eri soveltuvana päivänä kesäkuussa, jolloin voidaan karkeasti arvioida eri lajien ruokailu- ja muiden vastaavien lentojen määrää voimajohtoalueen poikki. Tarkkailu suoritetaan kahdesta tarkkailupisteestä päivässä, kustakin neljä tuntia kerrallaan. Tulkinnoissa ja tarkkailupäivien sijoittamisessa huomioidaan, että perusteena olevien lajien lentojen intensiivisyys vaihtuu pesinnän etenemisen mukaan.

### 6.3.2 Karsikko, Simo

Jo hankittua ja olemassa olevaa tietoa tarkennetaan keväällä ja pesimäkaudella 2009 maastokartoituksin.

Karsikon niemi on metsäisiltä osiltaan tavanomaista eikä metsälajiston selvittäminen laajemmin ole tarpeellista. Ranta-alueiden pesimälinnusto selvitetään rannoilta käsin touko-kesäkuussa. Pesimälinnusto parimäärineen kirjataan ylös. Ranta-alueeksi lasketaan rannan ruovikko- ja kivikkovyöhyke sekä vesirajan välittömässä läheisyydessä sijaitseva rantapuusto. Tavanomaisia rannassa pesiviä metsälinnuiksi luettavia lajeja ei lasketa parimäärittäin. Huomio kiinnitetään erityisesti harvalukuisempiin tai muutoin huomionarvoisiin pesimälajeihin. Laskenta toistetaan kaksi kertaa kulkien ranta-alue maastossa läpi. Karsikkojärven pesimälinnusto selvitetään erikseen kesäkuussa 2009 kartoituslaskentamenetelmää soveltaen. Laskenta toistetaan kolmeen kertaan (kolmena eri päivänä).

Muutonaikaista levähtävää linnustoa tarkkaillaan kevätmuuton aikana huhtitoukokuussa viitenä päivänä, jotka valitaan muuton etenemisen ja ajoittumisen mukaan. Samanaikaisesti tarkkaillaan muuttolintujen lentoreittejä. Karsikon alue ei sijoitu keskeiselle muutonaikaiselle reitille.

### 6.4 Selvitysten aikataulu

Linnustoselvitysten tulokset ja mahdolliset tarkennukset YVA-selostuksen arvioihin raportoidaan lokakuun 2009 loppuun mennessä.

## 7 SUUNNITELMA KALOJEN LISÄÄNTYMISALUEITA KOSKEVIEN TIETOJEN TÄSMENTÄMISESTÄ

Tässä kappaleessa esitetään suunnitelma ja aikataulu kalojen lisääntymisalueita koskevien tietojen täsmentämiseksi. Tällä vastataan lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 7.

*”Selostus ja suunnitelma siitä, millä tavalla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen lausunnossa esitetyt puutteet taustatiedoissa erityisesti kalojen lisääntymistä ja luotettavia lisääntymisaluehavaintoja koskien aiotaan täydentää. Tämän lisäksi tulee toimittaa 31.8.2009 mennessä tarkennusselvitys, jossa esitetään tärkeimpien kalalajien lisääntymisaluekartoitusta hankkeen vaikutusalueilla siten, että kartoituksen tukena on myös paikallisia kenttähavaintoja. Tarvittaessa tulee esittää pidempikestoinen jatkosuunnitelma kenttähavaintoja sisältävälle selvitysosuudelle. Kartoituksesta seuraavat mahdolliset täsmennykset tai muutokset YVA-selostuksen arvioihin kalastovaikutuksista tulee myös raportoida.”*

Kalastoa koskevia tietoja täydennetään lisääntymisaluekartoitusten avulla vuonna 2009. Lisääntymisalueiden selvittämisessä käytetään samoja menetelmiä kuin meneillään olevassa vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmassa (VELMU-ohjelma).

Hankkeen vaikutusten vertailtavuuden kannalta on tärkeää, että saadaan selvitettyä kuualueiden merkittävyys paikallisesti suhteutettuna laajempaan alueeseen. Tässä asiassa

turvaudutaan ammattikalastajien ja muiden asiantuntijoiden lausuntoihin, sillä VELMU-ohjelman aineistoa ei kyseisiltä alueilta toistaiseksi ole.

Tärkeimpiä selvitettäviä kalalajeja ovat ahven, siika, muikku, silakka, made ja meriharjus. Työssä käytettäviä menetelmiä ovat:

1. ammattikalastajahaastattelu (muikku, siika, silakka, made, meriharjus) ja alueiden merkittävyys
2. valkolevyseuranta (made, hauki, särki)
3. poikasnuottaus (siika, kevään ja alkukesän rantavyöhykkeen pienet kalat, fladojen ja kluuvien eli maankohoamisen seurauksena merestä osittain tai kokonaan irronneiden vesialueiden kartoitus Pyhäjoella)
4. gulf-olympia (silakka, kuore, kuha, ahven, tokot, ym.)
5. habitaattikartoitus (meriharjus, Pyhäjoki)

## 7.1 Ammattikalastajahaastattelut

Ammattikalastajahaastattelut tehdään henkilökohtaisesti vaikutusalueiden 1-ryhmän ammattikalastajille. Ammattikalastajat jaetaan kolmeen ryhmään. Ammattikalastajarekisterin 1-ryhmän ammattikalastajaksi luetaan nykyisin kalastaja, jonka kalastustulo on valtionverotuksessa yli 30 prosenttia kokonaistuloista. 1-ryhmän ammattikalastaja on oikeutettu käyttämään ammattimaisia pyydyksiä merellä yleisvedessä ja velvoitettu ilmoittamaan saaliinsa. Myös 2-ryhmän ammattikalastajilla (kalastustulo 15 - 30 prosenttia kokonaistuloista) on oikeus käyttää ammattimaisia pyydyksiä sekä saaliin ilmoitusvelvollisuus, mutta he eivät ole oikeutettuja kalastukselle myönnettäviin tukiin. Satunnaisesti myyntiin kalastavalla eli 3-ryhmän ammattikalastajalla kalastustulon osuus on alle 15 prosenttia.

Lisäksi tehdään vaikutusalueen ympärillä kalastaville 1-, 2- ja 3-ryhmän ammattikalastajille tehdään postitse lähetettävä kirjallinen kalastuskysely, jolla pyritään selvittämään alueen yleistä kalataloudellista merkitystä laajemmalti. Ammattikalastajien yhteystiedot hankitaan MMM:n ammattikalastusrekisteristä. Kysely toteutetaan kahden yhteydenotokerran kyselynä. Ammattikalastajien haastattelun tuloksia verrataan postitse lähetettävän kirjallisen kalastuskyselyn antamiin tuloksiin, jolloin vaikutusalueen merkitystä koko alueen kalastukselle voidaan arvioida.

## 7.2 Kenttätutkimukset

Kenttätutkimukset tehdään ensimmäisessä kappaleessa (Kuva 1-1, Kuva 1-2, Kuva 1-3) esitetyllä vesistö- ja kalastovaikutustentarkastelualueella.

### 7.2.1 Valkolevy -menetelmä

Valkolevyä on käytetty hauen, mateen ja särjen poikasalueiden paikallistamiseen Saaris-tomerellä, Tammisaaren ja Tvärminnen vesialueilla sekä muualla Suomenlahdella muun muassa Helsingissä ja Espoossa (*Lappalainen ym. 2005, Joensuu & Haikonen 2008*). Menetelmällä voidaan kartoittaa edellä mainittujen lajien lisääntymisalueita ja lisääntymisen onnistumista. Valkolevyä käytetään helpottamaan pienten poikasten havainnointia ja etsintää matalassa vedessä.

Poikasia havainnoidaan kahlaamalla ruovikkorantojen matalissa osissa ja käyttämällä valkoista kauhaa ja levyä. Valkoista levyä liikutetaan hitaasti veden alla vaakatasossa, jolloin vedessä levyn päällä uivat kalanpoikaset on helppo nähdä vaaleaa taustaa vasten. Mikäli ruovikko on liian tiheää valkolevyn käyttämiseen, tarkasteluun käytetään kauhaa, johon otetaan vettä sattumanvaraisesti noin metrin välein.

Kalanpoikasten esiintymistä arvioidaan asteikolla esiintyy – ei esiinny. Lisäksi arvioidaan myös poikasmääriä, mikäli poikasia esiintyy. Osa poikasista säilötään lajimäärityksen varmistamiseksi. Kenttäkäyntien yhteydessä arvioidaan lisäksi koealojen soveltuvuutta haukien kutupaikoiksi ruovikon rakenteen perusteella.

Potentiaaliset valkolevymenetelmälle soveltuvat paikat selvitetään ennen kenttäkäyntiä kalastajahaastatteluin sekä tutustumalla alueen satelliitti- ja ilmakuviin. Ennen ensimmäistä varsinaista valkolevytutkimuskertaa tehdään kullekin alueelle maastokäynti. Maastokäynnille mukaan pyritään saamaan aluetta hyvin tunteva taho, esimerkiksi alueen ammattikalastaja. Maastokäynnillä tutustutaan alueeseen paikan päällä tarkemmin ja samalla tarkennetaan tutkimuspaikkojen sijoittelu. Maastokäyntien yhteydessä selvitetään myös potentiaaliset siianpoikasnuottauspaikat.

Valkolevyselvitys tehdään kullakin selvitysalueella kolmeen eri otteeseen, jotta katetaan mahdollisimman hyvin eri ajankohtina keväällä kuoriutuvien kalalajien (made, hauki, särki) vastakuoriutuneet poikaset.

## 7.2.2 Siian- ja muikun poikasnuottaus

Syyskutuisen karisiian poikaset kuoriutuvat keväällä pian jäiden lähdön jälkeen. Vastakuoriutuneet poikaset viettävät elämänsä ensimmäiset viikot matalilla hiekka- ja sorarannoilla (*Jokikokko 1997*), jolloin niitä voi pyytää poikasnuottaa vetämällä. Siianpoikasnuottausta on käytetty siikakantojen arviointiin yli 20 vuoden ajan muun muassa Kalajoen hiekkarannoilla.

Nuotalla saarretaan poikasia siten, että ne joutuvat nuottaa vedettäessä sen peräpussiin. Nuotta on pidettävä koko ajan liikkeessä, jotteivät poikaset uisi silmien läpi tai karkaisi kiertämällä. Nuotta vedetään rantaan.

Saadut kalanpoikaset määritetään lajilleen ja erotellaan 0-vuotiaisiin poikasiin (vastakuoriutunut) sekä yli 0-vuotiaisiin poikasiin (ainakin yhden vuoden vanha). Poikaset mitataan millimetrin tarkkuudella ja 0-vuotiaisista poikasista määritetään keskipituus ja pituuden keskijajonta. Poikasten mahdollisia eväaurioita tarkastellaan lajimäärityksen yhteydessä.

Siianpoikasnuottaus tehdään pian jäiden lähdön jälkeen. Nuottaus tehdään kaikkiaan kolmeen eri otteeseen kullakin selvitysalueella noin kahden viikon välein. Kultakin selvitysalueelta valitaan 8–10 nuottaukseen soveltuvaa aluetta, jotka tarkennetaan maastokäynnin yhteydessä. Ensimmäisellä nuottauskerralla joudutaan hakemaan jonkin verran enemmän nuottauspaikkoja, kun saadaan tietoa merenpohjan laadusta ”nuottatuntumalla”.

### 7.2.3 Gulf-Olympia

Gulf-olympia -pyydystä käytetään kullakin selvitysalueella heinäkuussa, kun muun muassa silakan, kuhan ja ahvenen poikaset ovat kuoriutuneet. Pyydystä vedetään 20 eri linjalla 300–500 metrin pituisia yhtämittaisia vetoja kullakin selvitysalueella. Vedettävät linjat selvitetään alustavasti ensimmäisen maastokäynnin jälkeen. Varsinaiset vetolinjat selviävät vasta ensimmäisellä pyyntikerralla. Pyydykseen ajautunut saalis säilötään myöhempää lajimääritystä varten.

### 7.2.4 Fladojen ja kluuvien kartoitus Pyhäjoella

Pyhäjoen Hanhikiven niemen alueella fladoja ja kluuveja (eli merestä maankohoamisen seurauksena osittain tai kokonaan irrallisia vesialueita) esiintyy niemen länsirannalla viisi kappaletta muun muassa Siikalahden ja Lipinlahden perukoilla. Hanhikiven Takarannan läheisyydessä sijaitsee Rovastinperukan kluuvi ja lähempänä sisämaata Liisanlammen ja Hietakarilahden kluuvit. Lisäksi Hanhikiven niemen länsipuolella on pienempiä kluuveja. Rovastinperukka ja Hietakarilahti määritetään kluuvifladoiksi, joilla on yhteys mereen ainoastaan korkeanveden aikaan. Liisanlampi määritetään kluuviksi, jolloin yhteys mereen on katkennut kokonaan.

Yleisiä fladoihin kudulle nousevia kalalajeja ovat muun muassa särkikalat, hauki ja ahven. Alueiden merkitystä kutualueina kartoitetaan valkolevymenetelmällä ja nuottauksin.

Mereen yhteydessä olevien fladojen alueella kartoitetaan hauen poikastuotantoa valkolevymenetelmällä (katso 7.2.1) valkolevytarkkailun yhteydessä. Lisäksi fladoihin ja kluuvifladoihin sijoitetaan poikasnuottauspaikkoja, joilla nuotataan kahtena ajankohtana heinä- elokuussa. Poikasnuottaussaalis määritetään kalalajeittain ja erotellaan vasta kuoriutuneisiin (0+) ja vanhempiin poikasiin. Kaikki saadut kalat mitataan.

Saatujen tulosten perusteella arvioidaan fladojen merkitystä kevätkutuisten kalalajien lisääntymis- ja poikasalueina.

### 7.2.5 Meriharjuksen elinympäristökartoitus Pyhäjoella

Meriharjuksen lisääntymisalueita tarkastellaan Pyhäjoen sijaintipaikkavaihtoehdon osalta, sillä sen potentiaalisia kutualueita ei esiinny muiden sijaintipaikkavaihtoehtojen lähi-alueilla.

Meriharjus kutee jäidenlähden jälkeen, kun veden lämpötila ylittää 5 °C. Kutupaikka on tyypillisesti kasvillisuudesta vapaata kivi tai sorapohjaa (*Hurme 1966, Hudd ym. 2006*). Vesisyvyys kutualueilla on enintään metri, mutta yleensä kutu tapahtuu vielä selvästi matalammassa.

Ennen varsinaista meriharjuksen habitaattikartoitusta haastatellaan ammattikalastajia sekä muita asiantuntijoita, joilla on tietoa meriharjuksen esiintymisestä alueella. Harjuksen habitaattikartoitus tehdään veneellä liikkumalla ja kartoittamalla potentiaaliset harjushabitaatit pohjan materiaalin, raekoon sekä paikan avoimuuden suhteen. Potentiaaliset paikat sijoitetaan karttoihin, jotka esitetään raportoinnin yhteydessä.



### 7.3 Aikataulu

Selvitysten tulokset sekä mahdolliset täsmennykset tai muutokset YVA-selostuksen arvioihin kalastovaikutuksista raportoidaan lokakuun 2009 loppuun mennessä.

## 8 HANHIKIVEN ALUEEN ASEMA LUONNON MONIMUOTOISUUDEN KANNALTA ERITYISEN TÄRKEÄNÄ ALUEENA

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 8. Hanhikiven niemen asemasta luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä alueena.

*”Tarkempi selvitys Hanhikiven alueen asemasta Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan mukaisena luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeänä alueena. Selvityksessä tulee huomioida alueen merkitys Perämeren maankohoamisrannikon luonnolle.”*

Hanhikiven niemen merkityksestä maankohoamisrannikon sukkessiometsäsarjojen edustajana on laadittu muun muassa maakuntakaavoitusta varten erillinen selvitys (*Pöyry 2009*). Sukkessiometsillä tarkoitetaan tässä maankohoamisen vaikutuksesta syntyneitä luontotyyppejä, jossa eliölajisto muuttuu rannalta sisämaahan siirryttäessä. Hanhikiven niemi on maakunnan tasolla kymmenen merkittävimmän kyseistä luontotyyppiä laajemmin edustavan kohteen joukossa.

Hanhikiven niemen alueella on merkitystä myös merenrantaniittyjen ja -lehtojen suoje-lukohteenä, mistä osoituksena ovat pohjoisrannan laaja merenrantaniittyalue sekä niemen kärjen useat rantaluonnon suojelemiseksi perustetut suojelualueet. Lisäksi alueella on kluuvijärviä ja fladoja, jotka monipuolistavat rantaluontoa. Hanhikiven niemen eteläpuolella sijaitsee Parhalahden Natura-alue, joka koostuu kahdesta osasta. Hanhikiven niemen kalliopohjainen ja osin moreenipeitteinen niemi on luokiteltu luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaaksi kallioalueeksi.

Hanhikiven niemi muodostaa yhtenäisen luonnonympäristön kokonaisuuden, jossa on edustettuna monimuotoisesti erilaisia luonnonympäristöjä keskittyen erityisesti ranta-alueisiin ja rantametsiin sekä kuroutuneisiin kluuvijärviin. Alueen merkittävimmät arvot liittyvät merenrantaluontoon sekä sukkessiometsien kehityssarjoihin ja alueen geologi-seen arvoon. Hanhikiven niemen keskiosat ovat osittain käsiteltyä metsätalousmaata, jolla ei ole itsessään erityisiä merkittäviä luonnonarvoja. Monimuotoisuuden kannalta koko niemen alueen arvo liittyy sen yhtenäisyyteen, jossa niemen keskiosat yhdistävät rantojen, fladojen ja rantametsien muodostamaa kokonaisuutta.

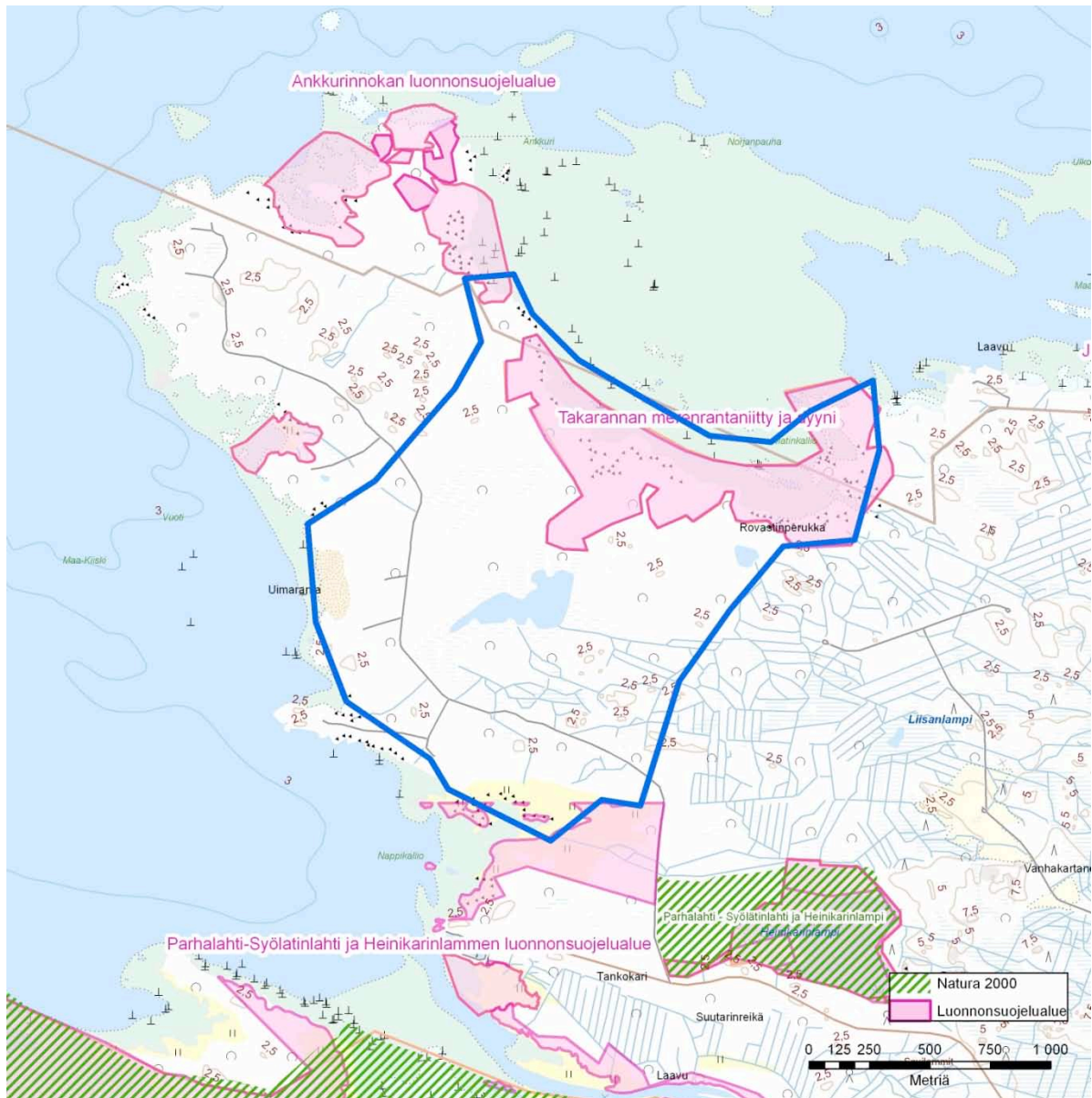
Maakuntatasolla yhtenäisiä monimuotoisuusalueita esiintyy erityisesti Natura 2000 -verkoston alueilla, kuten Raahan saaristossa, Hailuodossa, Rahjan saaristossa ja Kalajoen suistossa. Vastaavankaltaisia merenrantabiotooppien ja rantametsien muodostamia kokonaisuuksia esiintyy lisäksi Iin ja Kuivaniemen alueilla.

Hanhikiven niemi kuuluu luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeisiin alueisiin maakuntatasolla. Tämä perustuu primäärisukkessiometsien esiintymiseen sekä edustaviin rantabiotooppeihin (jotka on suojeltu luonnonsuojelualueina tai luontotyyppirajauksina). Alueen erityispiirteenä on sen muodostama, jokseenkin yhtenäinen luonnonympäristön kokonaisuus, joka kattaa pääosan koko niemestä. Keskeistä alueen monimuotoisuuden

ylläpitämisessä on säilyttää arvokkaiden osa-alueiden yhteys toisiinsa siten, että arvokkaat ympäristöt ja niitä yhdistävät yhteydet muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden.

YVA-selostuksessa hankealueena tarkasteltiin säteeltään noin kilometrin laajuista aluetta voimalaitosyksiköistä. Hanhikiven niemen alueella ydinvoimalaitosyksikkö sijoittuu niemen kärjen tuntumaan. Laitosalue ei sijoitu ranta-alueelle. Nykyisin osa laitosalueesta on vanhaa hakkuuaukeata, joka ei edusta uhanalaisia luontotyyppisiä tai sukkessiometsiä. Niemen kärjen alueella sukkessiometsien sarjoja edustavat alueet jäisivät osittain laitosalueen rakennettaville osille, mutta merkittävä osa luontotyyppistä voidaan säilyttää rakentamisen ulkopuolella. Ranta-alueille rakennetaan vedenotto ja -purkurakenteet sekä rakentamisen aikainen satamalaituri. Kyseisten rakenteiden alueella rantaluontotyyppisiä ei voida säilyttää.

Edustavimpia osia ja yhtenäisiä kokonaisuuksia sukkessiometsien kehityssarjoista esiintyy Takarannan ja Nappikallion välisellä alueella, joka käsittää myös Hietakarinalahden (Kuva 8-1). Kyseisen alueen itäpuoleiset osat niemestä ovat metsätalousvaltaista ympäristöä, jota on myös ojitettu voimakkaasti. Tälle edustavimmalle osalle sijoittuu voimajohtoalue sekä parannettava tieyhteys. Muutoin alueeseen ei kohdistu merkittävää luontotyyppisiä muuttavaa rakennustoimintaa. Hankkeen toteuttaminen pirstoo hanhikiven kokonaisuutta, mutta merkittävä osa edustavaa luonnonympäristöä voidaan säilyttää luonnontilaisena.



**Kuva 8-1. Edustavimmat sukessiometsien kehityssarjojen alueet. Alue on rajattu karttaan sinisellä. Varsinainen laitosalue sijoittuu rajauksen luoteispuolelle.**

Hankkeen vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen voidaan lieventää erilaisin keinoin, jotka tarkentuvat hankesuunnittelun etenemisen ja maastaselvitysten myötä. Merenrantaniittyjen elinvoimaisuutta voidaan ylläpitää niittämällä ruovikko- ja pensaikkoalueita ja/tai laiduntamalla rantaniittyjä. Hankkeen kokonaisvaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen voidaan edelleen lieventää pyrkimällä sijoittamaan niin sanotut tukitoiminnot (asuinalueet ym.) edustavien luonnonympäristöjen ulkopuolelle Hanhikiven niemen itäosaan, jossa ympäristö on metsätalouden muuttamaa. Voimajohtojen ja tieyhteyden linjausta tarkistetaan lisäselvitysten valmistuttua siten, että haitalliset vaikutukset voidaan minimoida. Voimajohtojen osalta vaikutusten merkittävyyteen vaikuttaa johtorakenteet (johtoalueen leveys, pylväiden korkeus jne.). Sijoittamalla tieyhteys ja voimajohtot samaan käytävään, voidaan mahdollisesti vähentää alueen pirstoutumista.

## 9 LUETTELOINTI UHANALAISISTA LAJEISTA JA LUONTOTYYPEISTÄ HANHIKIVEN JA KARSIKON VAIKUTUSALUEILLA, NÄIDEN SUOJELUSTA HANKKEESSA SEKÄ SUUNNITELMA TÄSMENTÄVISTÄ MAASTOKARTOITUKSISTA

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnossa pyydetään selostusta Hanhikiven niemen ja Karsikkoniemen vaikutusalueella esiintyvistä uhanalaisista luontotyypeistä ja lajeista sekä selvitystä siitä, miten näitä hankkeessa suojellaan. Lisäksi pyydetään esittämään työsuunnitelma maastohavaintojen suorittamiseksi. Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 9.

*”Yhtenäinen ja kattava luettelointi ja selostus siitä, mitä uhanalaisia luontotyyppejä, kasveja ja eläimiä esiintyy Hanhikiven ja Karsikkoniemen laitospaikkavaihtoehtojen vaikutusalueilla sekä tarkempi esitys siitä, miten uhanalaisia kohteita hankkeessa suojellaan. Eräänä yksityiskohtana TEM pyytää ottamaan selvityksessä huomioon Karsikkoniemellä ruoppausten ja pengertien rankentamisen mahdolliset vaikutukset rantojen uhanalaisiin lajeihin. Siltä osin kuin selvitys vaatii havaintoja 9.4.2009 jälkeisenä aikana, pyydetään selostamaan työsuunnitelma ja raportoimaan varsinaiset tulokset 31.8.2009 mennessä.”*

### 9.1 Lajisto ja luontotyypit

Seuraavissa kappaleissa on esitetty tiedot sijaintipaikkojen lajeista ja luontotyypeistä. Uhanalaisuusluokittelu perustuu kansainvälisen luonnonsuojeluliiton (International Union for Conservation of Nature eli IUCN) luokitteluun:

- CR Äärimmäisen uhanalainen
- EN Erittäin uhanalainen
- VU Vaarantunut
- NT Silmälläpidettävä
- RT Valtakunnallisesti elinvoimainen, alueellisesti uhanalainen
- LC Elinvoimainen

### 9.2 Pyhäjoen Hanhikiven niemi

Seuraavassa on esitetty Pyhäjoen Hanhikiven niemen alueen uhanalaiset kasvilajit, kasvilajien kasvupaikat sekä uhanalaiset luontotyypit perustuen kesällä 2008 tehtyihin maastokartoituksiin. Lajiesiintymien tiedot on saatu Suomen ympäristökeskuksen uhanalaisrekisteristä.

#### 9.2.1 Uhanalaiset lajit

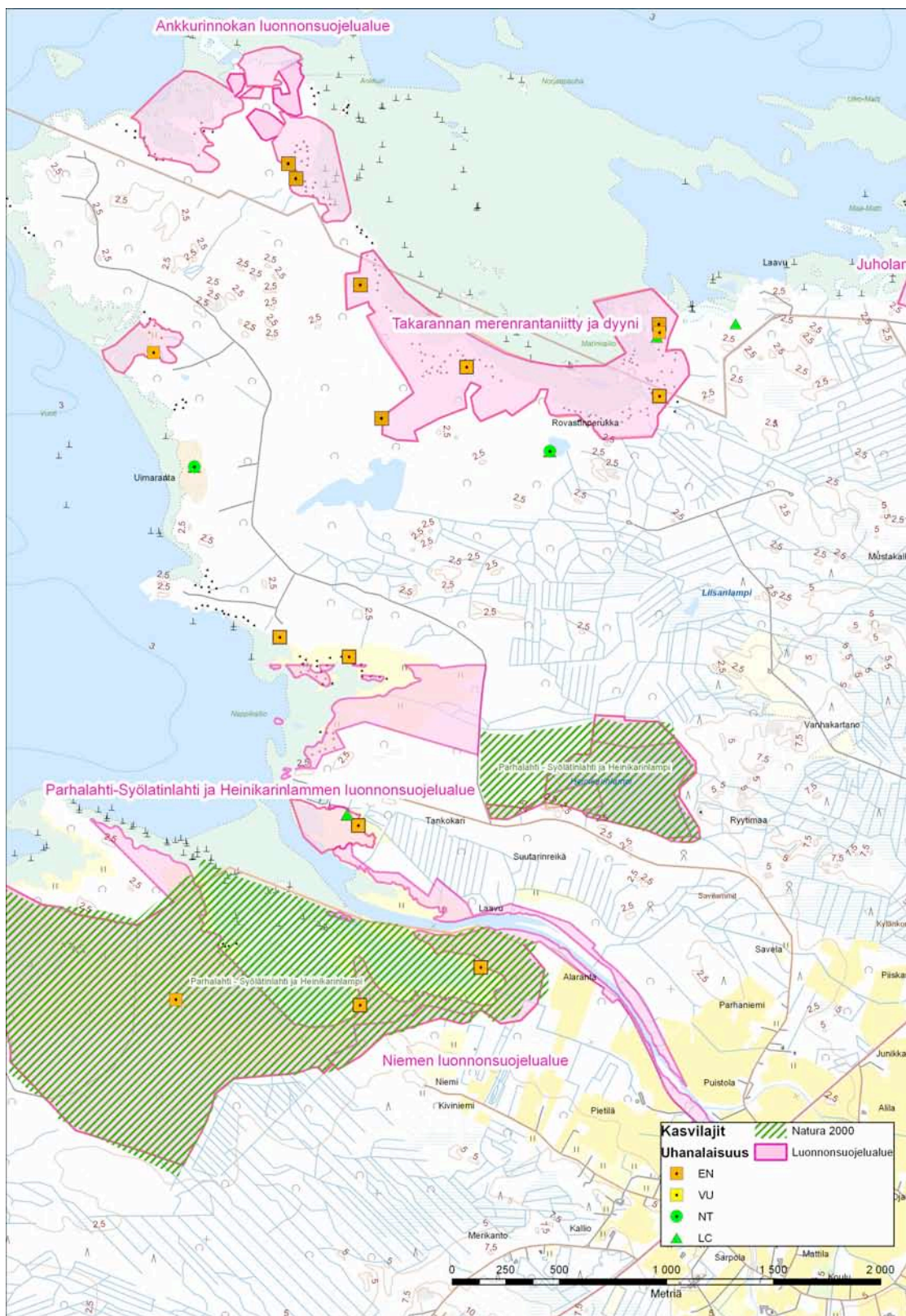
Seuraavassa on esitetty olemassa oleva tieto uhanalaisista lajeista. Samat tiedot on esitetty YVA-selostuksessa tai erillisessä luontoraportissa. Tietoja on tarkennettu esittämällä esiintymien/kasvupaikkojen määrä hankealueella tai sen läheisyydessä sekä esittämällä kasvupaikat lajeittain kartalla. Lisäksi uhanalaistiedot tarkistettiin uudestaan Suomen ympäristökeskuksesta vuonna 2009.

Hanhikiven niemen alueella esiintyy kolme uhanalaiseksi luokiteltua kasvilajia sekä yksi silmälläpidettävä kasvilaji. Perämerenmarunan esiintymästä ei ole tarkkaa tietoa, sillä

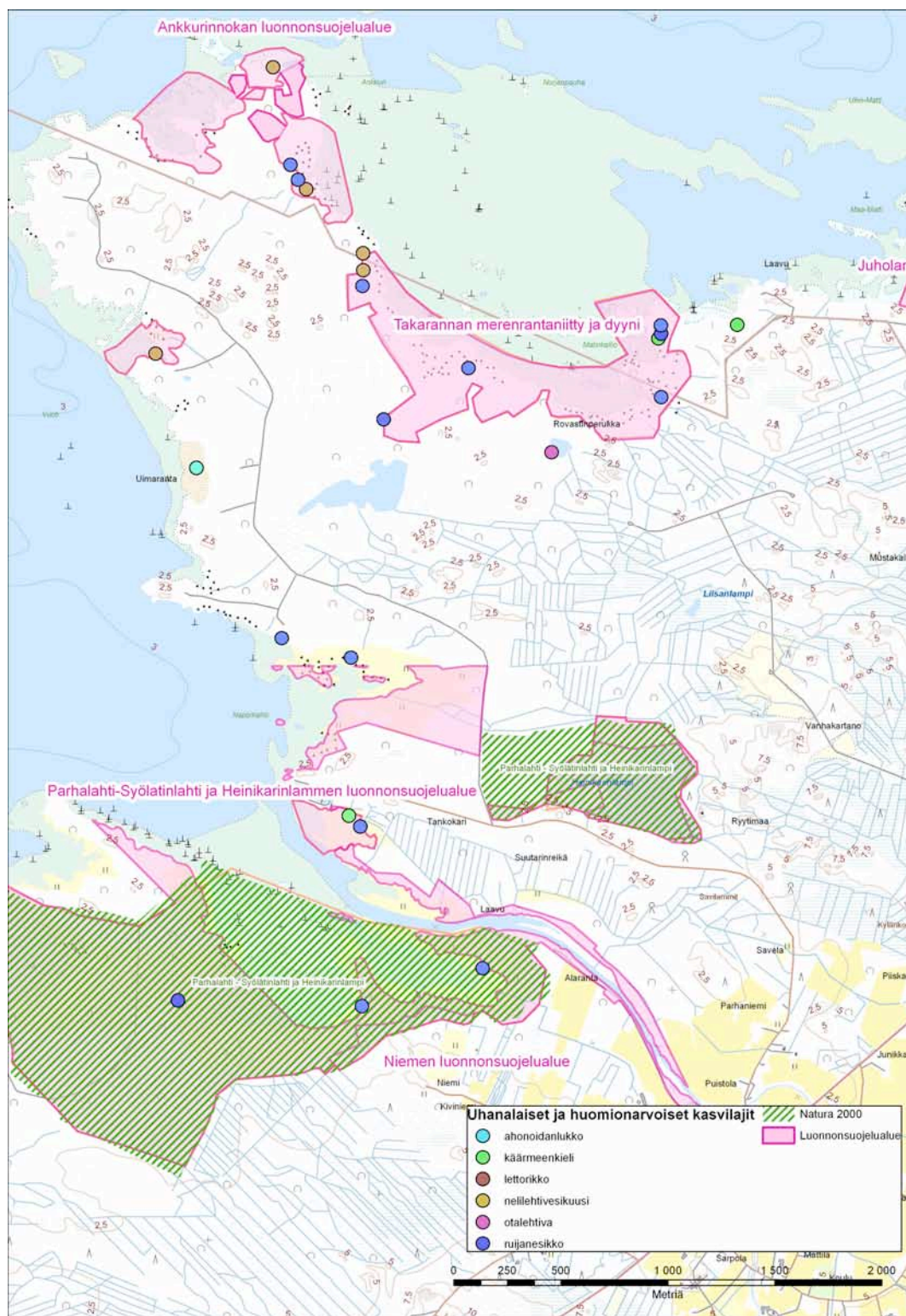
esiintymätieto on vanha. Ruijanesikolla on runsaimmin esiintymiä ja kaikkiaan laji on keskittynyt Takarannan merenrantaniitylle ja toisaalta Parhalahden alueelle. Uhanalaiset lajit ja niiden esiintymien määrä Hanhikiven niemellä on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 9-1). Lajien esiintymät on esitetty uhanalaisuusluokittain kuvassa (Kuva 9-1). Kuvassa (Kuva 9-2) on esitetty kasvupaikat lajeittain.

**Taulukko 9-1. Hanhikiven niemen alueella havaitut uhanalaiset putkilokasvilajit (valtak. = valtakunnallinen uhanalaisuus; alueel. = alueellinen uhanalaisuus).**

tieteellinen nimi	suomeksi	valtak.	alueel.	Kasvupaikkojen lkm Hanhikiven niemellä
<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>bottnica</i>	perämerenmaruna	CR	RE	(1) epävarma tieto
<i>Botrychium multifidum</i>	ahonoidanlukko	NT	RT	1
<i>Hippuris tetraphylla</i>	nelilehtivesikuusi	EN		5
<i>Potamogeton friesii</i>	otalehtivita	NT		1
<i>Primula nutans</i> var. <i>jokelae</i>	ruijanesikko	EN		11



Kuva 9-1. Uhanalaisten kasvien esiintymät Hanhikiven niemen alueella uhanalaisuusluokittain.



Kuva 9-2. Hanhikiven niemen uhanalaisten kasvilajien kasvupaikat lajeittain.

## 9.2.2

### Uhanalaiset luontotyypit

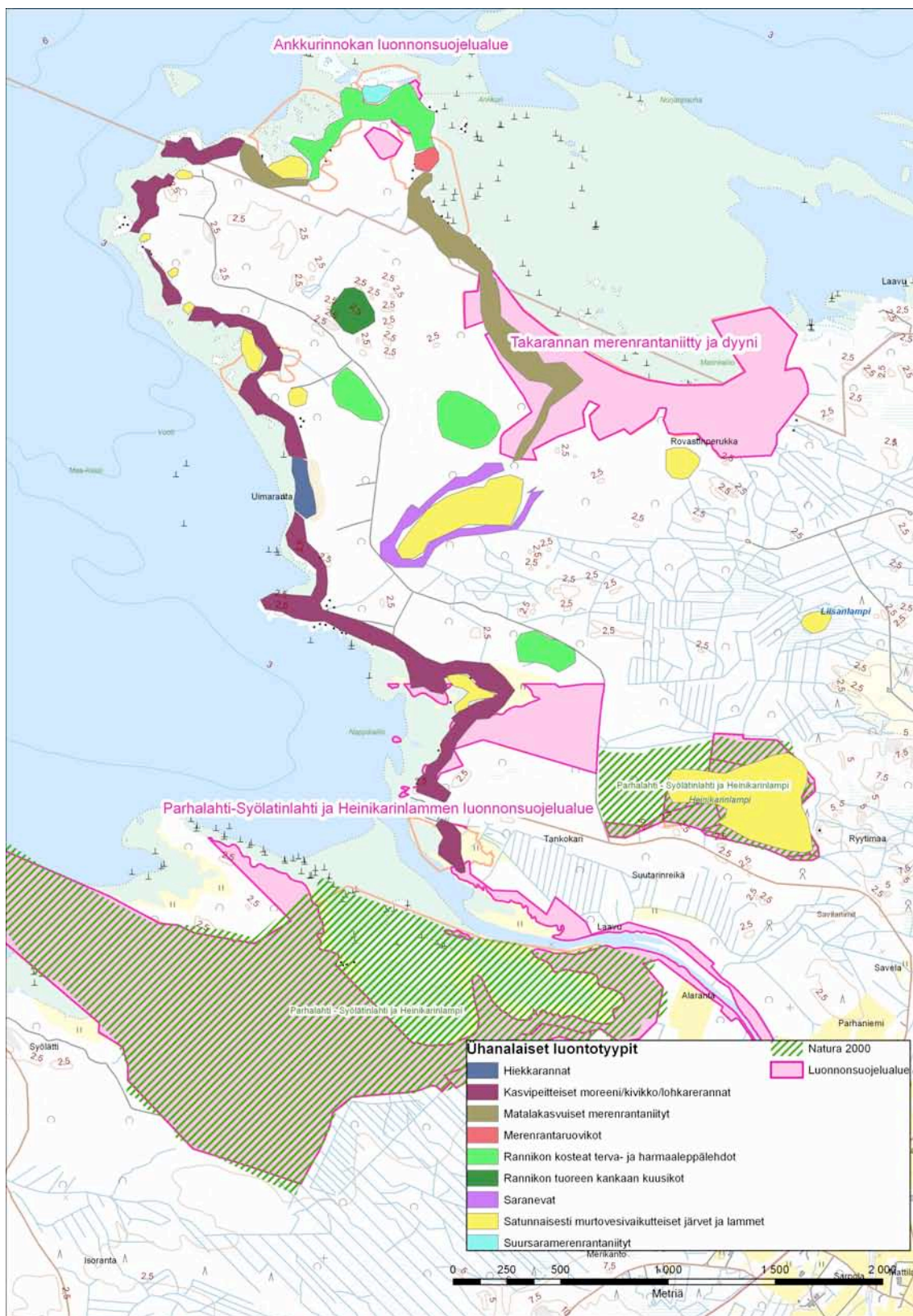
Hanhikiven niemen alueen uhanalaiset luontotyypit ja niiden esiintyminen perustuvat kesän 2008 inventointeihin ja rajauksia voidaan pitää suuntaa-antavina, koska ne on tehty maastomuistiinpanoihin sekä valokuviiin perustuen. Seuraavassa taulukossa on esitet-

ty Hanhikiven niemen alueen uhanalaiset luontotyypit (Taulukko 9-2). Kuvassa (Kuva 9-3) on esitetty luontotyyppien sijoittuminen alustavasti. Sukkessimetsien sarjat - luontotyyppiä ei ole kartalla erikseen esitetty, sillä kyseinen luontotyyppi kattaa pääosan niemestä. Tarkempi rajausta tehdään kesän 2009 maastoinventointien yhteydessä

**Taulukko 9-2. Hanhikiven niemen alueen uhanalaiset luontotyypit.**

Luontotyyppi-ryhmä	Luontotyyppien pääryhmät	Luontotyyppi	Uhanalaisuus koko maassa	Kohde selvitysalueella
<b>Itämeri ja rannikko</b>	<b>itämeren kivikkorannat</b>			
		Itämeren kasvipeitteiset moreeni-, kivikko- ja lohkarerannat	NT	Niemen rannikkoalueet kauttaaltaan.
	<b>Itämeren hiekkarannat ja dyynit</b>			
		Itämeren hiekkarannat	EN	Hietalahti (uimaranta).
		Harmaat dyynit	VU	Takarannan itäpää.
	<b>Merenrantojen ilmaversoiskasvustot</b>			
		Merenrantaruovikot	LC	Hietakarinalahden reunamat. Paikoitellen myös muualla.
	<b>Rannikon metsien kehityssarjat</b>			
		Merenrantapajukot	LC	Paikoitellen koko niemen alueella.
		Merenrannan leppävyöt ja -pensaikot	LC	Reunustavat merenrantaniittyjä.
		Rannikon kosteat terva- ja harmaaleppälehdot	NT	Paikoitellen niemen keskiosia kohti mentäessä maankohoamisrannikon sukcession johdosta. Mesiangervotyyppin lepikkoa (FIT).
		Rannikon tuoreet terva- ja harmaaleppälehdot	NT	Seuraavat suknessiossa mesiangervotyyppin lepikoita. Puna-ailakki-tesmatyyppin lehtoa (SiIMIT).
		Rannikon tuoreet koivu- ja tuomilehdot	NT	Niemen keskiosissa. Paljon lahopuuta.
		Rannikon kuivat koivu- ja tuomilehdot	NT	Niemen keskiosissa, lähellä Hietakarinalahtea. Isoja haapoja.
		Rannikon tuoreen kankaan kuusikot	EN	Niemen keskiosat. Tiheää kasvatuskuusikkoa.
		Rannikon kuivan kankaan kuusikot	EN	Niemen keskiosat. Pienialaisia.
		Rannikon kuivan kankaan männiköt	CR	Niemen keskiosat.
	<b>Rannikon murtovesivaikutteiset vedet</b>			
		Fladat	VU	Siikalahden ja Lipinlahden perukka. Hanhikiven luoteisniityn poukama.
		Kluuvit	EN	Hietakarinalahti. Heinikarinalampi. Rovastinperukka. Liisanlampi. Myös pienempiä kluuveja Hanhikiven niemen länsipuolella.
	<b>Rannikon luontotyyppiyhdistelmät</b>			
		Maankohoamisrannikon metsien kehityssarjat	CR	Lähes koko Hanhikiven niemi.
<b>Perinnebiotoopit</b>	<b>Merenrantaniityt</b>		<b>CR</b>	
		Luikka- ja kaislamerenrantaniityt	DD	Niemen itä- ja pohjoisosat paikoitellen. Takaranta. Siikalahti. Hietakarinalahti.
		Matalakasvuiset vihvilä-, heinä- ja saramerenrantaniityt	CR	Hanhikiven niemen itä- ja pohjoisosan laajemmat merenrantaniityt. Takaranta. Siikalahti. Hanhikiven luoteisniitty. Hanhikiven itäniitty. Hanhikiven pohjoisniitty. Hietakarinalahti.
		Suursaramerenrantaniityt	CR	Ankkurinokka.
		Suolamaalaukut	CR	Takaranta.
<b>Kalliot ja kivikot</b>	<b>Karut ja keskiravinteiset kalliot</b>			
		Karut merenrantakalliot	LC	
		Keskiravinteiset merenrantakalliot	NT	
	<b>Kivikot</b>			
		Maankohoamisrantakivikot	LC	Niemen rannikkoalueet.





Kuva 9-3. Hanhikiven niemen alueen uhanalaisten luontotyyppien esiintyminen.

### 9.3 Simon Karsikkoniemi

#### 9.3.1 Uhanalaiset kasvilajit

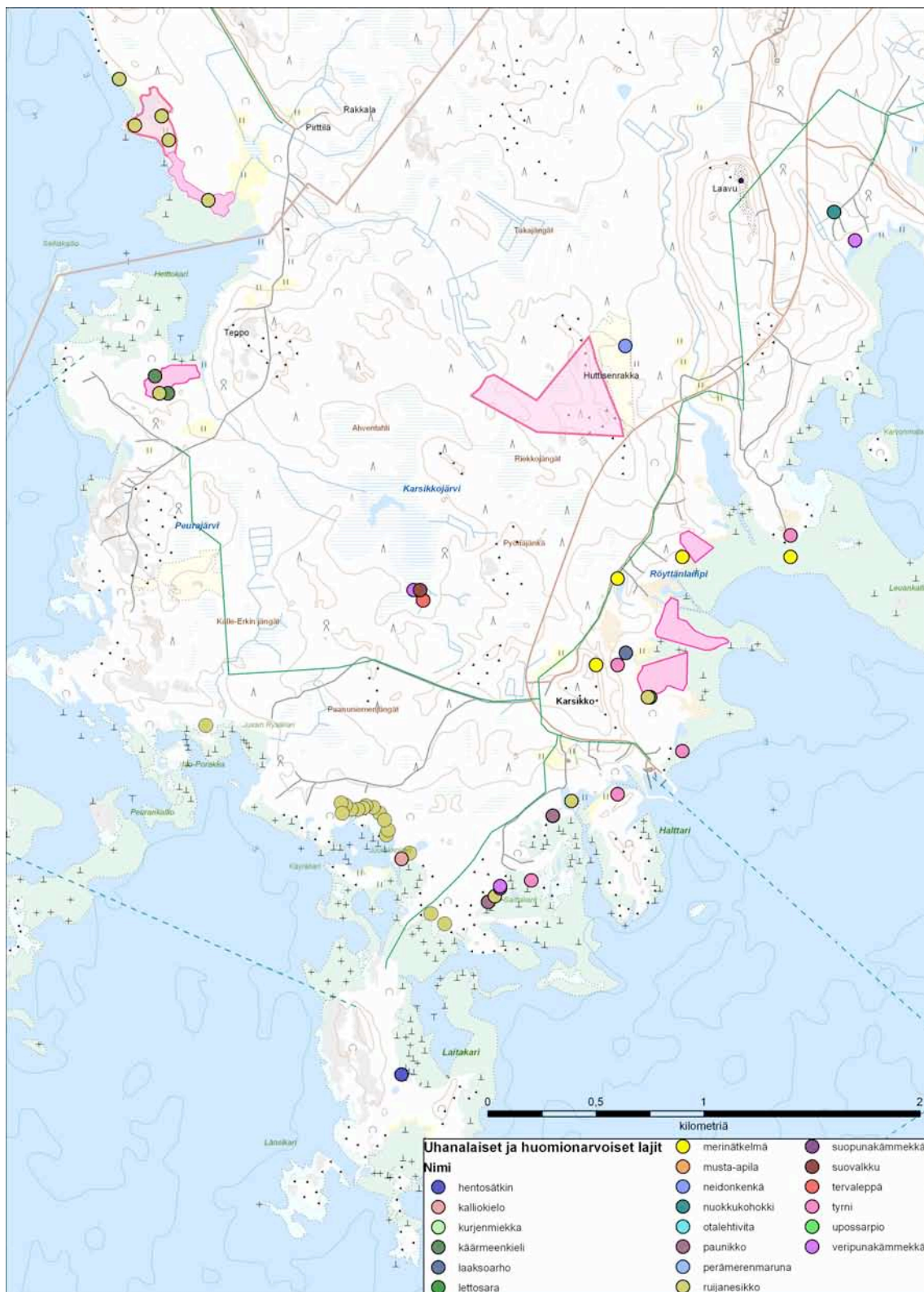
Seuraavassa on esitetty olemassa oleva tieto uhanalaisista lajeista. Samat tiedot on esitetty YVA-selostuksessa tai erillisessä luontoraportissa. Tietoja on tarkennettu esittämällä esiintymien/kasvupaikkojen määrä hankealueella tai sen läheisyydessä sekä esittämällä kasvupaikat lajeittain kartalla. Lisäksi uhanalaistiedot tarkistettiin uudestaan Suomen ympäristökeskuksesta vuonna 2009.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 9-3) on esitetty Karsikkoniemen alueen uhanalaiset kasvilajit. Lajien esiintymät on esitetty kartalla uhanalaisuusluokittain (Kuva 9-4) ja kasvupaikoittain (Kuva 9-5). Esiintymien lukumäärä tarkoittaa havaintopisteiden määrää. Esimerkiksi ruijanesikon esiintymiä on vähemmän, koska osa havaintopisteistä sisältyy samoihin esiintymiin. Perämerenmaruna on lisäksi erityisesti suojeltava laji. Luontodirektiivin liitteen IV lajeihin kuuluvan laaksoarhon Karsikkoniemestä aiemmin havaittu esiintymä on tulkittu hävinneeksi vuonna 2006. Perämerenmarunan esiintymispaikka on merkitty satunnaiseksi. Lisäksi kalliokielen, lettosaran, kurjenmiekan ja hentosätkimien esiintymien sijaintitiedot ovat epätarkkoja (neliökilometrin tarkkuus).

**Taulukko 9-3. Karsikkoniemen alueella havaitut uhanalaiset putkilokasvilajit (valtak. = valtakunnallinen uhanalaisuus; alueel. = alueellinen uhanalaisuus).**

tieteellinen nimi	suomeksi	valtak.	alueel.	Esiintymien lkm
<i>Alnus glutinosa</i>	tervaleppä		RT(3c)	1
<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>bottnica</i>	perämerenmaruna	CR		? (ilm. hävinnyt)
<i>Calypso bulbosa</i>	neidonkenkä	VU		? (alue avohakattu)
<i>Carex heleonastes</i>	lettosara	VU		? (ei tarkkaa sijaintitietoa, ilm. hävinnyt)
<i>Carex livida</i>	vaaleasara			1
<i>Crassula aquatica</i>	paunikko	NT		3
<i>Dactylorhiza incarnata</i> ssp. <i>cruenta</i>	veripunakämmekä	VU		5
<i>Dactylorhiza incarnata</i> ssp. <i>incarnata</i>	suopunakämmekä	NT	RT (3a)	3
<i>Hammarbya paludosa</i>	suovalkku		RT (3a)	1
<i>Hippophae rhamnoides</i>	tyrni		RT(3c)	noin 20
<i>Iris pseudacorus</i>	kurjenmiekkä		RT(3c)	1 (ei tarkkaa sijaintitietoa)
<i>Lathyrus jabonicus</i> ssp. <i>maritimus</i>	merinätkelmä		RT(3c)	3
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	käärmeenkieli		RT(3c)	5
<i>Pinguicula vulgaris</i>	siniyökönlehti		RT (3a)	
<i>Polygonatum odoratum</i>	kalliokielo		RT (3a, 3c)	1
<i>Primula nutans</i> var. <i>jokelae</i>	ruijanesikko	EN		27
<i>Ranunculus confervoides</i>	hentosätkin		RT (3c)	? (ei tarkkaa sijaintia, havainto 1984)





Kuva 9-5. Karsikkoniemen uhanalaisten kasvilajien kasvupaikat lajeittain.

### 9.3.2

#### Uhanalaiset luontotyypit

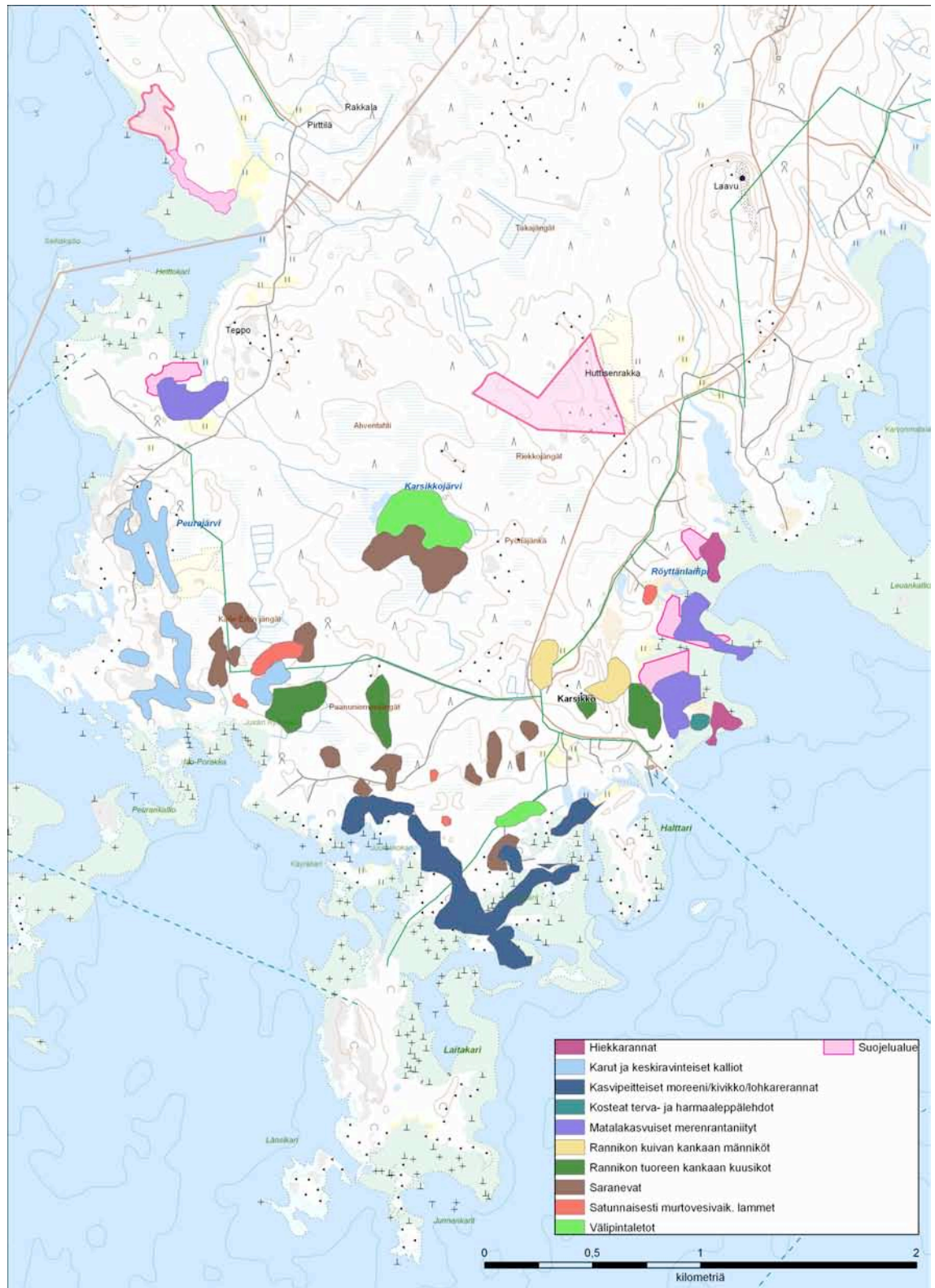
Karsikkoniemen alueen uhanalaiset luontotyypit ja niiden esiintyminen perustuvat kesän 2008 inventointeihin ja rajauksia voidaan pitää suuntaa-antavina. Seuraavassa taulukos-

9.4.2009

sa on esitetty Karsikkoniemen alueen uhanalaiset luontotyypit (Taulukko 9-4). Kuvassa (Kuva 9-6) on esitetty luontotyyppien sijoittuminen alustavasti.

**Taulukko 9-4. Karsikkoniemen alueen uhanalaiset luontotyypit.**

Luontotyyppi- piiryhmä	Luontotyyppien pääryhmät	Luontotyyppi	Uhanalaisuus koko maassa	Kohde selvitysalueella
<b>Itämeri ja rannikko</b>	<b>itämeren kivikkorannat</b>			
		Itämeren kasvipeitteiset moreeni-, kivikko- ja lohkarerannat	NT	Niemen eteläosat.
		Itämeren sora- ja somerikkorannat	LC	
	<b>itämeren hiekkarannat ja dyynit</b>			
		Itämeren hiekkarannat	EN	Kitiniemen hiekkaranta ja dyynialue. Röyni.
		Harmaat dyynit	VU	Kitiniemen hiekkaranta ja dyynialue.
	<b>Merenrantojen ilmaversoiskasvustot</b>			
		Merenrantaruovikot	LC	Pienialaisia.
	<b>Rannikon luontotyyppiyhdistelmät</b>			
		Maankohoamisrannikon metsien kehityssarjat	CR	Koko Karsikon niemi.
	<b>Rannikon metsien kehityssarjat</b>			
		Tyrnipensaikot	LC	Runsaasti Karsikon alueella.
		Merenrantapajukot	LC	Kuuluu sukcession kehityssarjaan.
		Merenrannan leppävyöt ja - pensaikot	LC	Röyni.
		Rannikon kosteat terva- ja harmaaleppälehdot	NT	Pienialaisia. Mesiangervotyyppin lepikkoa (FIT).
		Rannikon kuivat koivu- ja tuomilehdot	NT	Kielotyyppin lehtoja (CoT).
		Rannikon tuoreen kankaan kuusikot	EN	Suurin osa Karsikon metsistä.
		Rannikon kuivan kankaan männiköt	CR	Sukcession edetessä Karsikon keskiosissa.
	<b>Rannikon murtovesivaikutteiset vedet</b>			
		Satunnaisesti murtovesivaikutteiset järvet ja lammet	VU	Pieniä lampia Niemen eteläosassa.
<b>Perinne- biotoopit</b>	<b>Merenrantaniityt</b>		<b>CR</b>	
		Luikka- ja kaislamerenrantaniityt	DD	Karsikon merenrantaniitty. Teponlahden merenrantaniitty.
		Suursaramerenrantaniityt	CR	Karsikon merenrantaniitty. Teponlahden merenrantaniitty.
		Matalakasvuiset vihvilä-, heinä- ja saramerenrantaniityt	CR	Pääasiassa koko alueen rantaniityt. Karsikon merenrantaniitty. Teponlahden merenrantaniitty.
		Korkeakasvuiset merenrantaniityt	EN	Karsikon merenrantaniitty.
<b>Kalliot ja kivikot</b>	<b>Karut ja keskiravinteiset kalliot</b>			
		Karut merenrantakalliot	LC	
		Keskiravinteiset merenrantakalliot	NT	
<b>Suot</b>	<b>Nevat</b>			
		Saranevat	LC	Suurin osa Karsikon soista.
	<b>Letot</b>			
		Välipintaletot	EN	Pienialaisia. Karsikkojärven pohjoispuolen Campylium-lettoa.



Kuva 9-6. Karsikkonimen alueen uhanalaisten luontotyyppien esiintyminen.

## **9.4 Työsuunnitelma maastokartoituksista**

### **9.4.1 Lajistoinventoinnit**

Sekä Hanhikiven niemellä että Karsikkoniemellä tehdään kesällä 2009 tarkentavat lajistoinventoinnit. Inventoinnit keskittyvät tiedossa olevien lajiesiintymien tarkistamiseen sekä esiintymien tarkempaan rajaamiseen ja elinvoimaisuuden arvioimiseen (yksilömäärä, habitaatin edustavuus ja luonnontilaisuus). Inventoinnit suoritetaan kattaen ranta-alueet sekä ne osat niemiä, joille tullaan sijoittamaan hankkeeseen liittyviä toimintoja. Karsikkoniemellä tarkistetaan myös Laitakarista ilmoitettu kämmekkäesiintymä, josta ei ole tietoja rekistereissä.

### **9.4.2 Luontotyyppi-inventoinnit**

Luontotyypit rajataan maastoinventointien perusteella kartalle. Kunkin luontotyypin ominaispiirteet kirjataan ja edustavuus arvioidaan. Edustavuuden arviointi perustuu luontotyypin luonnontilaisuuteen sekä sen vastaavuuteen luontotyypin luonnehdintaan nähden. Kuten lajistoinventoinnit, myös luontotyyppi-inventoinnit keskitetään ranta-alueille sekä hankkeen toimintojen alueille, joissa maankäyttö muuttuu. Lisäksi inventoinneilla selvitetään alueiden merkittävyys luontotyyppien edustajana kokonaisuutena.

### **9.4.3 Vaikutusten arviointi**

Hankkeen vaikutusten arviointi luonnon monimuotoisuuteen tarkennetaan inventointitietojen sekä tarkentuneen suunnittelutiedon perusteella. Arvioinnissa esitetään:

- Todennäköisesti häviävät tai muuttuvat lajiesiintymät/luontotyypit sekä edellä mainittujen yksilömääräarviot/pinta-alat suhteessa alueella esiintyvään kokonais-yksilömääräarvioon/kokonaispinta-alaan.
- Hankkeen vaikutukset alueiden luonnon monimuotoisuuteen tarkasteltaessa alueita kokonaisuutena.
- Keinot ylläpitää luonnon monimuotoisuutta (toisin sanoen miten lajiesiintymien/luontotyyppien elinvoimaisuus voidaan turvata tai haittoja lieventää).
- Arvio Karsikkoniemen alueella tehtävien ruoppaustöiden vaikutuksista laji- ja luontotyyppiesiintymiin.
- Suosituksia, miten lajiesiintymiä/luontotyyppiesiintymiä voitaisiin huomioida jatkosuunnittelussa.

### **9.4.4 Aikataulu**

Selvitysten tulokset sekä mahdolliset täsmennykset tai muutokset YVA-selostuksen vaikutusarvioihin raportoidaan lokakuun 2009 loppuun mennessä.

## **10 HANKKEEN SOVELTUMINEN VALTAKUNNALLISIIN ALUEIDENKÄYTTÖTAVOITTEISIIN**

Tässä kappaleessa esitetään selostus ja yleisarvio siitä, miten hanke soveltuu valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin. Selostus ja arvio on laadittu vastaamaan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdassa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen 10.

*”Yhtenäinen selostus ja yleisarvio kunkin sijaintipaikan osalta siitä, miten hanke soveltuu valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin.”*

## 10.1 Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden sisältö ja merkitys

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön ohjausjärjestelmää. Niistä päättää valtioneuvosto. Tavoitteet voivat koskea asioita, joilla on:

- aluerakenteen, alueiden käytön taikka liikenne- tai energiaverkon kannalta kansainvälinen tai laajempi kuin maakunnallinen merkitys;
- merkittävä vaikutus kansalliseen kulttuuri- tai luonnonperintöön; tai
- valtakunnallisesti merkittävä vaikutus ekologiseen kestävyyteen, aluerakenteen taloudellisuuteen tai merkittävien ympäristöhaittojen välttämiseen.

Valtion viranomaisten tulee toiminnassaan ottaa huomioon valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja edistää niiden toteuttamista. Valtion viranomaisten on myös arvioitava toimenpiteidensä vaikutuksia valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kannalta.

Maakunnan suunnittelussa ja muussa alueidenkäytön suunnittelussa on huolehdittava valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden huomioon ottamisesta siten, että edistetään niiden toteuttamista. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on jaettu kuuteen asiakokonaisuuteen:

- toimiva aluerakenne
- eheytyvä yhdyskuntarakenne ja elinympäristön laatu
- kulttuuri- ja luonnonperintö, virkistyskäyttö ja luonnonvarat
- toimivat yhteysverkot ja energiahuolto
- Helsingin seudun erityiskysymykset
- luonto- ja kulttuuriympäristöinä erityiset aluekokonaisuudet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on jaettu yleis- ja erityistavoitteisiin sen perusteella, millaisia alueiden käyttöä ja sen suunnittelua ohjaavia vaikutuksia niillä on. Yleistavoitteet tulee ottaa huomioon maakuntakaavoituksessa ja muussa maakunnan suunnittelussa, yleiskaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa. Erityistavoitteet koskevat kaikkea kaavoitusta, mikäli tavoitetta ei ole erityisesti kohdennettu koskemaan vain tiettyä kaavatasoa. Suuri osa erityistavoitteista koskee maakuntakaavoitusta.

Valtioneuvosto päätti 13.11.2008 valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta. Tarkistuksen kohteena oli valtioneuvoston vuonna 2000 tekemä päätös. Päätöstä on tarkistettu tavoitteiden sisällön (luvut 4.2–4.7), voimaantulon ja toimeenpanon (luku 8) sekä muutoksenhaun (luku 9) osalta. Muilta osin, kuten tavoitteiden oikeusperustan ja oikeusvaikutusten osalta, vuoden 2000 päätös jää voimaan. Tarkistuksen pääteemana on ollut ilmastonmuutoksen haasteisiin vastaaminen. Lisäksi tavoitteiden vaikuttavuutta on lisätty täsmentämällä tavoitemuotoiluja sekä vahvistamalla niiden velvoittavuutta. Suurin osa tavoitteista on kuitenkin säilynyt ennallaan. Tarkistetut tavoitteet tulivat voimaan 1.3.2009.



**10.2 Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutuminen**

Seuraavissa taulukoissa on käyty läpi valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet yleis- ja erityistavoitteineen ja arvioitu, mitkä tavoitteet erityisesti liittyvät hankkeeseen ja miten tavoitteet hankkeessa toteutuvat. Taulukoissa on myös tuotu esille mahdolliset erot valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumisessa eri sijaintivaihtoehtoissa.

Seuraavissa taulukoissa on käyty läpi valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet yleis- ja erityistavoitteineen ja arvioitu, mitkä tavoitteet erityisesti liittyvät hankkeeseen ja miten tavoitteet hankkeessa toteutuvat. Taulukoissa on myös tuotu esille mahdolliset erot valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumisessa eri sijaintivaihtoehtoissa.

**Toimiva aluerakenne**

Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Alueidenkäytöllä tuetaan aluerakenteen tasapainoista kehittämistä sekä elinkeinoelämän kilpailukyvn ja kansainvälisen aseman vahvistamista hyödyntämällä mahdollisimman hyvin olemassa olevia rakenteita sekä edistämällä elinympäristön laadun parantamista ja luonnon voimavarojen kestävää hyödyntämistä. Aluerakenteen ja alueidenkäytön kehittäminen perustuu ensisijaisesti alueiden omiin vahvuuksiin ja sijaintitekijöihin.	Hanke edistää alueiden kilpailukykyä sekä kansainvälistä asemaa vahvistamalla alueen energiantuotantoa ja energian saatavuutta. Laitoksen rakentaminen edistää seudullista elinkeinotoimintaa ja voi muuttaa väestökehitystä alueilla positiivisemmaksi. Energian tuontiriippuvuus vähenee.
Aluerakennetta kehitetään monikeskuisena ja verkottuvana sekä hyviin liikenneyhteyksiin perustuvana kokonaisuutena. Toimivan aluerakenteen runkona kehitetään Helsingin seutua, maakuntakeskuksia sekä kaupunkiseutujen ja maaseudun keskusten muodostamaa verkostoa. Eteläisessä Suomessa aluerakenne perustuu erityisesti Helsingin ja alueen muiden kaupunkikeskusten välisiin raideliikenneyhteyksiin.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytöllä edistetään kaupunkien ja maaseudun vuorovaikutusta sekä kyläverkoston kehittämistä. Erityisesti harvaan asutulla maaseudulla ja taantuvilla alueilla kiinnitetään alueidenkäytössä huomiota jo olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen sekä elinkeinotoiminnan ja muun toimintapohjan monipuolistamiseen. Alueidenkäytössä otetaan huomioon haja-asutukseen ja yksittäistoimintoihin perustuvat elinkeinot sekä maaseudun tarve saada uusia pysyviä asukkaita.	Ei koske tätä hanketta.

Erityistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Maakunnan suunnittelussa yhteistyössä maakuntien liittojen kesken on selvitettävä ne alue- ja yhdyskun-	Ei koske tätä hanketta.

<p>tarakenteeseen ja muuhun alueidenkäyttöön liittyvät toimenpiteet, joilla edistetään ylimaakunnallisten kehittämisyöhykkeiden muodostamista ja niiden kehittämisedellytyksiä. Maakunnan suunnittelussa on esitettävä valtakunnallisesti tärkeät vyöhykkeet sekä kaupunki- ja taajamaverkostot ja niiden kehittämisperiaatteet.</p>	
<p>Maakunnan suunnittelussa on selvitettävä maaseudun alue- ja yhdyskuntarakenteen sekä kyläverkoston kehittämiseen liittyvät toimenpiteet, joilla edistetään olemassa olevien rakenteiden hyödyntämistä, palvelujen saatavuutta, maaseudun elinkeinotoiminnan monipuolistamista sekä ympäristöarvojen säilymistä.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta.</p>
<p>Maakunnan suunnittelussa on mahdollisuuksien mukaan selvitettävä ja edistettävä alueidenkäytön järjestämistä raja-alueilla. Samalla tulee kiinnittää huomiota alue- ja yhdyskuntarakenteen toimivuuteen sekä elinkeinotoiminnan tarpeiden ja ympäristöarvojen yhteensovittamiseen.</p>	<p>Pyhäjoella hanke sijoittuu Pyhäjoen ja Raahen rajalle, rajavyöhykkeen maankäyttö ratkaistaan tältä osin yhteistyössä. Vastaavasti Simon hankevaihtoehdossa hanke sijoittuu Simon ja Kemin rajan tuntumaan.</p>
<p>Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon maanpuolustuksen ja rajavalvonnan tarpeet ja turvattava riittävät alueelliset edellytykset varuskunnille, ampuma- ja harjoitusalueille, varikkotoiminnalle sekä muille maanpuolustuksen ja rajavalvonnan toimintamahdollisuuksille. Samalla on huomioitava muun yhdyskuntarakenteen, elinympäristön laadun ja ympäristöarvojen asettamat vaatimukset.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta.</p>

## Eheytyvä yhdyskuntarakenne ja elinympäristön laatu

### Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
<p>Alueidenkäytöllä edistetään yhdyskuntien ja elinympäristöjen ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurista kestävyyttä. Olemassa olevia yhdyskuntarakenteita hyödynnetään sekä eheytetään kaupunkiseutuja ja taajamia. Taajamia eheyttäessä parannetaan elinympäristön laatua.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta. Hankkeella voi olla kuitenkin välillisiä vaikutuksia alue- ja yhdyskuntarakenteen kehittämiseen seudulla elinkeinotoiminnan ja alueiden kilpailukyvyen edistymisen myötä. Pyhäjoen ja Simon sijaintipaikkavaihtoehdoissa ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke rajoittaa jossain määrin uusien, olemassa olevaan yhdyskuntarakenteeseen tukeutuvien asuinalueiden toteuttamista (Simo/Kemi) ja kyläalueiden (Pyhäjoki/Raahes) laajentamista voimalaitoksen suuntaan. Pyhäjoella/Raahessa Parhalahden ja Hurnasperän kylien pienimuotoinen täydennysrakentaminen on mahdollista.</p>
<p>Yhdyskuntarakennetta kehitetään siten, että palvelut ja työpaikat ovat hyvin eri väestöryhmien saavutettavissa ja mahdollisuuksien mukaan asuinalueiden läheisyydessä siten, että henkilöautoliikenteen tarve on</p>	<p>Ei koske tätä hanketta.</p>

mahdollisimman vähäinen. Liikenneturvallisuuksiä sekä joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä parannetaan.	
Alueidenkäytöllä edistetään elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä osoittamalla elinkeinotoiminnalle riittävästi sijoittumismahdollisuuksia olemassa olevaa yhdyskuntarakennetta hyödyntäen. Runsaasti henkilöliikennettä aiheuttavat elinkeinoelämän toiminnot suunnataan olemassa olevan yhdyskuntarakenteen sisään tai muutoin hyvien joukkoliikenneyhteyksien äärelle.	Laitoksen rakentaminen edistää seudun elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä mm. hankkeen johdosta lisääntyneiden työpaikkojen sekä verotulojen ja yksityisten ja julkisten palvelujen kysynnän kasvun myötä. Pyhäjoella on suunniteltu yritystoiminnan alueita hankkeen lähialueille, millä pyritään edistämään hankkeeseen liittyvien tukitoimintojen kehittämistä. Simossa hankkeella on positiivisia vaikutuksia läheisen Maksniemen työpaikka-alueen kehittämiseen.
Kaupunkiseutujen työssäkäyntialueilla varmistetaan alueidenkäytölliset edellytykset asuntorakentamiselle ja sen tarkoituksenmukaiselle sijoittumiselle sekä hyvälle elinympäristölle.	Ei koske tätä hanketta.
Kaupunkiseutuja kehitetään tasapainoisina kokonaisuuksina siten, että tukeudutaan olemassa oleviin keskuksiin. Keskuksia ja erityisesti niiden keskusta-alueita kehitetään monipuolisina palvelujen, asumisen, työpaikkojen ja vapaa-ajan alueina.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen.	Hankkeen suunnittelun ja YVA-menettelyn yhteydessä on selvitetty alueiden olosuhteet ja tunnistettu hankkeesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja riskit sekä suunniteltu haittojen lieventämistoimenpiteitä.
Alueidenkäytön suunnittelussa olemassa olevat tai odotettavissa olevat ympäristöhaitat ja poikkeukselliset luonnonolot tunnistetaan ja niiden vaikutuksia ehkäistään. Alueidenkäytössä luodaan edellytykset ilmastonmuutokseen sopeutumiselle.	Hankkeen suunnittelun ja YVA-menettelyn yhteydessä odotettavissa olevat ympäristöhaitat ja poikkeukselliset luonnonolot on tunnistettu sekä suunniteltu haittojen lieventämistoimenpiteitä. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on otettu huomioon hankkeen yhteydessä selvittämällä sään ja meren ääri-ilmiöiden vaikutuksia laitoksen toimintaan.

### Erityistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Maakuntakaavan ja yleiskaavan lähtökohtana on oltava perusteltu väestönkehitysarvio. Maakunnan suunnittelussa ja yleiskaavoituksessa on tarkasteltava pitkällä aikavälillä sekä taajama- että maaseutualueiden väestömäärän kehityksen erilaisia vaihtoehtoja.	Ei koske tätä hanketta.
Maakuntakaavoituksessa ja yleiskaavoituksessa tulee edistää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja esittää eheyttämiseen tarvittavat toimenpiteet. Erityisesti kaupunkiseuduilla on varmistettava henkilöautoliikenteen tarvetta vähentävä sekä joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä edistävä liikennejärjestelmä. Kaupunkiseuduilla on myös varmistettava palvelujen	Ei koske tätä hanketta.

saatavuutta edistävä keskusjärjestelmä ja palveluverkko sekä selvitettävä vähittäiskaupan suuryksiköiden sijoittuminen.	
Alueidenkäytön suunnittelulla on huolehdittava, että asuntoja työpaikkarakentamiseen on tarjolla riittävästi tonttimaata.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytön suunnittelussa uusia huomattavia asuin-, työpaikka- tai palvelutoimintojen alueita ei tule sijoittaa irralleen olemassa olevasta yhdyskuntarakenteesta. Vähittäiskaupan suuryksiköt sijoitetaan tukemaan yhdyskuntarakennetta. Näistä tavoitteista voidaan poiketa, jos tarve- ja vaikutus selvityksiin perustuen pystytään osoittamaan, että alueen käyttöönotto on kestävän kehityksen mukaista.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytön suunnittelussa on maaseudun asutusta sekä matkailu- ja muita vapaa-ajan toimintoja suunnattava tukemaan maaseudun taajamia ja kyläverkostoa sekä infrastruktuuria.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytön suunnittelussa on edistettävä olemassa olevan rakennuskannan hyödyntämistä sekä luotava edellytykset hyvälle taajamakuvalle. Taajamia kehitettäessä on huolehdittava siitä, että viheralueista muodostuu yhtenäisiä kokonaisuuksia.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytössä on varattava riittävät alueet jalan- kulun ja pyöräilyn verkostojen varten sekä edistettävä verkostojen jatkuvuutta, turvallisuutta ja laatua.	Ulkoilu- ja moottorikelkkareitit ja niiden muutokset on otettu huomioon Pyhäjoen ja Simon alueita koskevassa kaavoituksessa ja tullaan ottamaan huomioon Ruotsinpyhtään vaihtoehdon tulevassa kaavoituksessa.
Alueidenkäytössä on otettava huomioon viranomais- ten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit. Alueidenkäytön suunnittelussa uutta rakentamista ei tule sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa vain, jos tarve- ja vaikutus selvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja että rakentaminen on kestävän kehityksen mukaista. Alueidenkäytön suunnittelussa on tarvittaessa osoitettava korvaavat alueidenkäyttöratkaisut yhdyskuntien toimivuuden kannalta erityisen tärkeille toiminnoille, joihin liittyy huomattavia ympäristö- tai henkilövahinkoriskejä.	Ydinvoimalaitoksen rakentamisessa varaudutaan poikkeuksellisten sääolosuhteiden, kuten tulvien, esiintymiseen. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on otettu huomioon selvittämällä sään ja meren ääri- ilmiöiden kehittymistä ilmastonmuutoksen vuoksi ja niiden vaikutuksia laitoksen suunnitteluperusteisiin.
Yleis- ja asemakaavoituksessa on varauduttava lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin.	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on otettu huomioon hankkeen yhteydessä selvittämällä sään ja meren ääri- ilmiöiden vaikutuksia laitoksen suunnitteluperusteisiin.
Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille on jätettävä riittävän suuri etäisyyt. Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat laitokset	Hankkeen vaihtoehdot sijaintipaikat on valittu tavoitteiden edellyttämällä tavalla. Säteilyturvakeskus tulee arvioimaan laitospaikkojen soveltuvuuden ydin- energialain 12 §:n mukaisesti alustavassa turvalli-

<p>sekä vaarallisten aineiden kuljetusreitit ja niitä palvelevat kemikaaliratapihat on sijoitettava riittävän etäälle asuinalueista, yleisten toimintojen alueista ja luonnon kannalta herkistä alueista.</p>	<p>suosarviossaan lain 4 luvussa tarkoitetusta periaatepäätöshakemuksesta. Säteilyturvakeskus on täsmen­tänyt alueiden suunnittelun ja kaavoituksen yhteydes­sä näkemystään laitoksen suojavyöhykkeen laajuus­ta ja vaikutuksista maankäyttöön. Alueilla on luontoarvoja, jotka voivat häiriintyä hankkeen toteuttamisesta. Pyhäjoen Hanhikiven niemen alueella on valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittäviä luontoalueita laitosalueen läheisyydessä. Ruotsinpyhtään Gäddbergsöllä on lähinnä paikallisesti arvokkaita pienkohteita laitosalueen läheisyydessä. Simon Karsikkoniemellä on alueellisesti merkittäviä luontokohteita sekä uhanalaisten lajien esiintymiä laitosalueen läheisyydessä. Alueilla on jonkin verran loma-asutusta, joka poistuu tai häiriintyy hankkeen toteuttamisesta.</p>
<p>Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon alueen maa- ja kallioperän soveltuvuus suunniteltuun käyttöön. Pilaantuneen maa-alueen puhdistustarve on selvitettävä ennen ryhtymistä kaavan toteuttamistoi­miin.</p>	<p>Alueiden maa- ja kallioperän ominaisuudet on selvitetty ja otettu huomioon sijaintivaihtoehtoja valittaessa. Kaikki vaihtoehtoiset sijoituspaikat soveltuvat maa- ja kallioperän puolesta hankkeen toteuttamiseen.</p>
<p>Alueidenkäytössä on ehkäistävä melusta, tärinästä ja ilman epäpuhtauksista aiheutuvaa haittaa ja pyrittävä vähentämään jo olemassa olevia haittoja. Uusia asuinalueita tai muita melulle herkkiä toimintoja ei tule sijoittaa melualueille varmistamatta riittävää meluntorjuntaa.</p>	<p>Hankkeesta aiheutuvat haitat on selvitetty sijoitus­paikkoja valittaessa ja hankkeen suunnittelussa sekä YVA-menettelyn yhteydessä. Laitoksen rakentami­sesta aiheutuu tärinä- ja meluhaittoja. Pyhäjoella melutason päiväajan ohjearvo ylittyy noin 25 nykyisellä lomakiinteistöllä, Ruotsinpyhtäällä noin 50 lomakiin­teistöllä sekä Simossa muutamalla kymmenellä ny­kyisellä lomakiinteistöllä voimalaitoksen ympäristös­sä tai sinne johtavan tien läheisyydessä. Suurin osa näistä loma-asunnoista poistuu, mikäli hanke toteu­tuu.</p>
<p>Maakuntakaavoituksessa on osoitettava jätteenkäsit­telylaitoksille alueet siten, että pääosin kaikki syntyvä jäte voidaan hyödyntää tai käsitellä valtakunnallisesti tai alueellisesti tarkoituksenmukaisesti, tarvittaessa ylimaakunnallisena yhteistyönä.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta.</p>
<p>Alueidenkäytössä tulee edistää energian säästämistä sekä uusiutuvien energialähteiden ja kaukolämmön käyttöedellytyksiä.</p>	<p>Fennovoima tutkii yhtenä mahdollisuutena sähkön- ja lämmön yhteistuotantolaitoksen rakentamista, jolloin voimalaitoksella tuotettaisiin sähkön lisäksi myös kaukolämpöä. Yhteistuotannon vaikutuksia on tarkemmin tarkasteltu tämän selvityksen kappaleessa 12.</p>
<p>Alueidenkäytön suunnittelussa on turvattava terveel­lisen ja hyvälaatuisen veden riittävä saanti ja se, että taajamien alueelliset vesihuoltoratkaisut voidaan to­teuttaa. Lisäksi alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon jätevesihaittojen ehkäisy.</p>	<p>Vedenhankinnan tarpeet ja jätevesihaittojen ehkäisy on huomioitu hankkeen suunnittelussa. Kaikilla vai­htoehtoisilla paikkakunnilla on tarjolla riittävät vesiva­rat hankkeen tarpeisiin. Jätevesien haittoja ehkäistään</p>

	käsittelemällä syntyvät jätevedet asianmukaisin menetelmin.
--	---

## Kulttuuri- ja luonnonperintö, virkistyskäyttö ja luonnonvarat

### Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Alueidenkäytöllä edistetään kansallisen kulttuuriympäristön ja rakennusperinnön sekä niiden alueellisesti vaihtelevan luonteen säilymistä.	Pyhäjoella ja Simossa valtakunnallisesti arvokkaat kulttuuriympäristökohteet on mahdollista säilyttää, niiden suhde ympäristöönsä kuitenkin muuttuu merkittävästi.
Alueidenkäytöllä edistetään elollisen ja elottoman luonnon kannalta arvokkaiden ja herkkien alueiden monimuotoisuuden säilymistä. Ekologisten yhteyksien säilymistä suojelualueiden sekä tarpeen mukaan niiden ja muiden arvokkaiden luonnonalueiden välillä edistetään.	Pyhäjoella arvokkaiden ja herkkien alueiden monimuotoisuus heikkenee erityisesti sukkessiosarjojen osalta. Kuitenkin alueen suojelualueverkosto ja siihen liittyvät luonnonarvot säilyvät nykyisellään. Ruotsinpyhtäällä ja Simossa arvokkaiden ja herkkien alueiden monimuotoisuus ei merkittävästi heikkene.
Alueidenkäytöllä edistetään luonnon virkistyskäyttöä sekä luonto- ja kulttuurimatkailua parantamalla moninaiskäytön edellytyksiä. Suojelualueverkoston ja arvokkaiden maisema-alueiden ekologisesti kestävä hyödyntämistä edistetään virkistyskäytössä, matkailun tukialueina sekä niiden lähialueiden matkailun kehittämisessä suojelutavoitteita vaarantamatta. Alueidenkäytössä edistetään kyseiseen tarkoitukseen osoitettujen hiljaisten alueiden säilymistä.	Suojeluverkoston ja arvokkaiden maisema-alueiden ekologisesti kestävä hyödyntäminen ei liity tähän hankkeeseen.
Alueidenkäytöllä edistetään luonnonvarojen kestävä hyödyntämistä siten, että turvataan luonnonvarojen saatavuus myös tuleville sukupolville. Alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa otetaan huomioon luonnonvarojen sijainti ja hyödyntämismahdollisuudet.	Ei koske tätä hanketta.
Alueidenkäytössä edistetään vesien hyvän tilan saavuttamista ja ylläpitämistä.	Hankkeen suunnittelun ja YVA-menettelyn yhteydessä vesistöjen nykytila on selvitetty ja niihin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu. Hanke voi jäädytysvesien vaikutusalueella paikallisesti heikentää vesien tilaa. Hankkeesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia lievennetään teknisen suunnittelun avulla.

### Erityistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Alueidenkäytössä on varmistettava, että valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvot säilyvät. Viranomaisten laatimat valtakunnalliset inventoinnit otetaan huomioon alueidenkäytön suunnittelun lähtökohtina. Maakuntakaavoituksessa on osoitettava valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöt ja maisemat. Näillä alueilla alueidenkäytön on sovellettava niiden historialliseen	Pyhäjoen Hanhikiven valtakunnallisesti arvokkaan muinaisjäännöksen asema maisemassa muuttuu. Itse kohde säilyy ja sen saavutettavuus paranee. Pyhäjoen Hanhikiven niemen luonnon- ja maisemasuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaaseen kallioalueeseen kohdistuu vaikutuksia. Simon Karsikkoniemen Karsikon kalastajakylän asema maisemassa muuttuu. Museovirasto on todennut lausunnossaan ydinvoi-

kehitykseen.	mayleiskaavasta ja –asemakaavasta, että kohteen valtakunnallinen arvo on poistunut kylän talojen purkamisen vuoksi.
Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon ekologisesti tai virkistyskäytön kannalta merkittävät ja yhtenäiset luonnonalueet. Alueidenkäyttöä on ohjattava siten, ettei näitä aluekokonaisuuksia tarpeettomasti pirstota.	Pyhäjoen Hanhikiven niemen ekologisesti merkittävä ja yhtenäinen luonnonalue pirstoutuu osittain. Hankkeen toimintojen sijoittuminen suunnitellaan siten, että pirstoutuminen jää mahdollisimman vähäiseksi. Ruotsinpyhtäällä ja Simossa hanke sijoittuu pääosin metsätalousvaltaisille alueille, joilla ei ole merkittäviä luonnon- tai virkistysarvoja.
Maakuntakaavoituksessa on otettava huomioon vesi- ja rantaluonnon suojelun tai virkistyskäytön kannalta erityistä suojelua vaativat vesistöt.	Hankealueilla ei sijaitse vesiluonnon tai virkistyskäytön kannalta erityistä suojelua vaativia vesistöjä. Hankealueiden rantaluonnon arvot on selvitetty. Arvokkaat rantaluonnon kohteet säilyvät pääosin.
Maakuntakaavoituksessa on luotava alueidenkäyttöiset edellytykset ylikunnallisesti merkittävien virkistyskäytön reitistöjen ja verkostojen muodostamiselle. Maakuntakaavoituksella ja yleiskaavoituksella on luotava alueidenkäyttöiset edellytykset seudullisten virkistysalueiden muodostamiselle erityisesti Etelä-Suomessa ja suurilla kaupunkiseuduilla.	Ylikunnallisesti merkittävien virkistyskäytön reitistöjen ja verkostojen muodostamisen edellytykset on otettu huomioon maakunta- ja yleiskaavoituksessa Pyhäjoella/Raahessa ja Simossa/Kemissä. Ruotsinpyhtään alueella kaavoitus ei ole vielä käynnistynyt.
Maakunnan suunnittelussa on tuettava matkailukustan ja -alueiden verkottumista sekä vapaa-ajan käytön vyöhykkeiden kehittämistä niin, että muodostuu toimivia palvelukokonaisuuksia. Ensisijaisesti on kehitettävä olemassa olevia matkailukeskuksia ja -alueita. Alueidenkäytön suunnittelulla matkailualueita tulee eheyttää ja osoittaa matkailun kehittämiseksi riittävät alueet.	Ei koske tätä hanketta
Alueidenkäytön suunnittelussa rantaan tukeutuva loma-asutus on suunniteltava siten, että turvataan luontoarvoiltaan arvokkaiden ranta-alueiden säilyminen sekä loma-asumisen viihtyisyys.	Ei koske tätä hanketta
Maakuntakaavoituksessa on otettava huomioon käyttökelpoiset kiviainesvarat sekä niiden kulutus ja kulu-tustarve pitkällä aikavälillä sekä sovittava yhteen kiviaineshuoltoja suojelutarpeet. Kiviainesten ottoon osoitettavien alueiden on perustuttava arviointiin, jossa selvitetään alueiden luonto- ja maisema-arvot sekä toisaalta soveltuvuus vesi- ja kiviaineshuoltoon.	Ei koske tätä hanketta
Alueidenkäytössä on otettava huomioon pohja- ja pintavesien suojelutarve ja käyttötarpeet. Pohjavesien pilaantumis- ja muuttamiskeskeisiä aiheuttavat laitokset ja toiminnot on sijoitettava riittävän etäälle niistä pohjavesialueista, jotka ovat vedenhankinnan kannalta tärkeitä ja soveltuvat vedenhankintaan.	Sijaintialueilla ei ole merkittäviä, vedenhankinnan kannalta tärkeitä pohjavesialueita. Hankkeella ei ole haitallisia vaikutuksia pohjavesiin.
Maakuntakaavoituksessa on otettava huomioon turvetuotantoon soveltuvat suot ja sovittava yhteen tuotanto- ja suojelutarpeet. Turpeenottoalueiksi varataan jo ojitettuja tai muuten luonnontilaltaan merkittävästi muuttuneita soita ja käytöstä poistettuja suopeltoja. Turpeenoton vaikutuksia on tarkasteltava valuma-alueittain ja otettava huomioon erityisesti suoluonnon monimuotoisuuden säilyttämisen ja mui-	Ei koske tätä hanketta

den ympäristönäkökohtien sekä taloudellisuuden asettamat vaatimukset.	
Ilman erityisiä perusteita ei hyviä ja yhtenäisiä pelto-alueita tule ottaa taajamatoimintojen käyttöön eikä hyviä ja laajoja metsätalousalueita pirstoa muulla maankäytöllä.	Ei koske tätä hanketta

## Toimivat yhteysverkot ja energiahuolto

### Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Liikennejärjestelmiä suunnitellaan ja kehitetään kokonaisuuksina, jotka käsittävät eri liikennemuodot ja palvelevat sekä asutusta että elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä. Liikennejärjestelmä ja alueidenkäyttö sovitetaan yhteen siten, että vähennetään henkilöauto-liikenteen tarvetta ja parannetaan ympäristöä vähän kuormittavien liikennemuotojen käyttöedellytyksiä. Erityistä huomiota kiinnitetään lisäksi liikenneturvallisuuden parantamiseen.	Ei koske tätä hanketta.
Tarvittaviin liikenneyhteyksiin varaudutaan kehittämällä ensisijaisesti olemassa olevia pääliikenneyhteyksiä ja -verkostoja.	Kaikki sijaintivaihtoehdot sijaitsevat lähellä valtakunnallisia pääliikenneyhteyksiä.
Alueidenkäytössä turvataan energiahuollon valtakunnalliset tarpeet ja edistetään uusiutuvien energialähteiden hyödyntämismahdollisuuksia.	Hanke tähtää energiahuollon valtakunnallisten tarpeiden tyydyttämiseen.

### Erityistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Alueidenkäytössä on turvattava olemassa olevien valtakunnallisesti merkittävien ratojen, maanteiden ja vesiväylien jatkuvuus ja kehittämismahdollisuudet sekä valtakunnallisesti merkittävien satamien ja lentoasemien sekä rajanylityspaikkojen kehittämismahdollisuudet.	Simon sijaintipaikkavaihtoehdolla voi olla vaikutuksia Kemi-Tornion lentoaseman kehittämisen reunaehdotoihin. Asiasta on neuvoteltu Finavian ja Ilmailuhallituksen kanssa. Simon laitospaikkavaihtoon liittyvä lentokieltoaluerajaus on esitetty hankkeen periaatepäätöshakemuksen liitteenä. Hanke ei Simossakaan estä lentoaseman kehittämistä ja olemassaoloa.
Alueidenkäytön suunnittelussa on säilytettävä mahdollisuudet toteuttaa moottoriväylä välillä Helsinki-Vaalimaa, uudet rautatieyhteydet Helsingistä Turun ja Pietarin suuntiin sekä muita valtakunnallisesti merkittäviä väyliä. Alueidenkäytön suunnittelussa on lisäksi turvattava vesiliikenteen yhteismahdollisuudet Saimaan vesistöä Suomenlahteen. Alueidenkäytön suunnittelussa on osoitettava sijaintipaikka Helsingin seudun lentokentälle tätä koskeviin selvityksiin ja vaikutusarviointeihin perustuen.	Ei koske tätä hanketta
Alueidenkäytössä on edistettävä matka- ja kuljetusketjujen toimivuutta ja turvattava edellytykset julkiselle liikenteelle sekä eri liikennemuotojen yhteistyön	Ei koske tätä hanketta



<p>kehittämislle. Alueidenkäytön suunnittelussa on varattava riittävät alueet tavara- ja henkilöliikenteen terminaalien ja matkakeskusten toimintaa ja kehittämistä varten. Nopean liikenteen junaratayhteyksiä toteutettaessa on huolehdittava lähi- ja taajamaliikenteen toimintaedellytyksistä.</p>	
<p>Lentoasemien ympäristön maankäytössä tulee ottaa huomioon lentoliikenteen turvallisuuteen liittyvät tekijät, erityisesti lentoesteiden korkeusrajoitukset, sekä lentomelun aiheuttamat rajoitukset. Uusia lentoasemia suunniteltaessa ja olemassa olevia kehitettäessä tulee ottaa huomioon asutus ja muut melulle herkäät toiminnot. Alueidenkäytössä on turvattava lentoliikenteen nykyisten varalaskupaikkojen ja lennonvarmistusjärjestelmien kehittämismahdollisuudet sekä sotilasilmailun tarpeet.</p>	<p>Simon sijaintipaikkavaihtoehdolla voi olla vaikutuksia Kemi-Tornion lentoaseman kehittämisen reunaehdoin. Asiasta on neuvoteltu Finavian ja Ilmailuhallituksen kanssa. Simon laitosvaihtoehtoon liittyvä lentokieltoaluerajaus on esitetty hankkeen periaatepäätöshakemuksen liitteenä. Hanke ei Simossakaan estä lentoaseman kehittämistä ja olemassaoloa.</p>
<p>Alueidenkäytössä on turvattava valtakunnallisesti merkittävien viestintäjärjestelmien tarpeet hyödyntämällä rakennelmien yhteiskäyttöä ja edistämällä maankäytön tehokkuutta. Teleliikenteen mastojen sijoittumisessa on erityistä huomiota kiinnitettävä maisemallisten arvojen säilyttämiseen.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta</p>
<p>Maakuntakaavoituksessa on osoitettava ja muussa alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävät voimajohtojen linjaukset siten, että niiden toteuttamismahdollisuudet säilyvät. Suunnittelussa on otettava huomioon sekä tarpeelliset uudet linjaukset että vanhojen verkostojen parantamisen ja laajentamisen tarpeet. Voimajohtolinjauksissa on ensisijaisesti hyödynnettävä olemassa olevia johtokäytäviä.</p>	<p>Voimajohtolinjaukset ovat hankkeen kannalta olennaisia ja niitä suunnitellaan yhteistyössä kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj:n kanssa. Simossa wpd Finland Oy:n suunnitteleman Suurhiekkan tuulivoimapuiston voimajohdot ja Fennovoiman ydinvoimalaitoksen tarvitsemat voimajohdot on tarkoitus sovittaa samaan maastokäytävään. Toteutettavasta voimajohdosta laaditaan erillinen YVA-menettely. Voimajohtojen vaikutuksia sekä linjauksia on arvioitu kaavoituksen yhteydessä.</p>
<p>Alueidenkäytössä tulee varautua uusiutuvia ja jätteenpolttamiseen polttoaineita käyttävien energialaitosten ja niiden logististen ratkaisujen aluetarpeisiin osana alueen energia- ja jätteenhuoltoa.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta.</p>
<p>Maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Tuulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetysti useamman voimalan yksiköihin.</p>	<p>Ei koske tätä hanketta</p>
<p>Alueidenkäytössä on varmistettava ydinvoimaloiden edellyttämät suojavyöhykkeet sekä varauduttava ydinjätteen loppusijoitukseen.</p>	<p>Suojavyöhykkeiden osoittamisen tarpeita ja merkintätapaa on selvitetty hankkeen kaavoituksen yhteydessä ja niistä on neuvoteltu Säteilysuojakeskuksen kanssa. Suojavyöhykkeet osoitetaan alueita koskevissa maakuntakaavoissa. Alueita koskevissa kuntakaavoissa täsmennetään suojavyöhykkeitä koskevia maankäyttörajoituksia. Matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoituksesta annetaan alueita koskevissa kaavoissa määräyksiä. Sijoittamisen periaatteet on lisäksi kuvattu hankkeen YVA-selostuksessa. Korkea-aktiivinen käytetty polttoaine sijoitetaan Suomessa sijaitsevaan loppusijoituslaitokseen. Tällä hetkellä Suomen ainoa loppusijoituslaitos on Posiva Oy:n Olkiluodossa sijaitseva laitos.</p>

Maakuntakaavoituksessa on varauduttava kaukokuljettamiseen tarvittaviin maakaasu- ja öljyputkien linjauksiin Venäjältä siten, että niiden toteuttamismahdollisuudet turvataan.	Ei koske tätä hanketta
Edellä mainittuja yhteys- ja energiaverkostoja koskevassa alueidenkäytössä ja alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon sään ääri-ilmiöiden ja tulvien riskit, ympäröivä maankäyttö ja sen kehittämistarpeet sekä lähiympäristö, erityisesti asutus, arvokkaat luonto- ja kulttuurikohteet ja alueet sekä maiseman erityispiirteet.	Ympäröivä maankäyttö ja sen kehittämistarpeet, lähiympäristö sekä luonto- ja maisema-arvot on selvitetty hankkeen suunnittelun yhteydessä. Arvot on pääosin mahdollista säilyttää tai ottaa huomioon suunnittelussa ja toteuttamisessa. Sään ja meren ääri-ilmiöt sekä tulvien riskit on huomioitu hankkeen suunnittelussa ja YVA-menettelyssä.

## Helsingin seudun erityiskysymykset

### Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Helsingin seutua kehitetään kansainvälisesti kilpailukykyisenä valtakunnallisena pääkeskuksena luomalla edellytykset riittävälle ja monipuoliselle asuntoja työpaikkarakentamiselle, toimivalle liikennejärjestelmälle sekä hyvälle elinympäristölle.	Ei koske tätä hanketta.
Helsingin seudulla edistetään joukkoliikenteeseen, erityisesti raideliikenteeseen tukeutuvaa ja eheytyvää yhdyskuntarakennetta. Seudun keskuksia vahvistetaan asunto-, työpaikka- ja palvelukeskuksina.	Ei koske tätä hanketta

### Erityistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Riittävän asuntotuotannon turvaamiseksi on alueidenkäytössä varmistettava tonttimaan riittävyys.	Ei koske tätä hanketta
Alueidenkäytön suunnittelussa merkittävä rakentaminen tulee sijoittaa joukkoliikenteen, erityisesti raideliikenteen palvelualueelle. Alueidenkäytön mitoituksella tulee parantaa joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä ja hyödyntämismahdollisuuksia. Alueidenkäytössä tulee ehkäistä olemassa olevasta yhdyskuntarakenteesta irrallista hajarakentamista. Alueidenkäytön suunnittelulla tuetaan olemassa olevaa kyläverkostoa ohjaamalla rakentamista kylien yhteyteen.	Ei koske tätä hanketta
Uusien asuin, työpaikka- ja palvelutoimintojen alueiden käyttöönotto ja jo olevien alueiden huomattava täydennysrakentaminen tulee ajoittaa siten, että mahdollisuudet joukkoliikenteen hyödyntämiseen varmistetaan.	Ei koske tätä hanketta
Helsingin seudun liikennejärjestelmää tulee kehittää koko seudun kattavan liikennejärjestelmäsuunnitelman avulla siten, että se hillitsee ilmastonmuutosta sekä tukee yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja riit-	Ei koske tätä hanketta

tävän asuntotuotannon järjestämistä.	
Alueidenkäytössä on turvattava edellytykset metroverkoston laajentumiselle länteen ja itään. Alueidenkäytön suunnittelussa tulee varautua raideliikenteen laajentamiseen yhdyskuntarakentamisen ja asuntotuotannon niin edellyttäessä. Alueidenkäytössä on turvattava Helsinki-Vantaan lentoaseman kytkeminen osaksi raideliikenneverkostoa. Raideliikenneverkostoa laajennettaessa on otettava huomioon ympäröivä alueidenkäyttö ja lähiympäristö, erityisesti asutus, arvokkaat luonto- ja kulttuurikohteet sekä maiseman erityispiirteet.	Ei koske tätä hanketta
Alueidenkäytön suunnittelussa on turvattava väestön tarpeiden edellyttämät ylikunnalliseen virkistyskäyttöön soveltuvat, riittävän laajat ja vetovoimaiset alueet sekä niitä yhdistävän viheralueverkoston jatkuvuus.	Ei koske tätä hanketta

## Luonto- ja kulttuuriympäristöinä erityiset aluekokonaisuudet

### Yleistavoitteet

Tavoite	Toteutuminen hankkeessa
Alueidenkäytöllä edistetään rannikkoalueen, Lapin tunturialueiden ja Vuoksen vesistöalueen säilymistä luonto- ja kulttuuriarvojen kannalta erityisen merkittävänä aluekokonaisuuksina. Samalla varmistetaan että, asumisen ja elinkeinotoiminnan harjoittamisen edellytykset säilyvät. Alueiden erityispiirteet tunnistetaan ja alueidenkäyttö sovitetaan mahdollisimman tasapainoisesti yhteen poikkeuksellisten luonnonolojen, luonnon kestokyvyn ja kulttuuriarvojen turvaamiseksi. Samalla tuetaan luonnonoloihin sopeutuneiden omaleimaisten kylä- ja kulttuuriympäristöjen säilymistä ehyinä.	Alueiden erityispiirteet ja hankkeen vaikutukset arvokkaisiin kokonaisuuksiin ja kohteisiin on tunnistettu. Hankkeella ei ole suoria haitallisia vaikutuksia Pyhäjoen Hanhikiven valtakunnallisesti arvokkaaseen muinaisjäänökseen eikä Simon Karsikon entiseen kalastajakylään, mutta niiden asema maisemassa muuttuisi. Karsikon entisen kalastajakylän valtakunnallinen merkitys on kuitenkin poistumassa Museoviraston lausunnon perusteella. Pyhäjoen Hanhikiven niemen luonnonalue pirstoutuu, kuitenkin merkittävimmät rantaluonnon arvokohteet ja suojelalueet säilyvät.
Saaristomerellä kiinnitetään huomiota alueen jakaantumiseen rannikko-, väli- ja ulkosaaristoon sekä niiden luonnon, kulttuuriympäristöjen ja asutuksen ominaispiirteiden säilymiseen. Samalla otetaan huomioon elinkeinoelämän ja pysyvän asutuksen tarpeet. Saaristomerellä turvataan kulttuurimaiseman kannalta merkittävien alueiden ja riittävän laajojen rakentamattomien alueiden säilyminen.	Ei koske tätä hanketta
Maankohoamisrannikolla otetaan huomioon maankohoamisen taloudelliset ja ympäristölliset vaikutukset olemassa olevaa rakennetta uudistettaessa ja uutta suunniteltaessa. Jokien suistoalueilla kiinnitetään erityistä huomiota maiseman ja luonnon talouden erityispiirteisiin. Rakentamisen sijoittelussa turvataan maankohoamisrannikolle ominaisten luonnon kehityskulkujen alueellinen edustavuus.	Pyhäjoen Hanhikiven niemi on osa maakunnallisesti merkittävää maankohoamisrannikon aluekokonaisuutta, jonka kehityssarjat pirstoutuvat osin. Simon Karsikkoniemen pienialaiset maankohoamisrannikon kehityssarjat säilyvät.

Saamelaisten kotiseutualueen alueidenkäytössä otetaan huomioon saamelaisille alkuperäiskansana kuuluva oikeus ylläpitää ja kehittää omaa kulttuuriaan saamelaisten perinteisten elinkeinojen kehittämisedellytysten turvaamiseksi. Poronhoitoalueella turvataan poronhoidon alueidenkäytölliset edellytykset.	Simon kunta on poronhoitoaluetta. Karsikon niemellä on pienimuotoista poronhoitoa, johon hankkeella ei arvioida olevan vaikutusta
Vuoksen vesistöalueella ohjataan matkailua, vesistöjen virkistyskäyttöä ja vesiliikennettä sekä rakentamista ja muuta maankäyttöä siten, että järviluonnon, maiseman ja kulttuuriperinnön erityispiirteet säilyvät.	Ei koske tätä hanketta

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet koskevat ydinvoimahanketta vain osin. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumisen kannalta keskeisiä ovat mm. energiantuotantoon, elinkeinoelämään, luontoon, maisemaan ja kulttuuriympäristöön, virkistykseen ja loma-asutukseen kohdistuvat vaikutukset sekä voimalaitoksen rakentamiseen ja toimintaan liittyvät haitat ja riskit. Hanke edistää valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista, mutta yksittäisiin tavoitteisiin liittyy myös ristiriitaisia vaikutuksia. Pyhäjoen Hanhikiven niemen arvo yhtenäisenä ekologisenä kokonaisuutena heikkenee.

## 11 ILMASTONMUUTOKSEN AIHEUTTAMA EPÄVARMUUS YMPÄRISTÖVAIKUTUSTENARVIOINNISSA

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 11.

*"Arvio siitä, voiko ja miltä osin ilmastonmuutoksen seurauksena tapahtuvaksi arvioitu veden lämpötilan nousu ja tuulisuuden lisääntyminen yhdessä jäähdytysvesien kanssa ydinvoimalaitoksen käyttöaikana vaikuttaa paikalliseen ekologiaan siten, että YVA-selostuksessa esitetyt ympäristövaikutusarviot kyseenalaistuisivat."*

Ennusteiden mukaan ilmastonmuutoksen vuoksi kohoavan ilman lämpötilan hydrologisia ja fysikaalisia seurauksia Itämeressä ovat pintaveden lämpötilan nousu, kerrostuneisuuden voimistuminen sekä jään peittävyuden, kestoajan ja paksuuden pieneneminen. Samoin sadannan lisääntymisen arvioidaan alentavan suolaisuutta ja myös voimistavan kerrostuneisuutta. Tuulisuuden lisääntyminen taas lisää aallokkoa ja vedenkorkeuden vaihteluita (Myberg 2008). Lisääntyneiden sateiden myötä maalta valuma ja jokien virtaamat mereen kasvavat, ja ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyy (Viitasalo 2008), mitä edistää myös routa-ajan lyheneminen.

Muutosten biologisiin vasteisiin kuuluvat perustuotannon kasvu, sinilevien lisääntyminen, eliölajiston vähittäinen siirtyminen makean veden lajiston ja rehevyyttä suosivien lajien suuntaan, lämpimiin vesiin sopeutuneiden tulokaslajien lisääntyminen ja kalojen lajistosuhteiden muutokset sekä lämpötilan että ravintotilanteen muutosten seurauksena (Viitasalo 2008).

HELCOMin pitkän ajan ennusteiden mukaan Selkämeri ja suurin osa Suomenlahdesta ovat yleisesti jäättömiä 2000-luvun loppupuolella (HELCOM 2007). Jääpeitteisen kau-

den arvioidaan lyhenevän 1–2 kuukautta Itämeren pohjoisosissa ja 2–3 kuukautta eteläosissa, ja meriveden pintalämpötilan arvioidaan olevan 2–4 °C korkeampi vuosisadan loppupuolella verrattuna jaksoon 1961–1990. Lämpenemisen seurauksena kasvukauden (vuorokauden keskilämpötila yli 5 °C) arvioidaan pidentyvän Itämeren pohjoisosissa jopa 20–50 vuorokautta ja eteläosissa 30–90 vuorokautta vuosisadan loppuun mennessä.

Lähivuosisikymmeninä ilman lämpötilan arvioidaan nousevan noin  $0,4 \pm 0,1$  °C / 10 vuotta (Tuomenvirta 2008). Viimeisten 50 vuoden aikana Suomenlahden länsiosan pintaveden lämpötila on noussut yli 0,5 °C (Myberg 2008) ja lämpeneminen jatkuu ilman lämpötilan kohotessa. On kuitenkin huomattava, että ennusteet ilmastomuutoksen seurauksista sisältävät vielä runsaasti epävarmuustekijöitä ja ennusteiden vaihteluvälit ovat suuria.

YVA-selostuksen ilmastomuutostarkastelussa laskettiin veden lämpötilan muutokset kesäkuussa pintakerroksessa ja 2–3 metrin kerroksessa. Arvio tehtiin lisäämällä vuoden 2003 ilman lämpötilaan ja veden lämpötilan reuna-arvoihin sekä alkuarvoon 1,35°C. Kyseinen lämpötilannousu on vuoden 2050 touko-syyskuulle arvioidujen kuukausittaisen lämpötilan nousujen keskiarvo (vaihtelu 1,2–1,5°C). Lämpötilan nousu laskettiin Ilmatieteen laitoksen arviosta ilmastomuutoksen vaikutuksesta lämpötiloihin 2000-luvulla (Jylhä ym. 2004). Arvio tehtiin vähentämällä ilmastomuutostarkastelulaskennan tulokset vastaava laskenta vuodelle 2003, jolloin tuloksena saatiin veden ilmastomuutoksesta johtuva lämpötilannousu, jonka arvioidaan tapahtuvan vuoden 2003–2050 aikana. Ilmastomuutoksen vaikutuslaskennan tulokset olivat kaikilla tarkastelluilla paikkakunnilla ja otto- ja purkupaikkavaihtoehdoilla hyvin samanlaisia, ja YVA-selostuksessa esitetään esimerkkinä lämpötilan muutos Pyhäjoen B2 vaihtoehdyhdistelmässä (pohjaotto O2, purku P1) (Fennovoiman YVA-selostuksen kuva 8-41).

Laskennan perusteella veden lämpötila nousee pintakerroksessa kaikilla paikkakunnilla noin 0,7–1,5 astetta. Syvemmissä kerroksissa rannan lähellä lämpötila nousee kaikilla paikkakunnilla 9–11 metrin kerroksessa noin 0,6–1,5 astetta. Ruotsinpyhtäällä lämpötilan nousu on 20–25 metrin syvyydellä noin 0,5–0,6 astetta.

Kaikilla paikkakunnilla laskennan ennustama veden lämpötilan nousu on jonkin verran pienempi kuin ilman lämpötilan nousu. Tämä johtuu pääasiassa kumpuamisesta, jota tapahtuu tarkastelluilla paikkakunnilla lähinnä pohjoisen ja idän puoleisilla tuulilla. Tällöin syvemmillä oleva kylmä vesi sekoittuu pintaveteen ja viilentää sitä, jolloin pintavesi ei pääse lämpenemään yhtä paljon kuin tilanteessa, jossa kumpuamista ei esiinny.

Ilmaston lämpenemisestä seuraava ravinteisuuden lisääntyminen, veden lämpötilan nousu ja kasvukauden piteneminen johtavat todennäköisesti vesistön rehevyytason nousuun ja mahdollisesti pohjaan painuvan hajoavan orgaanisen aineen myötä pohjanläheisen happitilanteen huonontumiseen ja ravinteiden sisäisen kuormituksen lisääntymiseen. Tälle kehitykselle vastakkaisesti vaikuttavat tuulisuuuden lisääntyminen ja avovesikauden pidentyminen, jotka lisäävät veden sekoittumista ja hapettumista.

Ydinvoimalaitosten jäähdytysvesien aiheuttamat vaikutukset ovat saman suuntaisia kuin ilmaston lämpenemisestä johtuvat, mutta paikallisia. Pintaveden lämpenemisen ja kuormituksen yhteisvaikutus voi nostaa purkualueen lämpötilaa malliennusteen mukaan 0,7–1,5 astetta enemmän kuin pelkkä jäähdytysvesi. Toisaalta avovesikauden piteneminen ja tuulisuuuden lisääntyminen edistävät jäähdytysvesien nopeaa sekoittumista, joten kumuloituva yhteisvaikutus lämpötilan nousuun jää tätä vähäisemmäksi. Kerrostunei-

suuden mahdollinen voimistuminen pitänee alusveden lämpötilan lähellä ennustettua tasoa.

Tarkastelluista sijoituspaikoista Simon ja Pyhäjoen vaihtoehtoissa jäähdytysvedenpurualueet ovat avoimia ja vedenvaihto tehokasta, joten alusveden happitilanteen merkittävä huononeminen tai sisäisen kuormituksen lisääntyminen ei ole todennäköistä, vaikka rehevyystaso jonkin verran nousisi. Ruotsinpyhtäällä, kuten Suomenlahdella yleensäkin, on jo nykyisellään hapettomia alueita, joiden kehittymiseen ja vuosittain vaihtelemaan laajuuteen vaikuttavat lukuisat muutkin tekijät kuin veden lämpötila. Jäähdytysveden otto voi jopa parantaa alusveden happitilannetta aiheuttamallaan veden vaihtuvuudella.

Ilmaston muutoksen aiheuttaman veden lämpötilan nousun vaikutus yhdessä jäähdytysvesien kanssa saattaa paikallisesti jonkin verran voimistaa rehevöitymiseen liittyviä suoria tai seurannaisvaikutuksia. Tuulisuuden lisääntymisen arvioidaan toisaalta lieventävän lämpökuormasta johtuvia vaikutuksia parantuneen sekoittumisen vuoksi, joten nettoyhteisvaikutus on todennäköisesti pieni tai ei lainkaan havaittavissa. Aallokon voimistuminen voi lisätä jonkin verran rantojen eroosiota, mutta kumuloivaa yhteisvaikutusta jäähdytysvesikuormituksen kanssa ei ole odotettavissa.

Edellä esitetyn perusteella ilmastonmuutoksen ei arvioida vaikuttavan alueen vesiekologiaan laitoksen käyttöaikana siten, että YVA-selostuksessa esitetyt ympäristövaikutusarviot kyseenalaistuisivat.

## 12 LÄMMÖN JA SÄHKÖN YHTEISTUOTANNON KESKEISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä kappaleessa esitetään yleisarvio lämmön ja sähkön yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista verrattuna lauhdesähkön tuotantoon. Arvio on laadittu vastamaan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdassa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 12.

*”Yleisarvio lämmön ja sähkön yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista (mukaan lukien mahdolliset eriävät vaikutukset ydinturvallisuuteen) verrattuna pelkän ydinsähkön tuotantoon laitoksella kullakin sijoituspaikkakunnalla.”*

### 12.1 Johdanto

Fennovoima on selvittänyt kaukolämmön tuotannon teknisiä edellytyksiä eri laitosvaihtoehtoissa ja lämmön siirtämistä sekä kaukolämmön kulutusta kaikilla sijoituspaikoilla. Yhtiön kaikki laitosvaihtoehdot voidaan rakentaa tuottamaan sähkön lisäksi kaukolämpöä. Tällöin ympäristöön jäähdytysveden mukana menevän hukkalämmön määrää voitaisiin vähentää talviaikana merkittävästi. Toisaalta kaukolämmön tuotanto pienentää ydinvoimalaitoksen sähkötehoa merkittävästi, noin yhdellä megawatilla jokaista 4–5 kaukolämpömegawattia kohti. (*Fennovoima 2009c*)

### 12.2 Yhteistuotantolaitoksen tekninen toteutus

Kaikki Fennovoiman tarkastelemat laitosvaihtoehdot voidaan rakentaa tuottamaan sähkön lisäksi kaukolämpöä.

Ydinlauhdevoimalaitoksen lauhduttimeen johdettavan höyryn lämpötila on kaukolämpökäyttöön liian matala. Sekä painevesi- että kiehutusvesireaktorin turbiinilaitoksen matalapainepäähän on kuitenkin teknisesti mahdollista liittää lämmönvaihtopiiri, jolla prosessista otetaan kaukolämpökäyttöön lämpöenergiaa riittävän korkeassa lämpötilassa. Kaukolämmön tuotantoa varten ydinvoimalaitoksen turbiinilaitosta olisi siis tarpeen muuttaa. Reaktoriin tai siihen liittyviin turvallisuusjärjestelmiin ei tarvittaisi muutoksia. (*Fennovoima 2009c*)

Turbiinilaitokseen tarvittaisiin mahdollisesti uusia väliottoja matalapaineturbiineihin sekä välipiiri lämmön siirtämiseen turbiinin väliotoista kaukolämmönvaihtimille. Mittavaan kaukolämmöntuotantoon varautuminen todennäköisesti huonontaisi pelkän sähköntuotannon hyötysuhdetta, koska matalapaineturbiinin rakennetta on vaikea optimoida tasaisen tehokkaaksi sekä puhtaaseen lauhdekäyttöön että suuren mittakaavan kaukolämmöntuotantoon. Suunniteltaessa höyryturbiinia on varmistettava, että sen hitausmomentti on sähköverkon vikojen hallinnan kannalta vähintään riittävä. Puhtaaseen lauhdekäyttöön kykeneväksi mitoitettavassa turbiinissa tämä on helpommin saavutettavissa. (*Fennovoima 2009c*)

Yhteistuotantoon tarkoitetun ydinvoimalaitoksen turbiinilaitos suunniteltaisiin joka tapauksessa kykeneväksi toimimaan myös lauhdekäytössä, jotta laitos voi toimia myös kesäaikaan, jolloin kaukolämmön kysyntä on vähäistä. Matalapaineroottorinsa osalta käytännössä täysikokoinen turbiini sopii parhaiten yhteen valtakunnan sähköverkon vika- ja häiriönsietovaatimusten kanssa. (*Fennovoima 2008*)

### 12.3 Yhteistuotantomahdollisuudet vaihtoehtoisilla sijaintipaikkakunnilla

Fennovoima on arvioinut mahdollisuuksia sähkön ja lämmön yhteistuotantoon kaikilla kolmella vaihtoehtoisella voimalaitospaikkakunnalla. Suurin kaukolämpökuorma Suomessa on pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla (Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen) myytiin 9,8 TWh kaukolämpöä (*Energiategollisuus ry 2007*). Energiämääränä tämä vastaa noin 28–40 prosenttia Fennovoiman laitokselta mereen johdettavasta energiasta.

Suora etäisyys Ruotsinpyhtään Gäddbergsön sijoituspaikasta pääkaupunkiseudun kaukolämpöverkossa olevaan Vuosaaren kaukolämpötunneliin on noin 70 kilometriä. Kaukolämpö olisi kuitenkin jaettava pääkaupunkiseudun verkkoon monessa pisteessä, jolloin tarvittavan tunnelin pituus olisi yli 100 kilometriä.

Simosta kaukolämpöä voitaisiin vastaavasti tuottaa esimerkiksi Kemiin, Tornioon ja Haaparantaan ja Pyhäjoelta Raaheen, mutta tarvittavat lämpömäärät olisivat oleellisesti pienempiä kuin pääkaupunkiseudulla. Etäisyydet Simon Karsikon sijoituspaikasta Kemiin ja Tornio-Haaparantaan ovat noin 10 ja 25 kilometriä. Etäisyys Pyhäjoen Hanhikiven sijoituspaikasta Raaheen on noin 30 kilometriä (*Fennovoima 2009c*). Ouluun on sekä Karsikosta että Hanhikiveltä 80–100 kilometriä, joka Oulun alueen lämpökuormalla ja Oulun nykyinen kaukolämmön tuotantorakenne huomioon ottaen voi olla liian pitkä etäisyys kaukolämmön siirtämiseksi taloudellisesti mielekkäästi.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 12-1) on vertailtu yhteistuotantolaitosten ja lauhdevoimalaitoksen teknisiä tietoja kunkin vaihtoehtoisen sijoituspaikan osalta. Lauhdevoimalaitokset eivät eroa eri sijaintipaikkakuntien välillä. Kaukolämpöpotentiaalia on arvioitu

lähialueen kaupunkien lämmöntarpeen mukaan niin, että lämpöteho on mitoitettu vastaamaan noin 50 prosenttia kaupunkien yhteenlasketusta kaukolämmön huipputehosta, jolloin se vastaa noin 80 prosenttia kaukolämmön vuotuisesta kokonaistarpeesta (kokoenergista).

Kaukolämpöä kuluu rakennuksissa sekä tilojen lämmittämiseen että käyttöveden lämmittämiseen. Asuinrakennuksissa käyttöveden lämmityksen osuus on 20–35 % vuotuisesta kaukolämmön kulutuksesta. Kaukolämmön kulutus vaihtelee huomattavasti eri kuukausina. Talvikuukausina lämmityksen osuus on merkittävä, kun taas kesällä kaukolämpöä kuluu lähes ainoastaan lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Touko-syyskuussa kaukolämmön tarpeen on oletettu perustuvan pääasiassa käyttöveden lämmitykseen, melko vähäiseen kaukolämpökuormaan sekä kaukojäähdytykseen ja olevan keskimäärin 20 % kaukolämmön huipputehosta. Ruotsinpyhtäältä on oletettu toimitettavan lämpöä pääkaupunkiseudun kaupungeille ja Porvooseen, Pyhäjoelta Raaheen ja Simosta Kemiin, Tornioon ja Haaparantaan.

Kaukolämpöpotentiaalista ja laitosvaihtoehdoista riippuen yhteistuotanto vähentää mereen johdettavaa lämpötehoa. Vähennemä on suurimmillaan talviaikaan. Kaukolämpökuorman ollessa kesällä pienempi mereen johdettava lämpöteho pienenee selvästi vähemmän. Simon ja Pyhäjoen tapauksissa mereen johdettavan lämpötehon väheneminen on merkityksettömän pientä, vain 0 – 1 prosenttia ympäri vuoden. Ruotsinpyhtäällä väheneminen on talviaikana 36 – 62 %, mutta touko-syyskuussa vain 4 – 6 %.



Taulukko 12-1 Mahdollisten yhteistuotantolaitosten alustavia teknisiä tietoja

	Vaihtoehto 1 (yksi suuri yksikkö)				Vaihtoehto 2 (kaksi pienempää yksikköä)			
	Lauhde- laitos	Kaukolämpölaitos			Lauhde- laitos	Kaukolämpölaitos		
		Ruotsin- pyhtää	Pyhäjoki	Simo		Ruotsin- pyhtää	Pyhäjoki	Simo
Sähköteho, MW	1500- 1800	1000- 1400	1500- 1800	1500- 1800	2000- 2500	1500- 2100	2000- 2500	2000- 2500
Kaukolämpöteho, MW (maksimi)	0	1900	30	50	0	1900	30	50
Kaukolämpöteho, MW (minimi, kesä)	0	760	11	21	0	760	11	21
Hyötysuhde, % (noin)	37	53	37	38	37	47	37	37
Jäähdytyksessä vesistöön johdetta- va lämpöteho, MW (maksimi kauko- lämpökuormalla)	3000- 3100	1200- 1500	3000- 3100	3000- 3100	3600- 4300	2000- 2700	3600- 4300	3300- 4300
Jäähdytyksessä vesistöön johdetta- va lämpöteho, MW (kesäaikana)	3000- 3100	2800- 2900	3000- 3100	3000- 3100	3600- 4300	3400- 4100	3600- 4300	3600- 4300
Mereen johdettavan jäähdytystehon vä- heneminen talviai- kana, % (noin)	-	50 - 62	1	1	-	36 - 45	1	1
Mereen johdettavan jäähdytystehon vä- heneminen kesäai- kana, % (noin)	-	5 - 6	0,1	0,1 - 0,2	-	4 - 5	0 - 0,1	0,1
Vuotuinen sähkön- tuotanto, TWh	12 - 14	8 - 11	12 - 14	12 - 14	16 - 18	12 - 15	16 - 18	16 - 18
Vuotuinen lämmön- tuotanto, TWh	0	8,9	0,1	0,3	0	8,9	0,1	0,3

Mikäli kaukolämpöä siirrettäisiin Pyhäjoelta tai Simosta myös Ouluun, kaukolämmön tuotanto voimalaitoksella kasvaisi 1,4–1,5 terawattituntiin vuodessa, mikä vähentäisi mereen menevää lämpötehoa enimmillään 250 - 650 MW. Vähennemä olisi tällöin laitoskoosta riippuen talviaikana noin 6 – 23 prosenttia ja kesäaikana noin 2 - 9 prosenttia taulukossa esitetyn 0 – 1 prosentin sijaan.

Yhteistuotannon toteuttamismahdollisuudet riippuvat ratkaisevasti tarvittavista lämpöasiakkaista, jotka ostaisivat ja jakelisivat lämmön. Sähkön ja lämmön yhteistuotannon tekninen ja aikataulullinen toteutettavuus, taloudellinen kannattavuus muihin vaihtoehtoihin verrattuna ja ympäristövaikutukset muun muassa tarvittavien lämmönsiirtoputkistojen rakentamisen osalta selvitetään erikseen, kun kaukolämmön tuotantoon liittyvät vaihtoehdot tarkentuvat. (Fennovoima 2009c)

## 12.4 Yhteistuotannon vaikutukset vesistöön

Yhteistuotannolla voidaan vähentää laitoksen ympäristövaikutuksia jäähdytysveden osalta, koska yhteistuotantolaitoksella eli kaukolämpöä tuottavalla voimalaitoksella vesistöön johdettavan lämmön määrä on lauhdevoimalaitosta vähäisempi.

On huomattava, että kaukolämmön tuottaminen vähentää jäähdytysvesien aiheuttamia ympäristövaikutuksia eniten talvella, jolloin kaukolämmön tarve on suurin. Biologisesti vähäaktiiviseen talviaikaan jäähdytysveden merkittävimmät ympäristövaikutukset ovat jäätilanteen heikkeneminen purkualueella ja kasvukauden piteneminen.

Kesällä kaukolämmön tarve on pienempi eikä kaukolämmön tuotantokapasiteettia pystytä hyödyntämään kokonaisuudessaan. Tilanteissa, joissa laitos ei tuota lainkaan kaukolämpöä, jäähdytysvesien aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat samat kuin lauhdevoimalaitoksessa.

Simon ja Pyhäjoen tapauksissa saavutettavissa oleva mereen johdettavan lämpötehon väheneminen kaukolämpöä tuottamalla on merkityksellömän pieni, 0 – 1 prosenttia eikä kaukolämpövaihtoehdolla näin ole käytännössä mitään eroa lauhdevoimalaitokseen nähden sen enempää talvella kuin kesälläkään. Edes kaukolämmön johtaminen Ouluun ei muuttaisi tätä tilannetta olennaisesti.

Ruotsinpyhtään tapauksessa sulan ja heikon jään alue voisi pienentyä enimmillään noin puoleen. Tosin alueen jääolosuhteet ovat jo ennestään epävakaiset nykyisten Loviisan voimalaitosten vaikutuksen vuoksi. Kesäaikaan mereen johdettavan lämpökuorman väheneminen olisi vain 4 – 6 %, eivätkä jäähdytysvesien vaikutukset näin käytännössä poikkeaisi lauhdevoimalaitoksen vaikutuksista.

On huomattava, että mikäli ydinvoimalla tuotetulla kaukolämmöllä korvattaisiin kaukolämpöpaikkakunnilla sijaitsevien nykyisten yhteistuotantolaitosten lämmöntuotantoa, näissä laitoksissa ei enää tuotettaisi myöskään sähköä. Yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö pitäisi tällöin korvata muulla sähköntuotannolla. Jos tämä sähkö tuotettaisiin lauhdetuotantona, jouduttaisiin vastaava hukkalämpö ohjaamaan vesistöön. Tällöin kaukolämmön tuottaminen ydinvoimalaitoksella vain siirtäisi lämpökuorman vaikutuksia merialueelta toiselle.

## 12.5 Yhteistuotannon vaikutukset savukaasupäästöihin

Ydinenergialla tuotetulla kaukolämmöllä voisi tulevaisuudessa olla merkittävä rooli energiantuotannon hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä, mikäli ydinvoimalaitoksen lämmöntuotannolla korvattaisiin suuressa mittakaavassa fossiilisilla polttoaineilla tapahtuvaa kaukolämmöntuotantoa. Mikäli nykyinen lämmöntuotanto perustuu sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, menetettäisiin kuitenkin nykyisten yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö. Mikäli kyseinen tuottamatta jäävä sähköntuotanto voitaisiin korvata päästöttömillä tuotantomuodoilla (esimerkiksi vesivoima, tuulivoima, ydinvoima) voitaisiin päästä merkittäviin alenemiin Suomen hiilidioksidipäästöissä. Nykyisten yhteistuotantolaitosten sähköntuotannon korvaavan sähkön päästöt on arvioitu kolmella vaihtoehdoisella tavalla:

1. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa käytetyn nollavaihtoehdon mukainen sähköntuotanto, jossa pääosa sähköstä olisi tuontisähköä ja loppuosa tuotet-

taisiin Suomessa olemassa olevalla tai uudella sähköntuotantokapasiteetilla, joka olisi enimmäkseen sähkön erillistuotantoa ja pieneltä osin sähkön ja lämmön yhteistuotantoa. Tuontisähkön hiilidioksidipäästökertoimenä on käytetty nollaa tuontisähkön tuotantotavasta riippumatta. Tällöin päästökertoimeksi tulee 38 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>.

2. Suomen keskimääräinen sähkön hankinta: 221 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>, vuosien 2003–2007 keskiarvo, Energiatilastot 2007
3. Marginaalinen sähköntuotanto eli Suomessa tuotettu sähkön erillistuotanto, jossa kivihiihi on pääasiallinen polttoaine: 700 kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>e</sub>, Motiva 2003<sup>1</sup>

### ***Ruotsinpyhtään Gäddbergsö***

Tällä hetkellä pääkaupunkiseudun kaukolämmön tuotanto perustuu valtaosin sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Kaukolämmön tuotannon polttoaineina käytetään maakaasua, hiiltä ja öljyä.

Jos pääosa kaukolämmöstä tuotettaisiin ydinvoimalaitoksella, kaukolämmöntuotannon hiilidioksidipäästöt vähenisivät merkittävästi. Tällöin kuitenkin menetettäisiin nykyisten yhteistuotantolaitosten tuottama sähkö.

Hyödyntämällä ydinkaukolämpöä, sähkön ja lämmön tuotannon päästöt pääkaupunkiseudulla vähenisivät jopa 85 prosenttia vuoden 2007 päästöihin verrattuna, jos tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö korvattaisiin nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla. Päästöjen vähenemä olisi noin 60 prosenttia, jos tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö voitaisiin korvata Suomen keskimääräistä sähkön hankintaa vastaavalla tuotannolla. Jos taas kyseinen sähkö tuotettaisiin marginaalisella sähköntuotannolla, hiilidioksidipäästöt voisivat jopa hieman nousta nykytasosta. Ydinvoimalaitos on kuitenkin suunniteltu peruskuormalaitokseksi, mikä tarkoittaa, että sitä käytetään jatkuvasti tasaisella teholla lukuun ottamatta muutaman viikon mittaisia, 12–24 kuukauden välein suoritettavia huoltoseisokkeja (*Fennovoima 2008*). Näin ollen marginaalinen sähköntuotanto, joka kattaa vain huippukuormituksen aikaisia kulutushuippuja, ei vastaa ydinvoimalaitoksen ajotapaa eikä siten sovellu yksinään vertailukohdaksi.

Myös rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt muuttuisivat vastaavalla tavalla eli vähenisivät niillä kaukolämpölaitoksilla, joiden tuotantoa ydinkaukolämpö korvaisi. Päästöjä kuitenkin muodostuisi, kun kaukolämpölaitoksilla tuottamatta jäävä sähkö täytyisi tuottaa muualla. Jos yhteistuotannossa tuottamatta jäävä sähkö korvattaisiin ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa kuvatun nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla, sähkön- ja lämmöntuotannon rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt vähenisivät merkittävästi nykyisestä.

### ***Pyhäjoen Hanhikivi ja Simon Karsikkoniemi***

Oulussa, Kemissä, Torniossa ja Haaparannassa kaukolämpö tuotetaan tällä hetkellä turpeella, puulla ja öljyllä. Raahessa suurin osa lämmöstä on teollisuuden sekundäärilämpöä eli teollisuusprosesseista sivutuotteena saatavaa lämpöä ja sen korvaaminen ydin-

<sup>1</sup> Motiva. Energiakatselmuksissa säästötoimenpiteiden laskennassa käytettävät CO<sub>2</sub>-kertoimet. 1.7.2003

voimalla tuotetulla kaukolämmöllä ei pienentäisi Raahen alueen kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjä.

Mikäli ydinvoimalaitoksen sijoituspaikaksi valitaan Simon Karsikkoniemi, ydinvoimala tuotettu kaukolämpö voisi vähentää kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjä Kemissä, Torniossa ja Haaparannassa jopa 80 prosenttia vuoden 2007 päästöihin verrattuna, jos laitos toimittaisi lämpöä näihin kaupunkeihin.

Mikäli Simossa tai Pyhäjoella sijaitseva laitos toimittaisi kaukolämpöä myös Oulun seudulle, kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt siellä vähenisivät merkittävästi. Oulussa tuotetaan kuitenkin nykyisissä laitoksissa kaukolämmön tuotannon yhteydessä yhteistuotantosähköä, joka ydinkaukolämpötilanteessa jää tuottamatta. Jos Oulussa tuottamatta jäävä yhteistuotantosähkö korvattaisiin nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannolla, sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöt alueella vähenisivät yli 80 prosenttia. Jos kyseinen sähköntuotanto voitaisiin korvata Suomen keskimääräistä sähkön hankintaa vastaavalla tuotannolla, voitaisiin päästä jopa 70 prosentin alenemiin sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöissä vuoteen 2007 verrattuna. Jos taas kyseinen sähkö tuotettaisiin marginaalisella sähköntuotannolla, vähennys alueen CO<sub>2</sub>-päästöissä olisi 31–38 prosenttia vuoteen 2007 verrattuna.

Simossa sijaitsevan laitoksen myötä myös lämmöntuotannon rikkidioksidi-, typenoksiidi- ja hiukkaspäästöt vähenisivät ydinkaukolämpövaihtoehdossa lämmön korvauksessa turpeella, puulla ja öljyllä tuotettavaa kaukolämpöä. Pyhäjoen sijaintipaikkavaihtoehdossa kaukolämmöntuotannon päästöt eivät juuri muuttuisi, koska kaukolämpö tuotetaan teollisuuden sekundäärilämmöllä.

## 12.6 Kaukolämmön johtamisen ympäristövaikutukset

### 12.6.1 Kaukolämpöputken toteutus

*Ruotsinpyhtään Gäddbergsöltä* kaukolämmön johtamiseksi pääkaupunkiseudulle tulisi rakentaa kaksi noin puolitoista metriä halkaisijaltaan olevaa putkea, toinen meno- ja toinen paluuedelle. Putket kulkisivat joko kallioon louhittavassa tai porattavassa, läpimitaltaan noin kuuden metrin tunnelissa tai maahan kaivettavissa, esieristetyissä kaukolämpöputkissa. Tarvittavan putkireitin pituus olisi noin 100 kilometriä. Kaukolämpöputken rakentamisen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa metsäalueille. Rakentamisen vaikutukset voivat kohdistua myös yksittäisiin peltoalueisiin.

*Pyhäjoen Hanhikiven nimeltä ja Simon Karsikkoniemeltä* kaukolämpö johdettaisiin kaukolämpöverkkoon joko kalliotunnelissa tai maahan kaivettavissa esieristetyissä kaukolämpöputkissa.

Toteuttamiskelpoisin kaukolämmön johtamisratkaisu riippuu laitoksen sijainnista, siirrettävästä lämpötehosta sekä siirrettävän kaukolämmön lämpötilasta. Mikäli tarvittava siirtolämpötila on hyvin korkea (esimerkiksi 160 °C), normaalilla pintamaahan sijoituvalla kaukolämpötekniikalla (polyuretaanieristeiset kaukolämpöputket) tätä ei voida toteuttaa, vaan putkessa täytyy olla villaeristeitä. Tällaista putkea ei voi haudata suoraan maahan, vaan se on sijoitettava esimerkiksi kalliotunneliin.

## 12.6.2 Ympäristövaikutukset

Seuraavassa on esitetty lyhyesti kaukolämmön siirron ympäristövaikutukset. Putken rakentaminen edellyttäneen erillisen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toteuttamista.

### 12.6.2.1 Maahan kaivettavan kaukolämpöputken ympäristövaikutukset

Esieristetyille kaukolämpöputkille joudutaan kaivamaan maahan reitit. Maanalaisten rakenteiden sijainti selvitetään ennen töiden aloittamista niiden vaurioitumisen välttämiseksi. Louhinta- ja maankaivutöistä aiheutuu melua, tärinää ja pölyä, jotka aiheuttavat häiriötä ihmisille ja luonnolle. Työmaan aiheuttamia meluvaikutuksia voidaan lieventää melua aiheuttavien toimintojen sijoittelulla sekä melun vaimenemista edesauttavien rakennusmateriaalien ja -tekniikan valinnoilla (*Fennovoima 2009c*).

Herkillä alueilla voidaan käyttää niin sanottua suuntaporausmenetelmää, jolla voidaan asentaa putki maahan ilman avokaivantoa ja siten lieventää ympäristövaikutuksia.

Rakentamiseen liittyvät raskaat kuljetukset, kuten ylimääräisen maa- ja kiviaineksen kuljetukset läjitysalueille, voivat häiritä muuta liikennettä sekä ihmisiä ja luontoa. Haittoja voidaan lieventää liikennejärjestelyin ja merkitemällä työalueet asianmukaisesti.

Rakentamisen aikana kaukolämpöputkityömaa muuttaa selvästi maisemaa. Putken valmistuttua maisemamuutokset säilyvät metsäalueilla, joille jää putkireitin kohdalle puuton kaistale.

Kaukolämpöputken rakentaminen rajoittaa metsä- ja maatalouden harjoittamista. Maankaivu tulee kuitenkin putkihankkeissa ajoittaa viljelyn suhteen siten, että haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Kaukolämpöputkien ollessa toiminnassa niiden päälle ei voida rakentaa pysyviä rakenteita (rakennuksia), mutta esimerkiksi teiden rakentaminen on mahdollisia.

### 12.6.2.2 Kaukolämpötunnelin rakentamisen ympäristövaikutukset

Kaukolämpötunnelin rakentaminen edellyttää rakennusaikaisia ajoreittejä tunneliin, joita täytyy rakentaa noin 4–5 kilometrin välein. Tunnelin rakentamista varten rakennettavat ajotunnelit aiheuttavat rajoituksia maankäytölle ajotunnelin ajoaukon ympäristössä, jossa liikenne on rakentamisen aikana vilkasta. Lisäksi ajotunneleiden ympäristössä tarvitaan tilaa kallioaineksen välivarastoinnille, kuormaukselle ja liikennöinnille sekä työmaatoiminnoille. Ajotunneleiden luokse on mahdollisesti raivattava uusia teitä. Rakennustöiden aikaisia liikennehaittoja voidaan lieventää liikennejärjestelyin ja merkitemällä työalueet asianmukaisesti.

Rakennustekniikka vaikuttaa kalliotunnelin rakentamisaikaisten ympäristövaikutusten laajuuteen. Poratun kalliotunnelin rakentamisessa ympäristövaikutukset ovat pienemmät kuin louhitussa tunnelissa. Täysprofiiliporauksella voidaan vähentää louhinnasta aiheutuvia ympäristöhaittoja. Koska porauksessa ei käytetä räjäytysaineita, ympäröivää kalliota ei rikota ja tarvittavat lujitustoimenpiteet voidaan minimoida. Ylilouhintaa ei tapahdu käytännössä ollenkaan käytettäessä täysprofiiliporausta ja tunnelista kuljetettavan ylimääräisen kiviaineksen määrä jää pieneksi. Tunnelin vuoraukseen tarvitaan huomatt-

tavasti pienempi määrä betonia kuin louhitussa tunnelissa. Työturvallisuus lisääntyy, koska ei käytetä räjähdysaineita ja tunnelin katosta ja seinistä tippuvan kiviaineksen määrä pienenee.

Tunnelin rakentajat altistuvat työssään pölylle ja mahdollisesti myös radioaktiiviselle radonkaasulle, jota voi olla tunnelin ilmassa. Tunnelirakentamisen aikainen ilmastointi tulitaisiin toteuttamaan voimassaolevien säädösten edellyttämällä tavalla ja työntekijöiden altistus pölylle ja kaasuille pitämään mahdollisimman pienenä työsuojelullisin ja -hygieenisin keinoin.

Rakentamisen aikana saattaa aiheutua vaikutuksia myös pohjavesiin. Tunnelin rakentamisesta johtuen pohjavesipinnat saattavat laskea pohjaveden valuessa tunneliin. Tämä saattaa aiheuttaa kaivojen vedenpinnan laskua ja pohjavesiesiintymien antoisuuden pienenemistä etenkin rakentamisaikana. Pohjaveden virtaus tunneliin vähenee todennäköisesti ajan mittaan pohjaveden pinnan alentuessa. Mikäli maaperä on savista ja pohjaveden pinnan alentuma jää pysyväksi, pohjaveden pinnan aleneminen aiheuttaa saven painumista, mikä taas saattaa vaikuttaa maan päällisiin rakenteisiin. Lisäksi tunnelin alittaessa asuttuja taajamia on jo ennen rakentamisen alkua tehtävä näille alueille pohjaveden tarkkailujärjestelmät, jotta voidaan seurata pohjaveden käyttäytymistä tunnelin rakentamisen ja käytön aikana. Tunnelin rakentaminen voi myös aiheuttaa tärinää ja pieniä vaurioita rakenteille kiinteistöissä linjan läheisyydessä, jos tunneli toteutetaan louhimalalla.

Tunnelit pyritään rakentamaan niin tiiviiksi, ettei merkittäviä pohjaveden vuotoja tunneliin syntyisi niillä alueilla, joilla pohjaveden alenemisesta on haittaa. Tunnelien suunnittelussa otetaan huomioon pohjavesialueet ja vältetään alueita, joilla suuret pohjavesivuodot ovat todennäköisiä. Louhintojen suunnittelussa otetaan huomioon tunnelin läheisyydessä olevat rakennukset. Täysprofiiliporauksella toteutettu tunneli on rakenteeltaan tiiviimpi, mikä todennäköisesti aiheuttaisi vähemmän vaikutuksia pohjaveden pinnankorkeuteen ja louhintatärinäihin.

Muut kaukolämpötunnelin käytön aikaiset vaikutukset rajoittuvat vähäiseen huoltoliikenteeseen.

## 12.7 Yhteistuotannon vaikutukset ydinturvallisuuteen

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se täyttää lainsäädännön ja viranomaisten asettamat vaatimukset. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa noudatetaan tinkimättä turvallisuusperiaatteita ja sen keskeisiin suunnitteluperusteisiin kuuluu varautuminen erilaisiin häiriö- ja onnettomuustilanteisiin, mukaan lukien myös reaktorin sulamisesta johtuvien vakavien onnettomuuksien mahdollisuus sekä ulkoisista tekijöistä aiheutuvat uhkat. (*Fennovoima 2008*)

Ydinvoimalaitoksen yhteiskäytöllä sähkön ja lämmön tuotantoon ei ole vaikutusta laitoksen ydinturvallisuusominaisuuksiin, koska voimalaitoksen ydinteknisiin osiin ei tarvitse tehdä muutoksia. Mikäli yhteistuotannossa toimivan ydinvoimalaitoksen lämpö- ja sähkötehojen säätämisen tarve vaikuttaa merkittävästi laitoksella mahdollisiin käyttöhäiriöihin, esimerkiksi aiheuttamalla vika- tai häiriötyyppejä, joita lauhdekäytössä ei esiinny, otetaan ne huomioon laitoksen turvallisuussuunnittelussa samoilla menettelyillä kuin muutkin mitoittavat tapahtumat. (*Fennovoima 2008*)

Radioaktiivisten aineiden pääseminen kaukolämpöverkkoon estetään siirtämällä lämpö turbiinipiiristä kaukolämpöverkkoon suljetun ja puhtaan välipiirin avulla niin, että välipiirin toimintapaine on suurempi kuin sekä turbiinipuolen lämmönvaihtimien että kaukolämpöpuolen lämmönvaihtimien. Painevesireaktorissa varmistus hoidetaan puhtaan sekundääripiirin ja kaukolämmönvaihtimien avulla ja kiehutusvesireaktorissa lämmönsiirron välipiirin ja kaukolämmönvaihtimien avulla. Tämän lisäksi kaukolämpöveden aktiivisuutta seurataan jatkuvasti ja kaukolämpöverkon vesikierto suljetaan tarvittaessa.

Fennovoiman käytössä on Staden laitoksella Saksassa hankittu pitkäaikainen käyttökokemus lämmön toimittamisesta ydinvoimalaitokselta läheisen teollisuuslaitoksen prosessin tarpeisiin välipiirijärjestelyllä. Mikäli esimerkiksi turbiinipuolen lämmönvaihtimissa sattuisi vuoto, suuntautuisi se puhtaasta välipiiristä turbiinin päin. (*Fennovoima 2008*) Muita ydin- tai säteilyturvallisuusvaikutuksia ei yhteistuotannolla arvioida olevan.

**12.8 Yhteenveto yhteistuotannon keskeisistä ympäristövaikutuksista**

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa on vertailtu sähkön ja lämmön yhteistuotannon keskeisiä vaikutuksia paikkakunnittain lauhdevoimailaitoksen vaikutuksiin.



Lauhdevoimalaitos		Yhteistuotantovoimalaitos	
	Pyhäjoki	Ruotsinpyhtää	Simo
<b>Ydinturvallisuus</b>	Ydinvoimalaitos suunnitellaan niin, että sen radioaktiiviset päästöt allittavat niille asetetut raja-arvot. Laitoksen radioaktiiviset päästöt ovat niin pieniä, ettei niillä ole havaittavia vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin.	Radioaktiivisten aineiden pääseminen kaukolämpöverkkoon estetään siirtämällä lämpö turbiinipiiristä kaukolämpöverkkoon suljetun ja puhtaan välipiirin avulla. Tämän lisäksi kaukolämpöveden aktiivisuutta seurataan jatkuvasti ja kaukolämpöverkon vesikierto suljetaan tarvittaessa. Ydinvoimalaitoksen yhteiskäytöllä sähkön ja lämmön tuotantoon ei ole vaikutusta laitoksen ydinturvallisuusominaisuuksiin, koska muutoksia ei tarvitse tehdä voimalaitoksen ydinteknisiin osiin.	
<b>Jäähdytysvesikuorma mereen</b>	Mereen johdettava lämpökuorma on noin 3000-3100 MW (yksi iso yksikkö) tai 3600-4300 MW (kaksi pienempää yksikköä).	Mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 25 MW (1 %) talvisin kaukolämpökuorman ollessa suurimmillaan. Kesällä mereseen johdettava lämpökuorma vastaa lauhde- laitoksen kuormaa.	Mereen johdettava lämpökuorma vähenee noin 40 MW (1 %) talvisin kaukolämpökuorman ollessa suurimmillaan. Kesällä mereseen johdettava lämpökuorma vähenee noin 4-5 MW (0,1 – 0,2 %).
	Ei havaittavaa eroa lauhdevoimalaitokseen sen enempää kasvukauden aikaisten kuin talviaikaisenkaan vesistövaikutusten osalta	Kasvukauden aikaiset vaikutukset eivät käytännössä poikkea havaittavasti lauhdevoimalaitosvaihtoehdosta.	Ei havaittavaa eroa lauhdevoimalaitokseen sen enempää kasvukauden aikaisten kuin talviaikaisenkaan vesistövaikutusten osalta
	Talviaikainen yhtenäinen sulan ja heikon jään alue on pienempi kuin lauhdevoimalaitosvaihtoehdossa.	Talviaikainen yhtenäinen sulan ja heikon jään alue on pienempi kuin lauhdevoimalaitosvaihtoehdossa.	
<b>Hiiliidioksidipäästöt</b>	Ydinvoiman tuotannosta ei synny hiiliidioksidipäästöjä.	Ydinvoimakaukolämmöllä ei olisi vaikutusta paikallisen kaukolämmön tuotannon hiiliidioksidipäästöihin, koska lämpö saadaan nykyisin teollisuusprosessien sivutuotteena eikä nykyisen lämmön oston loppuminen todennäköisesti pienentäisi teollisuuden päästöjä.	Ydinvoimalla tuotettu kaukolämpö vähentäisi paikallisen kaukolämmön tuotannon hiiliidioksidipäästöjä noin 80 prosenttia.

<p><b>Muut päästöt</b></p>	<p>Ydinvoiman tuotannosta ei aiheudu rikkidioksiidi-, typenoksiidi- ja hiukkaspäästöjä.</p>	<p>Ydinvoimalla ei ole merkittävää vaikutusta lämmön tuotannon päästöihin, koska lämpö saadaan nykyisin teollisuusprosessien sivutuotteena eikä nykyisen lämmön oston loppuminen todennäköisesti pienentäisi teollisuuden päästöjä.</p>	<p>Kaukolämmön tuotanto vähentäisi merkittävästi paikallisen energiantuotannon SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>- ja hiukkaspäästöjä.</p> <p>Nykyisten kaukolämpölaitosten sähköntuotannon korvaaminen nollavaihtoehdon mukaisella sähköntuotannon vähentäisi syntyviä sähköntuotannon päästöjä merkittävästi.</p> <p>Myös nykyisten kaukolämpölaitosten sähköntuotannon korvaaminen keskimääräisellä sähköntuotannolla vähentäisi syntyviä sähköntuotannon päästöjä.</p>	<p>Kaukolämmön tuotanto vähentäisi paikallisen lämmöntuotannon SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>- ja hiukkaspäästöjä.</p> <p>Kaukolämmön tuotannon yhteydessä ei nykytilanteessa tuoteta yhteistuotantosaikköä, joten korvaavaa sähköntuotantoa ei tarvita eikä siitä näin synny päästöjä.</p>
<p><b>Kaukolämmön siirto</b></p>	<p>-</p>	<p><b>Esiaristetty maahan kaivettu kaukolämpöputki:</b> Kaukolämpöputken kaivuun aikaiset vaikutukset (mm. melu, pöly, tärinä, maa- ja kiviaineksen käsittely, liikenne). Käytön aikaisia vaikutuksia: maankäytön rajoitukset, maisemahaitta metsäalueilla.</p> <p><b>Kaukolämpötunneli:</b> Kaukolämpötunnelin kaivuun aikaiset vaikutukset (mm. melu, pöly, tärinä, maa- ja kiviaineksen käsittely, liikenne). Vähäistä huoltoliikennettä tunnelin ollessa käytössä. Mahdollisia vaikutuksia pohjaveden pinnan korkeuteen.</p>		

## 13 KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN KULJETUSTEN RISKIT JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 13.

*”Tarkempi selvitys käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten riskeistä ja ympäristövaikutuksista kunkin vaihtoehdoisen sijoituspaikan osalta sekä vastaavasti vaihtoehtoreiteistä laitosalueelta lähialueelle ja kohti mahdollista loppusijoituspaikkaa.”*

### 13.1 Johdanto

Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan laitosalueella sijaitsevassa käytetyn ydinpolttoaineen varastossa, kunnes se siirretään välivarastoinnin jälkeen ydinvoimalaitosalueelta ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkaan. Vaihtoehtoisina kuljetustapoina ovat maantie-, rautatie- ja merikuljetus tai näiden kuljetusmuotojen yhdistelmä. Kuljetusmuodosta riippumatta käytetty ydinpolttoaine lastataan aina käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusta varten suunniteltuun kuljetussäiliöön kuljetuksen ajaksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin liittyviä riskejä tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon niin normaalikuljetukset kuin mahdolliset häiriö- ja onnettomuustilanteet. Normaalikuljetuksissa kuljetussäiliön oletetaan pysyvän ehjänä ja kuljetus etenee suunnitelman mukaisesti. Normaalikuljetuksen osalta on tässä luvussa selvitetty käytetyn ydinpolttoaineen lastauksen ja kuljetuksen aikana kuljetushenkilöstölle sekä kuljetusreitien varrella asuvalle henkilölle aiheutuvaa ulkoista efektiivistä säteilyannosta ja sen mahdollisesti aiheuttamaa terveysriskiä.

Häiriötilanteessa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus voi keskeytyä esim. kuljetuskaluston teknisen vian tai liikenneonnettomuuden vuoksi. Onnettomuustilanteiden mahdollisia syitä voivat olla törmäystilanteet, ulkoiset tekijät (sabotaasi, salamanisku) ja palotilanteet. Tässä selvityksessä tarkastellaan kuljetussäiliön kestävyyttä edellä mainituissa onnettomuustilanteissa ja niistä mahdollisesti aiheutuvia säteilyvaikutuksia.

### 13.2 Käytetyn polttoaineen kuljetukselle asetetut vaatimukset

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus on Suomessa luvanvaraista toimintaa, jota koskevat yleiset vaarallisten aineiden kuljetussäännökset ja ydinenergian käyttöön liittyvät säännökset. Kuljetuksiin sovelletaan myös ydinvastuulakia. Luvan käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen myöntää ydinenergia-asetuksen (161/1988) perusteella Säteilyturvakeskus. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliöiden vaatimukset esitetään Säteilyturvakeskuksen antamassa ohjeessa YVL 6.4 (Radioaktiivisten aineiden kollit ja pakkaukset) ja kuljetuksia koskevat määräykset ohjeessa YVL 6.5 (Ydinaineiden ja ydinjätteen kuljetukset).

Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA on antanut käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksille ohjeet niin normaali- kuin poikkeustilanteissa (*IAEA 2000*). Ohjeistuksen tarkoituksena on taata kuljetusten turvallisuus siten, että käytettävä kuljetussäiliö suojaa riittävästi ympäristöä ja kuljetettavaa ydinpolttoainetta siten, ettei ympäristölle aiheudu sallittua säteilyannosta suurempaa räsitusta.

Kuljetussäiliön paksut, tiheästä materiaalista valmistetut seinämät vaimentavat tehokkaasti ydinpolttoaineesta lähtevän gammasäteilyn sekä pysäyttävät täysin alfa- ja beetasäteilyn. Normaalisissa kuljetustilanteissa säteilyn annosnopeus 1 metrin etäisyydellä

kuljetussäiliön ulkopinnasta ei saa ylittää arvoa 0,1 mSv/h eikä säiliön ulkopinnalla arvoa 2 mSv/h. Säiliön ja sen sisällön tulee kestää vahingoittumattomana kuljetuksesta aiheutuvat rasitukset ja vuotovirtaus säiliöstä saa olla hyvin pieni. IAEA:n asettamien ehtojen mukaisesti kuljetussäiliön tulee normaalitilanteessa kestää seuraavat testit:

- vesisuihku tunnin ajan
- pudotus 0,3–1,2 metrin korkeudelta peräänantamattomalle joustamattomalle alustalle
- säiliön painoon nähden viisinkertainen kuorma
- tunkeumatesti, jossa 6 kilon terästanko pudotetaan 1 metrin korkeudelta säiliön sivuseinämää kohden
- Säiliön pintakontaminaatiosta aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm<sup>2</sup> ja erälle radionuklideille 0,4 Bq/cm<sup>2</sup>. (IAEA 2000).

Mahdollisissa onnettomuustilanteissa kuljetussäiliön tulee kestää mekaaniset ja termiset kuormitukset, jotka voisivat aiheutua törmäystilanteessa säiliöön kohdistuvista iskuista tai törmäyksestä palavia nesteitä kuljettavan ajoneuvon kanssa. Poikkeustilanteiden varalta IAEA:n asettamat vaatimukset kuljetussäiliölle ovat huomattavasti normaalitilannetta tiukemmat:

- pudotus joustamattomalle alustalle seurauksiltaan epäedullisimmassa kohtaamiskulmassa 9 metrin korkeudelta
- pudotus halkaisijaltaan 0,15 metrin terästangon päälle 1 metrin korkeudelta
- lammikkopalon aiheuttama kuumennus vähintään 30 minuutin ajan, kun liekkiä lämpötila on 800 °C ja ne koskettavat säiliön koko pintaan
- upotus veteen 200 metrin syvyyteen vähintään tunnin ajaksi. (IAEA 2000)

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin tarkoitetuille säiliöille on tehty useita täyden mittakaavan testejä, joissa IAEA:n ohjeavot on ylitetty reilusti, ja silti säiliöt ovat pysyneet tiiviinä. Kestävyys ja turvallisuusmarginaalien selvittämiseksi säiliön seinämään on tahallisesti tehty 120 millimetrin syvyinen rako ja kuljetussäiliö on pudotettu 14 metrin korkeudesta, minkä tuloksena säiliö sai ainoastaan pintavaurioita eikä menettänyt tiiveyttään. Säiliön tiiveys säilyi täysin myös, kun sitä testattiin paineessa joka vastaa 4 000 metrin vedensyvyyttä, mikä ylittää IAEA:n ohjeavot 20-kertaisesti.

Ohjeavojen mukaan valmistetun kuljetussäiliön ei arvioida rikkoutuvan edes suurella nopeudella tapahtuvassa törmäyksessä pistemäiseen kohteeseen, esimerkiksi teräsbetonipilariin. Tällaisessa tapauksessa säiliö voisi vääntyä ja sen tiiveys saatettaisiin menettää, mutta se ei rikkoutuisi, jolloin ainoastaan kaasumaisia tai muutoin helposti vapautuvia radioaktiivisia aineita voisi päästä ympäristöön ydinpolttoainesauvoista. Toisaalta kuljetusten nopeusrajoitukset ovat alhaiset, joten näin suuria voimia ei voi aiheutua pelkästään esimerkiksi kuljetusajoneuvon suistuessa tieltä ja törmätessä betonirakenteeseen tai kallioleikkaukseen.

Yhteentörmäys polttoainetta kuljettavan säiliöajoneuvon kanssa voisi aiheuttaa tulipalon säiliön ympärillä. Täysperävaunullinen kuljetusajoneuvo sisältää täytenä noin 50 m<sup>3</sup> polttoainetta, joka palaisi kokonaisuudessaan 30 minuutissa. Kuljetussäiliön tulee kestää jo ainoastaan IAEA:n asettamien raja-arvojen mukaisesti tällainen tulipalo. Tutkimuksissa on arvioitu, että säiliön vuototodennäköisyys tulipalossa on ainoastaan 0,001. (Suolanen ym. 2004)

### 13.3 Kuljetusmuodot ja niiden reunaehdot

Käytetty ydinpolttoaine voidaan kuljettaa ydinvoimalaitokselta loppusijoitustilaan maantie-, rautatie- tai merikuljetuksena. Maantiekuljetuksiin käytetään kuorma-auton vetämää erikoislavettia. 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.

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.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus meriteitse edellyttää tarkoitukseen soveltuvaa alusta. Ruotsissa on jo vuodesta 1982 kuljetettu käytettyä ydinpolttoainetta kaikilta maan ydinvoimalaitoksilta Oskarshamnin ydinvoimalaitoksen läheisyydessä olevaan keskitettyyn välivarastoon m/s Sigyn -nimisellä erikoisaluksella, joka on suunniteltu nimenomaan runsasaktiivisen ydinmateriaalin siirtämiseen.

### 13.4 Kuljetusten määrä

Ydinvoimalaitoksen toiminnasta syntyy vuosittain 35–60 uraanitonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Yhteen kuljetussäiliöön mahtuu tyypillisesti 10 uraanitonnia vastaava määrä käytettyä ydinpolttoainetta. Mikäli oletetaan, että loppusijoituslaitoksen kapasiteetti on riittävä käsittelemään yhden 10 uraanitonnin erän kerralla, olisi käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia keskimäärin 4–6 kappaletta vuodessa loppusijoitustoiminnan alkamisesta siihen saakka, kunnes kaikki käytetty ydinpolttoaine on toimitettu loppusijoitettavaksi.

Loppusijoitustoiminnan arvioidaan alkavan aikaisintaan vuonna 2050 ja päättyvän 60 vuoden kuluttua tästä. Yhteensä laitoksen toiminta-aikana käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia lähtisi laitosalueelta 200–360 kappaletta.

### 13.5 Kuljetusreitit

Kuljetusreittejä ei voida tässä vaiheessa arvioida kokonaisuudessaan laitosalueelta loppusijoituspaikalle, sillä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset kuuluvat Fennovoiman hankkeen rajauksessa loppusijoitustoiminnan piiriin, ja kuljetusten ympäristövaikutukset ja turvallisuus arvioidaan erikseen hankkeen edetessä. Seuraavassa esitetään mahdolliset kuljetustavat ja kuljetusreitit ydinvoimalaitoksen vaihtoehtoisten sijoituspaikkojen lähialueilla sen arvioimiseksi, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset laitosalueelta loppusijoituspaikalle johtaville yleisille kuljetusväylille on mahdollista toteuttaa. Tar-

kastellut reittivaihtoehdot ovat maantie-, rautatie- tai merireittejä tai näiden yhdistelmiä. Näillä kuljetusmenetelmillä voidaan saavuttaa Suomessa sijaitseva loppusijoitus.

### 13.5.1 Kuljetukset Simon Karsikkoniemeltä

Tarkemmat kartat Simon Karsikkoniemen lähiympäristöstä ja liikennemääristä löytyvät Fennovoiman ydinvoimalaitosten ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta (*Fennovoima 2008*). Tarkasteltavat kuljetusvaihtoehdot ovat maantie-, rautatie- ja merikuljetus. Kaikissa kuljetusmuotovaihtoehdoissa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset Simon voimalaitokselta Karsikkoniemeltä lähtevät maantiekuljetuksina. Kuljetussäiliö kuljetetaan rekalla, jossa on tarkoitusta varten erikoislavetti. Maantiekuljetuksessa kuljetus lähtee liikkeelle ydinvoimalaitokselta ja etenee Karsikontietä valtatie 4:lle. Karsikontien ja valtatie 4:n risteyksestä kuljetus etenee kohti loppusijoituslaitosta.

Rautatiekuljetuksissa käytetty ydinpolttoaine siirretään ensin maantiekuljetuksena ydinvoimalaitokselta Ajoksen satamaan reittiä: ydinvoimalaitos - Karsikontie - Valtatie valtatie 4 - Ajoksentie - Ajoksen rautatieasema. Kuljetusmatka on noin 22 kilometriä. Ajoksen rautatieasemalla kuljetussäiliö siirretään raskaita erikoiskuljetuksia varten suunniteltuun syväkuormausvaunuun. Ajoksen rautatieasemalta rautatiekuljetus etenee kohti loppusijoituspaikkaa, jossa kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena lähimmältä rautatiekuljetuksen purkupaikalta loppusijoituspaikkaan.

Merikuljetuksessa käytetty ydinpolttoaine siirretään Ajoksen satamaan samaa reittiä kuin rautatiekuljetuksessa. Satamassa kuljetussäiliö siirretään ydinmateriaalien kuljetuksia varten suunniteltuun alukseen. Ajoksen satamasta matka etenee kohti loppusijoituspaikkaa, jossa kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena loppusijoituspaikkaan.

### 13.5.2 Kuljetukset Pyhäjoen Hanhikiven niemeltä

Tarkemmat kartat Pyhäjoen Hanhikiven niemen lähiympäristöstä ja liikennemääristä löytyvät Fennovoiman ydinvoimalaitosten ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta (*Fennovoima 2008*). Tarkasteltavat kuljetusvaihtoehdot ovat maantie- rautatie- ja merikuljetus. Kaikissa kuljetusmuotovaihtoehdoissa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset Pyhäjoen voimalaitokselta Hanhikiven niemeltä lähtevät maantiekuljetuksina. Kuljetussäiliö kuljetetaan rekalla, jossa on tarkoitusta varten erikoislavetti. Maantiekuljetuksessa kuljetus lähtee liikkeelle ydinvoimalaitokselta ja etenee uutta suunniteltua tietä voimalaitokselta valtatielle numero 8. Hanhikiven niemeltä tulevan uuden tien ja valtatie numero 8 risteyksestä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus etenee kohti loppusijoituslaitosta.

Rautatiekuljetuksissa käytetty ydinpolttoaine siirretään ensin maantiekuljetuksena ydinvoimalaitokselta Raahan satamaan reittiä: ydinvoimalaitos - uusi suunniteltu tie Hanhikiven niemeltä valtatie 8:lle - valtatie 8 pohjoiseen - Koksamontie - 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.

Merikuljetuksessa käytetty ydinpolttoaine siirretään Raahan satamaan samaa reittiä kuin rautatiekuljetuksessa. Satamassa kuljetussäiliö siirretään ydinmateriaalien kuljetuksia varten suunniteltuun alukseen. Raahan satamasta matka etenee kohti loppusijoituspaikkaa, jossa kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena loppusijoituspaikkaan.

### 13.5.3 Kuljetukset Ruotsinpyhtään Gäddbergsöstä

Tarkemmat kartat Ruotsinpyhtään ja Gäddbergsön lähiympäristöstä ja liikennemääristä löytyvät Fennovoiman ydinvoimalaitosten ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta (*Fennovoima 2008*). Tarkasteltavat kuljetusvaihtoehdot ovat maantie- rautatie- ja merikuljetus. Kaikissa kuljetusmuotovaihtoehdoissa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset Ruotsinpyhtään voimalaitokselta Gäddbergsöstä lähtevät maantiekuljetuksina. Kuljetussäiliö kuljetetaan rekalla, jossa on tarkoitusta varten erikoislavetti. Maantiekuljetuksessa kuljetus lähtee liikkeelle ydinvoimalaitokselta uutta tietä pitkin, joka yhtyy Saaristotiehen. Saaristotieltä kuljetus etenee valtatielle 7 joko uutta suunnitteilla olevaa Atomitien jatketta pitkin tai reittiä Saaristotie- Mannerheiminkatu- valtatie 7.

Rautatiekuljetuksissa käytetty ydinpolttoaine siirretään ensin maantiekuljetuksena ydinvoimalaitokselta Valkon satamaan reittiä: ydinvoimalaitos - Saaristotie - Mannerheiminkatu - valtatie 7 länteen - Lapinjärventie - Helsingintie - Valkontie - Valkon sataman rautatieseisake. Valkon rautatieseisakkeella suoritetaan kuljetussäiliön siirto raskaita erikoiskuljetuksia varten suunniteltuun syväkuormausvaunuun. Valkon rautatieseisakkeelta kuljetus etenee kohti loppusijoituspaikkaa, jossa kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena lähimmältä rautatiekuljetuksen purkupaikalta loppusijoituspaikkaan.

Merikuljetuksessa käytetty ydinpolttoaine siirretään Valkon satamaan samaa reittiä kuin rautatiekuljetuksessa. Satamassa kuljetussäiliö siirretään ydinmateriaalien kuljetuksia varten suunniteltuun alukseen. Valkon satamasta matka etenee kohti loppusijoituspaikkaa, josta kuljetussäiliö siirretään maantiekuljetuksena loppusijoituspaikkaan.

### 13.6 Normaalikuljetuksista aiheutuva säteilyannos

Käytetyn ydinpolttoaineen siirtämiseen käytettävä kuljetussäiliö vaimentaa polttoaineesta aiheutuvan säteilyn erittäin tehokkaasti. Turvallisuusmääräysten mukaisesti kuljetussäiliöstä lähtevän säteilyn annosnopeus ei saa ylittää arvoa 0,1 mSv/h. Säteilyn annosnopeus laskee nopeasti etäisyyden kasvaessa kuljetussäiliöstä, ja se on luonnon taustasäteilyn tasolla (0,1 μSv/h) noin 30 metrin etäisyydellä kuljetussäiliöstä. Aikaisempien tutkimusten perusteella yhden metrin päässä kuljetussäiliön pinnasta säteily on tasolla 0,03 mSv/h, jota on käytetty seuraavissa laskelmissa lähtöoletuksena säteilytasosta (*Suolanen ym. 2004*).

Yhdestä käytetyn ydinpolttoaineen säiliön ohituksesta 10 metrin etäisyydeltä henkilölle aiheutuu  $6 \cdot 10^{-7}$  mSv annos ja 2 metrin etäisyydellä  $3 \cdot 10^{-6}$  mSv annos. Jälkimmäinen vastaa alle yhtä miljoonasosaa (1/1 000 000) vuosittaisen taustasäteilyn (3,7 mSv/vuosi/henkilö) aiheuttamasta säteilyannoksesta. Kuljetuksen pysähtyessä asutuksen läheisyyteen siitä aiheutuu 10 metrin etäisyydellä oleskelevalle henkilölle 0,0009 mSv:n säteilyannos, mikäli säiliö on paikallaan 2 tuntia. Tämä annosmäärä vastaa noin yhtä neljästuhannesosaa (1/4 000) vuosittaisesta henkilön taustasäteilyannoksesta.

Normaalitilanteessa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksesta ihmisille ja ympäristölle aiheutuva säteilyaltistus on siis merkityksettömän pieni, eikä ylimääräistä altistusta voi käytännössä erottaa ympäristön taustasäteilyn aiheuttamasta altistuksesta. Merikuljetuksissa normaalikuljetusten aiheuttama säteilyaltistus väestölle on vieläkin vähäisempi, koska asutus on kauempana laivaväylästä kuin rautatiestä ja maantiestä ja asukastiheys kuljetusreittien varrella on pienempi.

Normaalitilanteessa kuljetussäiliön ulkopinnan aktiivisuuskate ei saa ylittää raja-arvoa  $4 \text{ Bq/cm}^2$ . Tämän suuruisella aktiivisuuskatteella ei ole ihmiselle tai eliöstölle terveydelle haitallisia vaikutuksia.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetushenkilöstölle sekä kuljetussäiliön käsittelijöille aiheutuu suuremmat yksilöannokset kuin muulle väestölle, koska he oleskelevat lähempänä säiliötä kuljetustoimintojen aikana. Kuitenkin myös heille aiheutuva säteilyannos on erittäin pieni ja siitä aiheutuvaa riskiä saada vakavia myöhäisvaikutuksia ei voida erottaa luonnon taustasäteilyn vaikutuksista. (Suolanen ym. 2004)

Aiemmin tehtyjen tutkimusten mukaan käytetyn polttoaineen kuljetukset Loviisan voimalaitokselta Olkiluotoon voisivat jatkua kymmeniä tuhansia vuosia ennen kuin kuljetuksista aiheutuva säteily aiheuttaisi väestössä tilastollisesti tarkasteltuna yhden ylimääräisen syöpätapauksen (Suolanen ym. 2004). Näin ollen käytetyn ydinpolttoaineen normaalista kuljetuksesta ei käytännössä aiheudu terveydellistä riskiä ihmisille.

### 13.7 Häiriötapaukset ja onnettomuudet

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen häiriötapauksena tarkastellaan tilannetta, jossa kuljetus joutuu pysähtymään esimerkiksi kuljetusajoneuvon teknisen vian vuoksi tavallista pidemmäksi ajaksi, jolloin kuljetuksen läheisyyteen saattaa kerääntyä henkilöitä. Annosnopeus 10 metrin päässä kuljetussäiliöstä on enintään noin  $5,1 \cdot 10^{-4} \text{ mSv/h}$  ja 50 metrin etäisyydellä enää noin  $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/h}$  (Suolanen ym. 2004). Näin ollen kahdeksan tunnin oleskelu 10 metrin etäisyydellä kuljetussäiliöstä aiheuttaisi alle 0,004 mSv:n annoksen, jolla ei ole terveydelle haitallisia vaikutuksia. Kuljetukselle yhdessä viranomaisten kanssa toteutettavien turvajärjestelyjen avulla pidetään huolta siitä, että ulkopuoliset henkilöt eivät kuitenkaan pääsisi oleskelemaan näin lähellä säiliötä lainkaan, saati sitten tuntikausia.

Normaalitilanteessa säiliön pinta-aktiivisuuden tulee olla alle  $4 \text{ Bq/cm}^2$ . Maailmalta on kuitenkin esimerkkejä tapauksista, jossa pienellä alueella ( $1\text{--}2 \text{ cm}^2$ ) on havaittu  $10\,000 \text{ Bq/cm}^2$  aktiivisuus (Suolanen ym. 2004). Tunnin oleskelu 1–2 metrin päässä tällaisesta ”kuumasta pisteestä” aiheuttaisi henkilölle noin 0,001 mSv:n annoksen.

Mikäli kaikki säiliön pintaan kiinnittynyt aktiivinen aines joutuisi jostain syystä hengityksen mukana yhden ihmisen keuhkoihin, niin siitä aiheutuisi noin 0,4 mSv:n annos. Vuosittainen ihmisen luonnon taustasäteilystä saama annos on Suomessa noin 3,7 mSv. Säiliön ulkopinnan vähäinen saastuminen ei näin aiheuta ihmiselle vaaraa, mutta se pitää silti pystyä estämään asianmukaisella ja luonnollisestikin huolellisella toiminnalla pystyä estämään.

Yleisesti voidaan todeta, että tarkastelluissa liikenneonnettomuuksissa kuljetussäiliöön kohdistuvat kuormitukset ja rasitukset jäisivät suurella varmuudella pienemmiksi kuin



rasitukset, jotka kuljetussäiliöt vaurioitumatta kestävät onnettomuustesteissä. On siis erittäin epätodennäköistä, että edes voimakkaan törmäyksen tai tulipalon vaikutuksesta kuljetussäiliö vaurioituisi siten, että se menettäisi tiiveytensä. Jotta voitaisiin arvioida pahimpia mahdollisia seurauksia, on kuitenkin oletettu, että tällaisessa tapauksessa myös ydinpolttoainesauvat vaurioituisivat ja kaasumaisia radioaktiivisia aineita vapautuisi kuljetussäiliöstä. Yksittäisestä törmäysonnettomuudesta, jossa helposti vapautuvat radioaktiiviset aineet vapautuisivat kuljetussäiliöstä, aiheutuisi enimmillään yhdelle henkilölle kilometrin etäisyydellä vuoden aikana arviolta  $2 \cdot 10^{-6}$  mSv annos (*Posiva 2008*), joka vastaa 1/1 900 000 osaa vuosittaisesta keskimääräisestä taustasäteilyannoksesta. Näin ollen säteilyvaikutus olisi myös säiliön tiiveyden menettämisen ja ydinpoltoaineen vaurioitumisen seurauksena erittäin pieni.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on esitetty todennäköisyydet sille, että eri kuljetusmuodot joutuvat sellaiseen onnettomuuteen, josta saattaa aiheutua kuljetussäiliölle vaaraa ja mahdollinen tiiveyden menetys. Todennäköisyyksiä on tutkittu muun muassa Loviisan ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpoltoaineen kuljetuksille Eurajoen Olkiluotoon rakennettavaan loppusijoituslaitokseen. Tällä välillä maantiekuljetuksessa todennäköisyys joutua onnettomuuteen, jossa kuolee yksi ihminen, on yksi tapaus 10 000 000 ajokilometriä kohden. Rautatiellä onnettomuuden todennäköisyydet vaihtelevat onnettomuustyyppittäin, mutta suurin riski aiheutuu siitä, että veturi törmää johonkin esteeseen tai toiseen junaan. Tämän tapauksen todennäköisyys on yksi tapaus 2 000 000 vuotta kohden, mikäli kuljetuksia on yksi vuodessa.

Merikuljetuksissa tapahtuva onnettomuusriski jakautuu useisiin erityyppisiin riskeihin. Todennäköisyys onnettomuudelle, jossa teoreettisesti olisi mahdollista menettää kuljetussäiliön tiiveys, on yksi tapaus 10 000 000 vuotta kohden, mikäli matkoja tehdään yksi vuodessa. Mikäli maantie- ja rautatiekuljetusten laskennassa otetaan lisäksi huomioon säiliövuodon todennäköisyys onnettomuustilanteessa, niin ovat todennäköisyydet onnettomuudelle huomattavasti pienempiä.

Kuljetusten huolellisen suunnittelun ja toteuttamisen, tarkoitukseen suunnitellun ja hyväkuntoisen kuljetuskaluston sekä asianmukaisten turvajärjestelyjen ansioista on perusteltua olettaa, että käytetyn ydinpoltoaineen kuljetuksiin liittyvät onnettomuusriskit ovat olennaisesti pienemmät kuin tavallisissa kuljetuksissa niin maantie-, rautatie- kuin merikuljetuksissakin.

### 13.8 Toimenpiteet onnettomuustilanteessa

Käytetyn ydinpoltoaineen kuljetuksen aikana tapahtuva vakava onnettomuus, jossa käytetystä ydinpoltoaineesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita leviäisi suuria määriä ympäristöön, on käytännössä poissuljettavissa. Mikäli radioaktiivisia aineita kuitenkin vapautuisi ilmaan kuljetusonnettomuudesta johtuen, niin välittömänä toimenpiteenä meneteltäisiin kuten muissakin onnettomuuksissa, joissa ympäristöön vapautuu radioaktiivisia aineita. Ensitilassa tulisi estää aineiden laskeuma suoraan keholle sekä kulkeutuminen hengitysteihin. Säteilyn aiheuttamia välittömiä vaikutuksia voidaan onnettomuustilanteessa vähentää muun muassa peittämällä keho tiiviillä vaatteella, asettamalla hengityssuoja hengitysteiden eteen, sekä hakeutumalla suojaisaan paikkaan, kuten autoon tai sisätiloihin. Mikäli keho kontaminoituu ulkoisesti radioaktiivisista aineista, niin voidaan vaikutusta vähentää tehokkaasti peseytymällä.

Onnettomuuden seurauksena saastunut alue on puhdistettava ja puhdistusjätteistä on huolehdittava kuten ydinjätteestä. Maata voidaan kuoria ja siirtää pois sekä tuoda puhdasta maata tilalle. Katot, tiet ja piha-alueet voidaan puhdistaa vesisuihkuilla tai muilla pesureilla. Saastunutta vettä voidaan puhdistaa erilaisten suodatus- ja haihdutusmenetelmien avulla. Puhdistustoimenpiteistä ja niiden kustannuksista sekä vahingonkorvausten maksamisesta vahinkoa kärsineille vastaa käytetyn ydinpolttoaineen haltija. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusonnettomuus ei ole mahdollisilta seurauksiltaan samaa luokkaa kuin vakavimmat ydinvoimalaitosonnettomuudet, koska yhdessä kuljetuksessa olevien radioaktiivisten aineiden määrä on huomattavasti ydinvoimalaitosta pienempi.

## 14 VOIMALAITOSJÄTTEEN LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN OLENNAISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatumukseen numero 14.

*”Täydennys selvitys voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisista olennaisista ympäristövaikutuksista sekä selvitys todisteista ja perusteista, joiden pohjalta yhtiö katsoo esittämänsä kallioperäsijoituksen turvalliseksi kunkin laitosalueen geologisessa ympäristössä.”*

### 14.1 Johdanto

Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen suunnittelun ja rakentamisen on tarkoitus edetä niin, että laitokselle tehdään aluevaraus hankkeen toteutukseen etenevällä sijoituspaikalta vuoteen 2012 mennessä. Loppusijoituslaitoksen perussuunnittelu aloitetaan vuonna 2014, sille haetaan rakentamislupaa vuonna 2022 ja käyttö lupaa vuonna 2028. Laitoksen toiminnan on tarkoitus alkaa vuoteen 2030 mennessä. (*Fennovoima 2009a*)

Fennovoima on esittänyt toimintatavat voimalaitosjätteen käsittelyyn toiminta-aikana, loppusijoitettavan voimalaitosjätteen määrät sekä voimalaitosjätteen loppusijoitusratkaisut ydinvoimalaitosten ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (*Fennovoima 2008*). Jättemäärät vaihtelevat välillä 17 000 m<sup>3</sup>–35 000 m<sup>3</sup> voimalaitostyyppistä ja sen koosta riippuen. Suunnitelmassa esitetään vähä- ja keskiaktiiviset jätteet loppusijoitustavaksi maanalaiseen loppusijoitustilaan. Hyvin vähäaktiiviselle jätteelle vaihtoehtoisena ratkaisuna esitellään myös maaperään sijoitettavat loppusijoitustilat.

Vähä- ja keskiaktiivinen jäte voidaan sijoittaa vaihtoehtoisesti joko kalliosiilotyyppiseen tai kallioluolatyypiseen tilaan. Kalliotilan varastointitilavuus on alustavasti siilotyyppisessä ratkaisussa noin 43 000 m<sup>3</sup> ja luolatyypisessä ratkaisussa noin 29 000 m<sup>3</sup>. Loppusijoitustilojen kapasiteetti on mitoitettu kahden noin 1250 MWe tehoisen ydinvoimalaitosyksikön 60 vuoden käytön aikana tuottamaa voimalaitosjätettä varten. Vähä- ja keskiaktiivisille jätteille on alustavasti suunniteltu neljä erillistä luolaa 30–100 metrin syvyyteen riippuen loppusijoitusalueen geologisista ominaisuuksista. Luoliin rakennetaan yhteinen ajotunneli. Suunniteltu loppusijoitustilan rakenne vastaa Loviisan ydinvoimalaitoksen käytössä olevaa VLJ-luolaa. Keskiaktiivisen jätteen luola vahvistetaan tarvittaessa pulttauksella sekä ruiskubetonilla ja varustetaan siltanosturilla täyttöä varten. Vähäaktiivisen jätteen luolat täytetään käyttäen jäteastioiden kuljetukseen esimerkiksi tavallista trukkia.

Erittäin matala-aktiiviselle jätteelle, jonka keskimääräinen aktiivisuuspitoisuus ei ylitä arvoa 100 kBq/kg, voidaan rakentaa maaperään sijoitettava loppusijoitustila. (*Fenno-voima 2008*)

## 14.2 Rakentamisaikaiset ympäristövaikutukset

Maanalaisten loppusijoitustilojen rakenteesta riippuen loppusijoitustilan louhintatilaavuus tulee olemaan 29 000–43 000 m<sup>3</sup>. Maanalaisesta loppusijoitustilasta louhe kuljetetaan ylös maan pinnalle esimerkiksi kuorma-autoilla ja varastoidaan laitosalueelle. Louhe- ja kivimassa voidaan murskata laitosalueella ja käyttää joko maanrakennuksessa tai kuljettaa pois muualla käytettäväksi. Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos rakennetaan ydinvoimalaitosyksikön tai yksikköjen valmistumisen jälkeen., jolloin laitosalueella on jo olemassa infrastruktuuri. Maa-ainekselle ei siis ole enää käyttöä esimerkiksi rakentamisessa, joten on todennäköistä, että se kuljetetaan pois. Mahdollista väliaikaista säilytystä varten maa-aines läjitetään ja läjitysalueen vedet kerätään tasaus-, selkeytys- ja tarkkailualtaaseen, josta ne johdetaan mittaus- ja tarkkailukaivon kautta vesistöön.

Louheen ja kivimassan murskauksesta aiheutuva pölyhaitta on vähäinen, ja lisäksi vaikutukset rajoittuvat voimalaitosalueelle. Pölyämisestä syntyvää haittaa voidaan kesäaikana vähentää kastelemalla ja talviaikaan peittämällä alueella olevat murskekatat. Murskauksen ja läjityksen ympäristövaikutukset eivät ole merkittäviä.

Meluhaitat loppusijoituslaitoksen rakentamisesta kohdistuvat pääasiallisesti laitosalueelle. Merkittävimmät melua aiheuttavat toiminnot ovat tilan louhinta, louheen murskaus ja poraus. Lisäksi melua aiheutuu pintalouhinnan räjäytyksistä sekä liikenteestä. Meluhaitat ovat ainoastaan rakennusaikaisia ja ne rajoittuvat pääsääntöisesti laitosalueelle.

Louhinta suoritetaan räjäyttämällä, jolloin louheeseen ja kallioon jää pieniä räjähdäainejäämiä, kuten typen yhdisteitä (nitriitti ja nitraatti). Mahdolliset jäämät liukenevat tunnelin vuotovesiin, jotka johdetaan loppusijoitustilan selkeytysaltaisiin ja pumpataan öljynerotuksen jälkeen maanpinnalle. Samoin käsitellään tilan kuivatusvedet ja tilaan pääsevät sadevedet. Selkeytysaltan jälkeen vedet johdetaan vesistöön. Tästä aiheutuu vesistöön vähäinen typpikuormitus loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen rakentamisen ajan.

Tiloihin suotautuvan veden määrä riippuu muun muassa kallion ominaisuuksista kuten rakoilusta, avoimen tilan määrästä ja tiivistämisen laajuudesta. Rakentamisen yhteydessä maanalaiset tilat esi- ja jälki-injektoidaan. Selkeytettyä vuotovettä voidaan käyttää myös louhintaporauksessa sekä tunneleiden ja koneiden pesuvedenä. Loppusijoitustila eristetään vuotovesien pääsyn estämiseksi varsinaisiin jätteen sijoitustiloihin.

## 14.3 Käytön aikaiset ympäristövaikutukset

Voimalaitosjätteitä käsitellään tarkoitusta varten suunnitelluissa käsittelytiloissa, joiden suunnittelussa otetaan huomioon muiden muassa seuraavat periaatteet:

- säteilyaltistuksen pitäminen niin pienenä kuin käytännön keinoin on mahdollista saavuttaa eli ALARA-säteilylaissa (592/1991) esitetty optimointiperiaate;
- parhaan käytettävissä olevan teknologian hyödyntäminen eli BAT-periaate;

- Säteilyturvakeskuksen antamassa ohjeessa YVL 2.1 määritelty ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus;
- riittävät säteilysuojaukset;
- Säteilyturvakeskuksen ohjeessa YVL 7.9 esitetty säteilysuojelullinen alue- ja vyöhykejako;
- vyöhykeilmastointi, eli ilman virtaus on aina vähemmän kontaminaatoriskin vyöhykkeeltä suuremman riskin vyöhykkeeseen päin;
- korkean riskin toiminnoissa monikertaisten vapautumisesteiden käyttö, esimerkiksi päällekkäisten pakkausten käyttö ydinjätteen kuljetuksessa;
- kontaminoitumista ehkäisevät ja dekontaminointia helpottavat ratkaisut, esimerkiksi pinnoitteet;
- sulkujen käyttö, korkeariskisten tilojen eristämiseksi väliaikaisesti muista tiloista, esimerkiksi jätteen lastaamisen ajaksi;
- riittävät mittausjärjestelyt, kiinteät ja siirrettävät, säteilytilanteen valvomiseksi;
- yksityiskohtaisten käyttö-, työ- ja toimintaohjeiden laatiminen;
- prosessien, koneiden ja laitteiden asianmukainen suunnittelu; sekä
- ennaltaehkäisevän huollon, ylläpidon ja dekontaminoinnin suunnittelu.

Märkien voimalaitosjätteiden käsittely- ja varastointitilojen suunnittelussa huomioidaan erityisesti seuraavat asiat:

- varastotilaa varataan riittävästi käsittelylaitteistojen häiriöiden varalle; ja
- varastotilan mitoituksessa ja käsittelytoimien ajoituksessa huomioidaan, että jätteitä vanhentamalla voidaan vähentää lyhytikäisistä radioaktiivisista aineista aiheutuvaa säteilyannosta tai päästöä;
- säiliöiden syöpyminen, jätteiden jatkokäsittelyä vaikeuttava sedimentoituminen tai kiteytyminen ja haihtuvien yhdisteiden muodostuminen säiliöissä sekä muiden mahdollisesti turvallisuuden kannalta haitallisten ilmiöiden estäminen;
- säiliöiden vuotojen havaitsemiseen ja talteenottoon rakennetaan asianmukaiset järjestelyt;
- komponentit, jotka voivat vikaantua tai vaativat huoltoa, sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan säteilyltä suojattuihin tiloihin; sekä
- käsittely- ja varastotilat suunnitellaan niin, että mahdolliset vuodot johdetaan jäte-rakennuksen viemäriverkon kautta takaisin käsittely- ja varastointijärjestelmään.

### 14.3.1 Maanalaiset loppusijoitustilat

Loppusijoituslaitos suunnitellaan valtioneuvoston asetuksen 736/2008 mukaisesti siten, että koko ydinvoimalaitoksen toiminnasta, mukaan lukien loppusijoituslaitoksen toiminta, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen odotusarvon yläraja on 0,1 mSv minä tahansa ajankohtana. Mahdollisiksi arvioitavien, luonnonilmiöistä tai ihmisen toiminnasta aiheutuvien onnettomuustilanteiden seurauksena väestön yksilön saama vuosiansi-  
nos jää alle 5 mSv.

Lisäksi laitos suunnitellaan niin, että niiden onnettomuustilanteiden, joiden todennäköisyys on useammin kerran tuhannessa vuodessa, seurauksena yksilön saama vuosiansi-  
nos jää alle 1 mSv. Suomalaisen keskimääräinen taustasäteilystä saama säteilyannos on 3,7 mSv vuodessa.

Kallioperään rakennettavien loppusijoitustilojen suunnittelutavoitteeksi asetetaan, että yksilölle aiheutuva vuotuinen säteilyannos voi ylittää arvon 0,01 mSv vain suppeaan kriittiseen ryhmään kuuluvilla henkilöillä eli laitoksen työntekijöillä.

Loppusijoitustilojen radioaktiivisten aineiden päästöt ilmakehään ovat normaalitilanteessa merkityksettömän pienet. Päästöillä voi olla jonkinlaista merkitystä vain tulipalotilanteessa. Tulipalojen mahdollisuus otetaan huomioon ja minimoidaan varmistavilla toiminnoilla:

- tulipalojen ehkäiseminen perustuu ensisijaisesti tilasuunnitteluun ja tilan palotekniiseen osastointiin;
- maanalaiset loppusijoitustilat varustetaan automaattisella paloilmoitusjärjestelmällä;
- maanalaiset loppusijoitustilat, joissa tulipalo voi aiheuttaa säteilyvaaraa, varustetaan kohteeseen soveltuvalla sammutusjärjestelmällä ja alkusammutuskalustolla;
- tarvittaessa ydinjätteiden kuljetusajoneuvo varustetaan asianmukaisella palontorjuntajärjestelmällä; sekä
- loppusijoitustilojen materiaalit ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä.

Loppusijoitustiloihin vietävien jätepakkausten on oltava ehjiä ja hyväkuntoisia eikä niiden pinnalla saa olla irtoavaa kontaminaatiota. Täten käyttövaiheen aikana radioaktiivisia aineita ei vapaudu jätepakkausten ulkopuolelle eivätkä loppusijoitustiloihin kertyvät vedet voi kontaminoitua radioaktiivisista aineista.

Loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen jätteissä olevia radionuklideja kulkeutuu vähäisiä määriä ympäristöön pitkän ajan kuluessa lämpötilaerojen aiheuttamien virtausten mukana (konvektio) tai molekyylien siirtyessä väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan (diffuusio). Radionuklidien kulkeutumista estävät ja hidastavat tekniset ja luonnolliset vapautumisesteet. Ympäristön pohjavedet eivät saastu voimalaitosjätteen loppusijoituksen myötä radioaktiivisista aineista.

Loppusijoituspaikalla ei saa olla pitkäaikaisturvallisuuden kannalta epäedullisia tekijöitä (Valtioneuvoston asetus 736/2008), kuten alueellisesti merkittäviä pohjavesivaroja, joiden hyödyntämisen tai laadun voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaarantaisi.

### 14.3.2 Maaperässä sijaitsevat loppusijoitustilat

Mikäli voimalaitosjätteen loppusijoituslaitokseen rakennetaan maaperässä sijaitsevia loppusijoitustiloja, niihin loppusijoitetaan valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 22 §:n mukaisesti vain hyvin vähäaktiivista jätettä. Maaperässä sijaitseviin loppusijoitustiloihin loppusijoitettavan jätteen kokonaismäärä pidetään sellaisena, että radioaktiivisten aineiden aktiivisuus alittaa ydinenergia-asetuksen 6 §:n 1 momentissa laajamittaiselle loppusijoitukselle säädetyt raja-arvot.

Näihin loppusijoitustiloihin sijoitettavan, hyvin vähäaktiivisen jätteen radioaktiivisuus sisältö on niin vähäinen, että loppusijoitettavia jätepakkauksia voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilysuojatoimenpiteitä.

Koska loppusijoitettavan jätteen kokonaisradioaktiivisuus on suhteellisen pieni, jäte on pakattu tiiviisti ja se on eristetty ympäristöstä peittämällä se tiiviillä eristekerroksilla, radioaktiivisuutta ei pääse vapautumaan ilmakehään. Laitokseen ei loppusijoiteta jätettä, jossa radioaktiivisuus on helposti haihtuvassa tai pölyävässä muodossa. Loppusijoitustilojen päästöt ilmakehään ovat merkityksettömän pienet.

Päästöjä voisi tapahtua vain tulipalotilanteessa, mutta tässäkin tapauksessa säteilyvaikutukset jäisivät merkityksettömän pieniksi jätteen vähäisen aktiivisuuden vuoksi. Tulipalojen mahdollisuus otetaan huomioon huolehtimalla, että loppusijoitustilan välittömässä läheisyydessä on täyttökampanjan aikana saatavilla palontorjuntakalustoa. Tulipalon mahdollisuus otetaan myös huomioon jätteitä lajiteltaessa ja pakatessa.

Hyvin vähäaktiivisen jätteen loppusijoitustilat eivät voi täytyä vedellä, koska ne rakennetaan maan päälle ja niiden suunnittelussa otetaan huomioon tulviminen. Tilojen pohjalaatta eristää jätteen maaperästä ja tilojen päällyskerrokset mahdollisesti läpäisevät suotovedet kerätään talteen ja analysoidaan radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien selvittämiseksi ja käsitellään tarvittaessa niiden laadun edellyttämällä tavalla ennen johtamisesta vesistöön. Näin taataan se, että radioaktiivisia aineita ei vapaudu merkittävässä määrin loppusijoitustilojen ulkopuolelle.

Pitkällä aikavälillä jätteissä olevia radionuklideja voi kulkeutua vähäisiä määriä ympäristöön lämpötilaerojen aiheuttamien virtausten mukana (konvektio) tai molekyylien siirtyessä väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan (diffuusio). Radionuklidien kulkeutumista estävät ja hidastavat tekniset ja luonnolliset vapautumisesteet. Loppusijoituksen vapautumisesteet suunnitellaan siten, että ne estävät tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumisen kallioperään lyhytikäisten jätteiden osalta vähintään satojen vuosien ajan ja pitkäikäisten osalta usean tuhannen vuoden ajan. Tämän ajan kuluttua loppusijoitustilan sisältämä radioaktiivisuus on vähentynyt merkityksettömäksi.

#### 14.4 Alueiden soveltuvuus voimalaitosjätteen loppusijoituspaikaksi

Maanalaisten loppusijoitustilojen sijoituspaikan tulee täyttää seuraavat vaatimukset (*Fennovoima 2009a*):

- soveltuvuuden varmistamiseksi ja rakentamislupahakemuksen valmistelun yhteydessä tehtävässä turvallisuusarviossa tarvittavien lähtötietojen hankkimiseksi sijaintipaikan kallioperä on voitava tutkia kokeellisesti suunniteltuun loppusijoitusvyöhykkeen asti;
- alueella ei saa olla mitään arvokasta tai hyödyntämiskelpoisia luonnonvaroja, kuten taloudellisesti merkittäviä malmivarantoja, joiden vuoksi sille kannattaisi myöhemmin tunkeutua;
- alueen lähellä ei saa olla toimintoja, jotka voisivat haitata tai vaarantaa loppusijoitustilojen toimintaa;
- alueella tai sen lähellä ei saa sijaita pohjavedenottamoita tai pohjaveden purkautumisalueita;
- loppusijoitustilat ja niiden käyttö ei saa uhata uhanalaisia eläimiä, hyönteisiä tai kasveja;
- loppusijoitustilojen alue ja sen lähialue on voitava varata vain tätä tarkoitusta varten tai erityisluvan alaiseen käyttöön loppusijoitustilojen käytön ja valvonnan ajaksi;
- sijaintipaikan kallioperän ominaisuuksien on oltava suotuisat teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta;
- sijaintipaikan kallioperässä on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa;
- sijaintipaikan sijainnin on oltava suotuisa alueella esiintyviin pohjaveden virtauksiin nähden;

- loppusijoitustilat on voitava rakentaa vähintään usean kymmenen metrin syvyyteen;
- loppusijoitustilojen yläpuolella olevalle maa-alueelle ei saa olla tarvetta sijoittaa rakennuksia lukuun ottamatta loppusijoituslaitoksen maanpäällisiä osia.

Vastaavasti maaperässä sijaitsevien loppusijoitustilojen sijoituspaikan tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- rakentamislupahakemuksen valmistelun yhteydessä tehtävässä turvallisuusarviossa alue tulee voida kuvata järjestelmällisesti;
- alueella ei saa olla mitään arvokasta, minkä vuoksi sille kannattaisi myöhemmin tunkeutua;
- alueen lähellä ei saa olla toimintoja, jotka voisivat haitata tai vaarantaa loppusijoitustilojen toimintaa;
- alueen on oltava helposti kuivuva eikä lähistöllä saa olla kosteikkoja, järviä tai muita tekijöitä, jotka aiheuttavat tulvimisriskin;
- maapohjan on oltava riittävän tukeva (esimerkiksi alueella ei tule esiintyä maan vajoamista) kantaakseen loppusijoitustilojen aiheuttaman kuorman ja maapohjan on oltava geologisesti vakaa;
- alue ei saa sijaita jyrkässä rinteessä;
- alueella tai sen lähellä ei saa sijaita pohjavedenottamoita tai pohjaveden purkautumisalueita;
- loppusijoitustilat ja niiden käyttö ei saa uhata uhanalaisia eläimiä, hyönteisiä tai kasveja;
- loppusijoitustilojen alue ja sen lähialue on voitava varata vain tätä tarkoitusta varten tai erityisluvan alaiseen käyttöön loppusijoitustilojen käytön ja valvonnan ajaksi.

#### 14.4.1 Pyhäjoen Hanhikiven niemi

Hanhikiven niemi muodostaa yhtenäisen kalliolohkon, jossa rakoilu on harvaa tai vähäistä. Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ja rakennusteknisissä ratkaisuisa otetaan huomioon alueen kallioperän hienorakenteinen kivilaji ja sileäpintaistiset raot sekä muut kallioperän rakennusgeologiset ominaisuudet. (*Fennovoima 2009b*)

Hanhikiven niemi sijaitsee Fennoskandian kilpialueella mannerlaatan sisäosassa, jossa keskimääräinen seismisyystaso on matala. (*Fennovoima 2009b*)

Geologian tutkimuslaitos on Pyhäjoen loppusijoitustilojen alueella tehtyjen tutkimusten perusteella todennut, että tarkastellulta alueelta ei ole tullut esille geologisia esteitä loppusijoituslaitoksen rakentamiselle. (*Fennovoima 2009a*)

Ottaen huomioon kallioperän tiedossa olevat yleiset ominaisuudet ja ydinvoimalaitoksen toiminnoille käytettävissä olevan laitosalueen laajuus sekä käytettävissä olevat kalliorakentamisen tekniset ratkaisut, on erittäin epätodennäköistä, että kallioperän ominaisuudet estäisivät maanalaisen loppusijoittamisen toteuttamisen turvallisesti suunnitellussa laajuudessa. (*Fennovoima 2009b*)

Geologian tutkimuskeskuksen selvityksen mukaan ei ole todennäköistä, että tutkimusalue sisältäisi taloudellisesti merkittäviä metallimalmi- tai teollisuusmineraalivarantoja. Selvityksen perusteella kallioperän malmivarannot, jotka perustuvat nykyiseen malmien

ja teollisuusmineraalien tarpeeseen, eivät estä loppusijoituslaitoksen rakentamista alueelle. (*Fennovoima 2009b*)

Suunnitellulla laitosalueella Pyhäjoen Hanhikiven niemellä ei ole alueellisesti merkittäviä pohjavesivaroja, joiden hyödyntämisen tai laadun voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaarantaisi.

#### 14.4.2 Ruotsinpyhtään Gäddbergsjö

Alueellisten tutkimusten perusteella Gäddbergsö jakaantuu kahteen osa-alueeseen Bredviken-Bölsviken -linjaa pitkin. Saaren pohjoisosan kallioylänköalueet muodostavat yhtenäisempiä osa-alueita, joiden välissä on rikkonaisuusvyöhykkeitä. Keskimäärin kallio on Gäddbergsöllä harvarakoista. Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ja rakennusteknisissä ratkaisuissa otetaan huomioon alueen mahdolliset vaakasuntaiset rikkonaisuudet sekä muut kallioperän rakennusgeologiset ominaisuudet. (*Fennovoima 2009b*)

Gäddbergsö sijaitsee Fennoskandian kilpialueella mannerlaatan sisäosassa, jossa keskimääräinen seismisyystaso on matala. (*Fennovoima 2009b*)

Geologian tutkimuslaitos on Ruotsinpyhtään loppusijoitustilojen alueella tehtyjen tutkimusten perusteella todennut, että tarkastellulta alueelta ei ole tullut esille geologiaa esteitä loppusijoituslaitoksen rakentamiselle (*Fennovoima 2009a*).

Ottaen huomioon kallioperän tiedossa olevat yleiset ominaisuudet ja ydinvoimalaitoksen toiminnoille käytettävissä olevan laitosalueen laajuus sekä käytettävissä olevat kalliorakentamisen tekniset ratkaisut, on erittäin epätodennäköistä, että kallioperän ominaisuudet estäisivät maanalaisen loppusijoittamisen toteuttamisen turvallisesti suunnitellussa laajuudessa. (*Fennovoima 2009b*)

Geologian tutkimuskeskuksen selvityksen mukaan ei ole todennäköistä, että tutkimusalue sisältäisi taloudellisesti merkittäviä metallimalmi- tai teollisuusmineraalivarantoja. Selvityksen perusteella kallioperän malmivarannot, jotka perustuvat nykyiseen malmien ja teollisuusmineraalien tarpeeseen, eivät estä loppusijoituslaitoksen rakentamista. (*Fennovoima 2009b*)

Suunnitellulla laitosalueella Ruotsinpyhtään Gäddbergsöllä ei ole alueellisesti merkittäviä pohjavesivaroja, joiden hyödyntämisen tai laadun voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaarantaisi.

#### 14.4.3 Simon Karsikkoniemi

Karsikkoniemi muodostaa yhtenäisen kalliolohkon, jossa rakoilu on harvaa tai vähäistä. Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ja rakennusteknisissä ratkaisuissa otetaan huomioon alueen kallioperän rakotihentymät sekä muut kallioperän rakennusgeologiset ominaisuudet. (*Fennovoima 2009b*)

Karsikkoniemi sijaitsee Fennoskandian kilpialueella mannerlaatan sisäosassa, jossa keskimääräinen seismisyystaso on matala. (*Fennovoima 2009b*)



Geologian tutkimuslaitos on Simon loppusijoitustilojen alueella tehtyjen tutkimusten perusteella todennut, että tarkastellulta alueelta ei ole tullut esille geologisia esteitä loppusijoituslaitoksen rakentamiselle. (*Fennovoima 2009a*)

Ottaen huomioon kallioperän tiedossa olevat yleiset ominaisuudet ja ydinvoimalaitoksen toiminnoille käytettävissä olevan laitosalueen laajuus sekä käytettävissä olevat kalliorakentamisen tekniset ratkaisut, on erittäin epätodennäköistä, että kallioperän ominaisuudet estäisivät täysin maanalaisen loppusijoittamisen toteuttamisen turvallisesti suunnitellussa laajuudessa. (*Fennovoima 2009b*)

Geologian tutkimuskeskuksen selvityksen mukaan ei ole todennäköistä, että tutkimusalue sisältäisi taloudellisesti merkittäviä metallimalmi- tai teollisuusmineraalivarantoja. Selvityksen perusteella kallioperän malmivarannot, jotka perustuvat nykyiseen malmien ja teollisuusmineraalien tarpeeseen, eivät estä loppusijoituslaitoksen rakentamista. (*Fennovoima 2009b*)

Suunnitellulla laitosalueella Simon Karsikossa ei ole alueellisesti merkittäviä pohjavesivaroja, joiden hyödyntämisen tai laadun voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaarantaisi.

## 15 ONNETTOMUUSMALLINNUS

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 15.

*”Täydennysarviointi, jossa vakavan onnettomuuden säteilyannosarvioita on täydennetty käyttäen oletuksena radioaktiivisten aineiden päästöä, jossa jalokaasujen päästökäsi muodostuu merkittävä osuus reaktorin ydinpolttoaineen sisältämistä jalokaasuista. Tyyppillisten ja säteilyannosta kasvattavien säättilanteiden valinta on tarkistettava ja säteilyannostulokset esitettävä myös epäedullisten säättilanteiden osalta.”*

### 15.1 Johdanto

Erittäin epätodennäköisestä (todennäköisyys kerran kahdessa miljoonassa vuodessa) vakavasta ydinvoimalaitosonnettomuudesta aiheutuvien vaikutusten arvioimiseksi YVA-menettelyn yhteydessä mallinnettiin esimerkkitapauksena vakavasta reaktorionnettomuudesta (INES 6) syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen ja edelleen siitä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos. Mallinnus on suuntaa antava ja hankkeen jatkosuunnittelun edetessä tehdään ydinenergialain edellyttämät yksityiskohtaisemmat selvitykset ydinturvallisuudesta sekä mahdollisista onnettomuustilanteista ja niiden seurauksista.

Mallinnetun esimerkkitapauksen lähtökohtana on lainsäädännössä vakavalle reaktorionnettomuudelle asetettu Cs-137 -päästön raja-arvo 100 TBq (Valtioneuvoston päätös 395/1991). Tämän perusteella on laskettu muiden päästössä vapautuvien radioaktiivisten nuklidien määrä. Tässä lisäselvityksessä esitetään laskelmat esimerkkitapauksen aiheuttamista säteilyannoksista tapauksessa, jossa kaikki reaktorissa olevan ydinpolttoaineen sisältämät radioaktiiviset jalokaasut vapautuvat ympäristöön.

Lisäksi tässä lisäselvityksessä on tarkasteltu sitä, miten erilaiset sääolosuhteita kuvaavat lähtötiedot vaikuttavat onnettomuudesta aiheutuvaan säteilyaltistukseen. Radioaktiivisen päästön leviäminen ja siitä aiheutuva säteilyaltistus riippuvat vallitsevista sääolosuhteista, kuten tuulen suunnasta ja nopeudesta, sademäärästä sekä ilmakehän turbulentsisuudesta. Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen vaihtoehtoiset sijoituspaikat ovat maantieteellisesti varsin etäällä toisistaan ja näin ollen niissä on jonkin verran eroavaisuuksia alueille tyypillisten sääolosuhteiden osalta.

Tässä lisäselvityksessä käsitellään seitsemää eri variaatiotapausta, jotka eroavat jalokaasujen vapautumisosuuden sekä vallitsevien sääolosuhteiden osalta (Taulukko 15-1). Tapaus A1(YVA) vastaa ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitettyä tapausta. Tapauksessa A2 on esitetty onnettomuudesta epäedullisessa säätilanteessa aiheutuvat säteilyannokset etäisyydellä 0-1000 km. Lisäksi on esitetty etäisyydellä 0-20 km viisi erilaista variaatiotapausta (V1-V5), jotka eroavat toisistaan onnettomuushetkellä vallitsevan säätilan suhteen osalta. Näiden tapausten avulla arvioidaan, miten erilaiset sääolosuhteet vaikuttavat onnettomuudesta aiheutuvaan säteilyaltistukseen. Onnettomuuden aikana vallitsevia sääolosuhteita ei luonnollisestikaan voida ennakoida ja tässä esitetty tarkastelu sopii erilaisten mahdollisuuksien tarkastelemiseksi.

Tapauksissa A1(YVA) ja A2 jalokaasuja vapautuu noin 0,1 % kaikesta ydinpolttoaineen sisältämästä määrästä. Variaatiotapauksissa V1–V5 jalokaasujen vapautumisosuus on 100 % reaktorin ydinpolttoaineen sisältämästä jalokaasujen määrästä.

Tapauksissa A2, V4 ja V5 oletetaan 0,5 mm/h sade kohdealueella, mikä lisää säteilyaltistuksen suuruutta sateen alle jäävällä alueella. Laskentamallin ominaisuuksista johtuen sadetapauksissa esitetyt annokset ovat yli 20 kilometrin etäisyydellä päteviä vain pisteittäin kullakin esitetyllä etäisyydellä. Annokset eivät aiheudu jokaisella etäisyydellä yhtä aikaa vaan syntyvät kullakin etäisyydellä tilanteessa, jossa alkaa sataa juuri silloin kuin radioaktiivinen päästö kulkeutuu kyseisellä etäisyydellä olevan alueen yli. Sateen vaikutuksesta päästöpilvi alkaisi todellisuudessa tyhjentyä radioaktiivisista aineista, jolloin sateen jatkuessa päästön kulkeutumareitillä annokset laskevat nopeammin kuin tilanteessa, jossa ei oleteta sadetta.

**Taulukko 15-1. Sääolosuhteet, joissa aiheutuvia säteilyannoksia on käsitelty tässä lisäselvityksessä.**

Variaatiotapaus	Jalokaasujen vapautumisosuus	Pasquill stabiilisuus - luokka	Tuulen nopeus 10 m korkeudella	Tuulen nopeus 100 m korkeudella	Sade
	%		[m/s]	[m/s]	[mm/h]
A1(YVA) (YVAssa esitetty)	noin 0,1	F	2	5,3	0,0
A2	noin 0,1	0-20 km: D 20-1000 km: F	2	3,8	0,5
V1	100	B	3	4,8	0,0
V2	100	D	4	7,6	0,0
V3	100	F	2	5,3	0,0
V4	100	D	2	3,8	0,5
V5	100	F	1	2,6	0,5

Tässä lisäselvityksessä on myös esitetty arviot säteilyannoksille, jotka aiheutuvat erityisesti poronlihan syönnistä onnettomuuden jälkeen. Lapin jäkälä-poro -ravintoketju on tehokas radioaktiivisen cesiumin kerääjä ja voi siten aiheuttaa huomattavia määriä poronlihaa nauttiville henkilöille muista poikkeavan annoskertymän.

## 15.2 Jalokaasujen suuremman päästön merkitys onnettomuudesta aiheutuviissa annoksissa

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa on tarkasteltu valtioneuvoston päätöksen (395/1991) (nykyisin valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta 27.11.2008/733) antaman raja-arvon mukaista vakavaa ydinonnettomuutta (INES 6), jossa Cs-137 -päästö on 100 TBq. Tämä määrä vastaa vain osaa reaktorin ydinpolttoaineen sisältämästä Cs-137:stä. Muiden annoslaskennan kannalta merkityksellisten radioaktiivisten aineiden päästö on laskettu kunkin nuklidin ja Cs-137:n suhteesta reaktorissa huomioiden, että nuklidista riippuen vapautumisosuus ydinpolttoaineesta vaihtelee välillä 0,1–100 prosenttia. Näin määriteltyä päästön nuklidikoostumusta ja vapautumistapaa (päästön kesto, päästökorkeus) nimitetään mallinnuksessa onnettomuuden lähdetermiksi.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa onnettomuuden lähdetermin määrittelyssä on oletettu reaktorin ydinpolttoaineen vaurioituvan vain sellaiselta osin, että vaurioituvasta osasta vapautuvan Cs-137:n määrä on asetetun raja-arvon mukainen 100 TBq.

Tässä tapauksessa kaikki vaurioituneen polttoaineen sisältämät jalokaasut vapautuvat ympäristöön. Kaikista reaktorin ydinpolttoaineen sisältämistä jalokaasuista näiden jalokaasujen osuus on noin 0,1 %.

Tässä lisäselvityksessä lähde-termi on määritelty niin, että reaktorin sydämen oletetaan vaurioituvan täysin. Reaktorin turvallisuusjärjestelmien ja leviämisseiden oletetaan tällöin toimivan niin, että ne rajoittavat Cs-137 päästön 100 TBq:iin. Jalokaasuista oletetaan kuitenkin vapautuvan samassa ajassa Cs-137:n kanssa 100 % reaktorin sisältämän polttoaineen sisältämästä jalokaasumäärästä. Aerosolit vapautuvat samassa suhteessa maksimivapautumismäärästään kuin Cs-137.

Jalokaasut vapautuvat reaktorin vaurioituessa nopeasti, mutta niiden säteilyvaarallisuus on suhteellisesti pienempi kuin muiden päästöön sisältyvien radioaktiivisten aineiden. Jalokaasut laimentuvat tehokkaasti levitessään ilmakehään eivätkä aiheuta ympäristöä saastuttavaa laskeumaa. Jalokaasut eivät myöskään sitoudu elimistöön hengityksen tai ruoansulatuksen kautta vaan niiden aiheuttama säteilyannos on pääosin peräisin ulkoisesta säteilystä. Lisäksi niiden vaikutus jää joka tapauksessa suhteellisen lyhytaikaiseksi (tuntien-vuorokauden suuruusluokkaa), koska niiden puoliintumisaika on lyhyt. (STUK 2004) Näistä syistä johtuen jalokaasujen aiheuttama säteilyaltistus ei ole merkittävä etäämmällä ydinvoimalaitoksesta (yli 20 km) eikä aiheuta välitöntä vaaraa laitosalueen ulkopuolella pahimmissakaan tapauksissa.

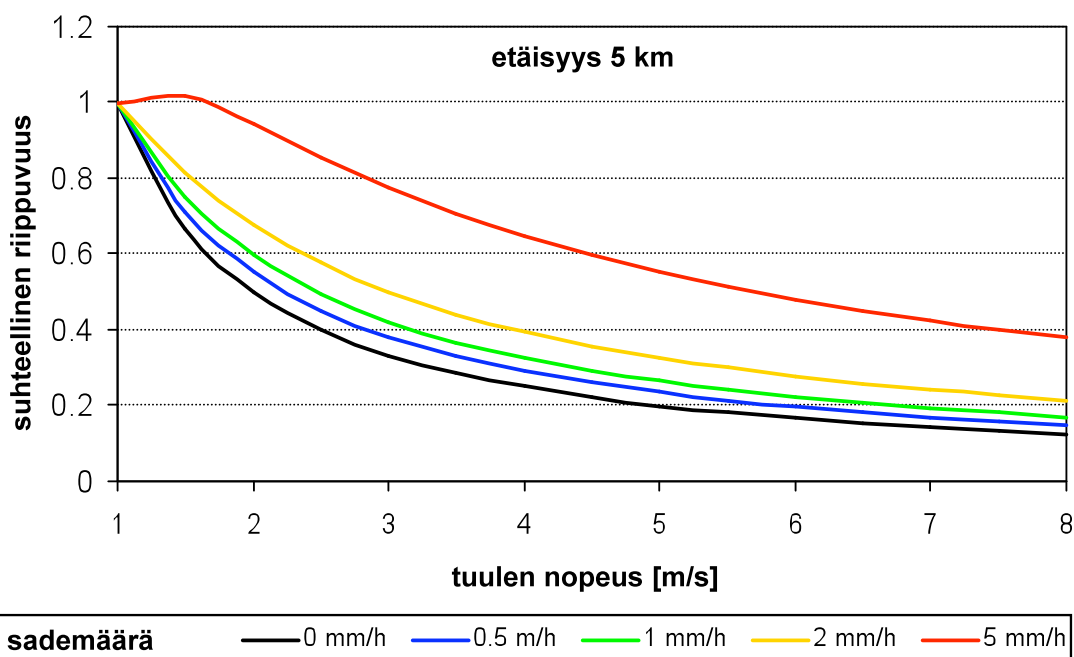
### 15.3 Sääolosuhteiden vaikutus onnettomuudesta aiheutuviin annoksiin

Radioaktiivisen päästön leviäminen riippuu vallitsevista sääolosuhteista, joita kuvaavat neljä keskeistä parametria:

- Stabiilisuusluokka. Yleisimmin käytetty tapa kuvata ilmakehässä vallitsevaa turbulenssia on Pasquill-luokitus, jossa stabiilisuutta kuvataan kuudella eri luokalla: A, B, C, D, E ja F. Luokka A kuvaa epästabiileinta tilannetta eli tilannetta, jossa ilmakehässä vallitsevan turbulenssin määrä on suuri. Vastaavasti luokka F kuvaa stabiileinta tilannetta, jossa turbulenssia on vähiten. Muut luokat sijoittuvat olosuhteiltaan näiden kahden väliin.
- Tuulen nopeus
- Tuulen suunta
- Sademäärä

Ilmakehässä vallitseva turbulenssi vaikuttaa radioaktiivisen päästön tuulensuunnan poikki tapahtuvaan pysty- ja vaakasuuntaiseen sekoittumiseen. Suurempi turbulenssi hajottaa pilveä nopeammin, mutta toisaalta aiheuttaa suuremman säteilyaltistuksen onnettomuuspaikan välittömässä lähiympäristössä. Stabiilisuusluokkien avulla voidaan määrittää leviämislaskelmissa tarvittavat päästön hajontaa kuvaavat parametrit.

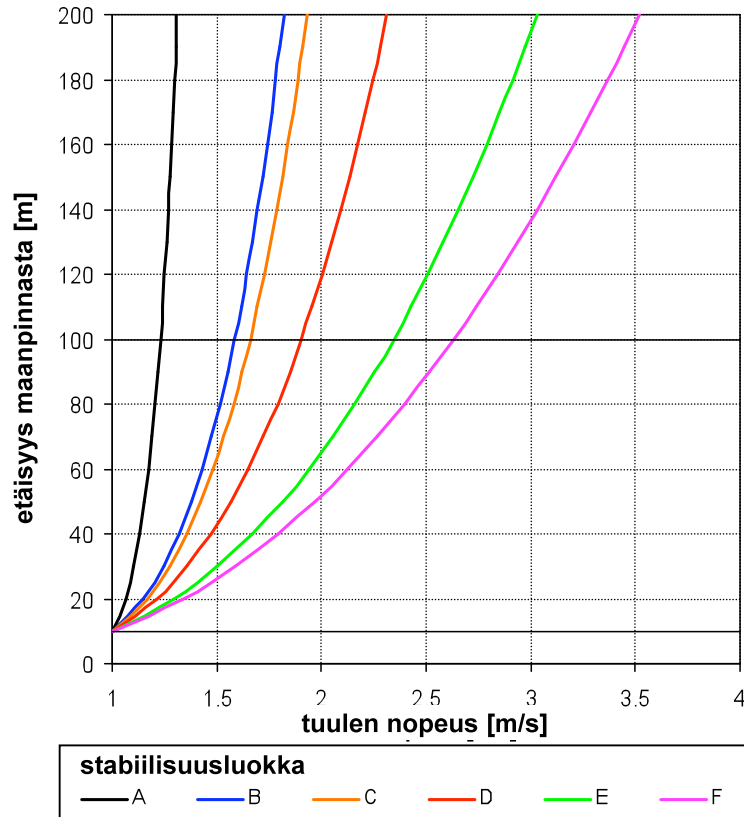
Tuulennopeus vaikuttaa radioaktiivisen päästöpilven etenemisnopeuteen. Silloin kun ei sada, radioaktiivisesta päästöstä aiheutuvat säteilyannokset ovat kääntäen verrannollisia tuulennopeuteen (toisin sanoen tuulen nopeudella 2 m/s säteilyaltistus viiden kilometrin etäisyydellä on puolet siitä, mitä se on tuulen nopeudella 1 m/s eli kuvan Kuva 15-1 mukainen kerroin on 0,5). Sadeolosuhteissa tilanne on sateen intensiteetistä riippuen jonkin verran erilainen (Kuva 15-1).



**Kuva 15-1. Säteilysaltistuksen suhteellinen riippuvuus tuulen nopeudesta ja sademäärästä esitettynä 5 kilometrin etäisyydellä laitoksesta. Käyrät kuvaavat eri sade-olosuhteita. Kuvan mukaan esimerkiksi sateettomalla säällä tuulen nopeudella 2 m/s säteilysaltistus on puolet siitä, mitä se on tuulen nopeudella 1 m/s.**

Leviämismallinnuksen lähtötietoina käytetyt tuulennopeudet perustuvat kymmenen metrin korkeudessa vallitseviin tuulennopeusarvoihin. Mallinnetussa onnettomuudessa päästö tapahtuu sadan metrin korkeudella, jossa tuulen nopeus on suurempi. Tuulen nopeuden kasvaminen suhteessa korkeuteen maanpinnasta on huomioitu mallinnuksessa oheisen esimerkin mukaisesti (Kuva 15-2).

9.4.2009



**Kuva 15-2. Tuulen nopeuden muuttuminen suhteessa korkeutaan maanpinnasta eri stabiilisuus-luokissa. Kuvassa on esitetty tuulennopeus, joka kymmenen metrin korkeudella on 1 m/s.**

Sateella on suuri merkitys radioaktiivisesta päästöstä eri paikoissa aiheutuvan säteilyaltistuksen kannalta. Päästöstä syntyvä radioaktiivinen pilvi (lyhyillä etäisyyksillä radioaktiivinen päästö on viuhkamainen) voi kuivassa säässä kulkeutua pitkiäkin matkoja. Kulkeutumisen aikana osa radioaktiivisesta aineesta laskeutuu maahan painovoiman vaikutuksesta aiheuttaen laskeumaa. Sateella päästöstä syntyvän pilven radioaktiiviset aineet huuhtoutuvat alas huomattavasti tehokkaammin, sateen määrästä ja voimakkuudesta riippuen. Sateesta johtuva huuhtoutuminen vähentää radioaktiivisesta pilvestä sateen jälkeen kauemmilla etäisyyksillä johtuvaa laskeumaa, koska pilvessä kulkeutuvan radioaktiivisen aineen määrä vähenee pilven kulkiessa sadealueen läpi.

#### 15.4 Ilman suojelutoimenpiteitä ympäristön asukkaille aiheutuvat annokset eri olosuhteissa

Kuten ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa myös tässä lisäselvityksessä ihmisten ei oleteta suojautuvan onnettomuuden sattuessa millään lailla tai muuttavan elintapojaan onnettomuuden seurauksena. Tämä johtaa mallinnuksen tuloksina esitettävien säteilyannosten huomattavaan yliarviointiin. Ihmisten oletetaan oleskelevan ympärivuorokautisesti ulkona radioaktiivisen pilven kulkeutuessa yli sekä myöhemmin altistuvan laskeumasta aiheutuvalla säteilyllä ilman minkäänlaista suojaa. Todellisuudessa vakavan onnettomuuden tapahtuessa käyttöön otetaan erilaisia suojelutoimenpiteitä (Taulukko 15-2), jotka vähentävät säteilyaltistusta huomattavasti.

**Taulukko 15-2. Valmiussuunnittelussa käytettävät suunnittelukriteerit keskeisimmille suojelutoimenpiteille.**

Suojelutoimenpide	Kriteeri: toimenpide tehdään, kun sillä vältetään alla oleva säteilyannos yksilölle
Sisälle suojautuminen (kesto kaksi vuorokautta)	10 mSv*
Joditablettien nauttiminen	Lapsille 10 mGy**, aikuisille 100 mGy (kilpirauhasen annos)
Evakuointi (kesto yksi viikko)	50 mSv

\* Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv)

\*\* Silloin, kun puhutaan yhteen elimeen kohdistuneesta säteilystä, säteilyannoksen yksikkö on gray (Gy)

**Lähiympäristö alle 20 kilometrin etäisyydellä**

Tarkastelluista variaatiotapauksista A1(YVA) ja V3 ja toisaalta A2 ja V4 eroavat toisistaan ainoastaan jalokaasujen vapautumisosuuden osalta ja näin ollen niistä aiheutuvia säteilyannoksia tarkastelemalla voidaan arvioida jalokaasujen vaikutusta onnettomuudesta aiheutuvaan säteilyaltistukseen. Jalokaasujen vaikutus rajoittuu onnettomuuspaikan lähiympäristöön, minkä vuoksi niiden vaikutusten tarkastelu on ulotettu 20 kilometrin etäisyydelle saakka. Vertaamalla tapauksista A1(YVA)/A2 ja V3/V4 aiheutuvien säteilyannosten eroja, nähdään seuraavista taulukoista jalokaasujen merkityksen vähenevän nopeasti etäisyyden ydinvoimalaitokseen kasvaessa (Taulukko 15-3, Taulukko 15-4, Taulukko 15-7 ja Taulukko 15-8).

**Taulukko 15-3. Kahden vuorokauden aikana välittömästi päästön jälkeen kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimenpiteitä niissä variaatiotapauksissa, joissa ei sada.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]				lapselle aiheutuva annos [mSv]			
	A1(YVA)	V1	V2	V3	A1(YVA)	V1	V2	V3
1	0,24	78	120	55	0,34	110	180	80
2	0,28	21	65	29	0,39	30	93	42
3	0,67	9,2	38	20	0,94	13	55	29
4	1,1	5,0	25	16	1,5	7,2	36	23
5	1,4	3,8	18	14	1,9	5,5	26	20
7	1,6	2,7	11	11	2,2	3,8	15	15
10	1,5	1,9	5,9	8,1	2,1	2,7	8,3	12
15	1,2	1,2	3,2	5,6	1,7	1,8	4,6	8,0
20	1,0	0,92	2,3	4,2	1,4	1,3	3,3	6,0

9.4.2009

**Taulukko 15-4.** Kahden vuorokauden aikana välittömästi päästön jälkeen kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimenpiteitä niissä variaatiotapauksissa, joissa sataa. Esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]			lapselle aiheutuva annos [mSv]		
	A2	V4	V5	A2	V4	V5
1	97	270	120	140	380	180
2	56	140	63	79	200	92
3	34	85	44	49	120	64
4	23	57	35	33	82	50
5	17	41	29	25	59	42
7	11	25	22	16	36	32
10	6,7	14	17	10	21	24
15	3,9	8,2	11	5,6	12	16
20	2,7	5,9	8,3	4,0	8,6	12

Jalokaasujen puoliintumisaika on lyhyt ja niiden aiheuttama annos on pääosin peräisin ulkoisesta säteilystä. Näistä syistä johtuen suuremman päästöosuuden vaikutus kahden vuorokauden aikana kertyvään vaikuttavaan annokseen (Taulukko 15-3 ja Taulukko 15-4) on suhteessa huomattavasti suurempi kuin eliniän aikana kertyvään annokseen (Taulukko 15-7 ja Taulukko 15-8).

**Taulukko 15-5.** Seitsemän vuorokauden aikana välittömästi päästön jälkeen kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimenpiteitä niissä variaatiotapauksissa, joissa ei sada.

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]				lapselle aiheutuva annos [mSv]			
	A1(YVA)	V1	V2	V3	A1(YVA)	V1	V2	V3
1	0,24	79	130	55	0,34	110	180	80
2	0,29	21	66	29	0,41	31	95	42
3	0,71	9,3	39	20	1,0	13	56	29
4	1,1	5,1	26	16	1,6	7,3	37	23
5	1,4	3,9	18	14	2,0	5,6	26	20
7	1,7	2,7	11	11	2,4	3,9	15	15
10	1,6	1,9	6,0	8,2	2,3	2,7	8,5	12
15	1,3	1,2	3,3	5,7	1,8	1,8	4,7	8,2
20	1,0	0,93	2,4	4,3	1,4	1,3	3,4	6,1



9.4.2009

**Taulukko 15-6. Seitsemän vuorokauden aikana välittömästi päästön jälkeen kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimenpiteitä niissä variaatiotapauksissa, joissa sataa. Esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]			lapselle aiheutuva annos [mSv]		
	A2	V4	V5	A2	V4	V5
1	130	300	140	180	430	200
2	73	160	70	110	230	100
3	46	96	48	67	140	70
4	32	66	38	47	95	55
5	25	48	32	36	70	46
7	16	30	24	24	44	35
10	11	18	18	15	26	26
15	6,4	11	12	9,5	16	17
20	4,6	7,8	8,8	6,8	11	13

Sade vaikuttaa päästöpilvestä aiheutuvaan laskeumaan ja suurentaa huomattavasti sateen alle jäävälle alueelle kohdistuvaa säteilyaltistusta. Jalokaasut eivät aiheuta laskeumaa. Tästä johtuen variaatiotapausten A1(YVA) ja V3 välinen ero on suurempi kuin tapausten A2 ja V4.

Variaatiotapaukset V1 ja V3 eroavat siinä, että V1:ssä ilmakehän turbulenssi on suurempi ja tuulennopeus päästön leviämiskorkeudella hiukan pienempi. Tästä johtuu tapauksesta V1 aiheutuva suurempi säteilyaltistus ydinvoimalaitoksen lähellä. Tilanne muuttuu kuitenkin päinvastaiseksi kauemmilla etäisyyksillä. Suurempi turbulenssi hajottaa leviävää radioaktiivista pilveä nopeammin ja toisaalta lisää sen suurempaa vaikutusta ydinvoimalaitoksen välittömässä läheisyydessä.

Sadeolosuhteissa tapahtuvissa variaatiotapauksissa V4:ssä turbulenssi ja tuulennopeus ovat suurempia kuin tapauksessa V5. Tästä johtuen V4 synnyttää suuremman säteilyaltistuksen ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä. kahden vuorokauden aikana kertyvistä annoksista voidaan nähdä, että tapauksesta V4 aiheutuva säteilyaltistus pienenee etäisyyden kasvaessa niin, että yli kymmenen kilometrin etäisyyksillä tapauksesta V5 aiheutuva altistus on suurempi.

**Taulukko 15-7. Eliniän (aikuiset 50 vuotta, lapset 70 vuotta) aikana kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimenpiteitä niissä variaatiotapauksissa, joissa ei sada.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]				lapselle aiheutuva annos [mSv]			
	A1(YVA)	V1	V2	V3	A1(YVA)	V1	V2	V3
1	0,25	160	280	55	0,35	250	470	80
2	2,1	73	320	31	4,2	140	640	46
3	7,6	31	190	27	16	60	380	44
4	13	17	130	28	27	32	250	48
5	17	12	90	29	34	23	180	52
7	20	9	53	29	41	16	110	54
10	19	6	30	26	40	11	60	49
15	16	4	16	20	32	8	31	38
20	12	3	11	15	25	6	22	30

9.4.2009

**Taulukko 15-8. Eliniän aikana kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman säteilysojelutoimia niissä variaatiotapauksissa, joissa sataa. Esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]			lapselle aiheutuva annos [mSv]		
	A2	V4	V5	A2	V4	V5
1	2100	2300	1100	3200	3400	1500
2	2000	2100	760	3500	3600	1200
3	1400	1400	500	2300	2400	780
4	1000	1100	380	1700	1800	600
5	830	860	310	1400	1400	490
7	600	610	220	970	1000	370
10	420	420	160	670	690	260
15	270	280	100	440	450	170
20	200	210	71	330	330	120

**Taulukko 15-9. Kilpirauhasen säteilyannos ilman säteilysojelutoimia niissä variaatiotapauksissa, joissa ei sada.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mGy]				lapselle aiheutuva annos [mGy]			
	A1(YVA)	V1	V2	V3	A1(YVA)	V1	V2	V3
1	0,010	180	370	0,013	0,030	370	760	0,028
2	1,5	43	210	1,5	3,1	90	440	3,1
3	5,7	18	130	5,7	12	38	260	12
4	10	9,8	84	10	20	20	170	20
5	13	6,9	60	13	26	14	120	26
7	15	4,9	35	15	31	10	73	31
10	15	3,4	20	15	30	7,0	42	30
15	12	2,2	10	12	24	4,7	22	24
20	9,3	1,7	7,1	9,3	19	3,5	15	19

**Taulukko 15-10. Kilpirauhasen säteilyannos ilman säteilysojelutoimia niissä variaatiotapauksissa, joissa sataa. Esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mGy]			lapselle aiheutuva annos [mGy]		
	A2	V4	V5	A2	V4	V5
1	730	730	0,026	1500	1500	0,055
2	420	420	3	870	870	6
3	250	250	11	510	510	23
4	160	160	19	330	330	38
5	110	110	24	230	230	49
7	66	66	27	140	140	56
10	36	36	25	75	75	52
15	18	18	19	37	37	39
20	12	12	14	24	24	28

***Yli 20 kilometrin etäisyydellä sijaitsevat alueet***

Yli 20 kilometrin etäisyydeltä tässä lisäselvityksessä esitetään YVA-selostuksessa esitettyjen säteilyannosten lisäksi säteilyaltistuksen kannalta epäedullisemmissä sääolosuhteissa aiheutuva säteilyaltistus. Variaatiotapaukselle A2 eri etäisyyksille esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri tälle nimenomaiselle etäisyydelle. Sateen vaikutus laskeumaan on merkittävä, mikä näkyy erityisesti eliniän aikana kertyvissä säteilyannoksissa (Taulukko 15-13).

**Taulukko 15-11. Kahden vuorokauden aikana kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimia. Tapauksessa A2 esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]		lapselle aiheutuva annos [mSv]	
	A1(YVA)	A2	A1(YVA)	A2
50	0,69	1,4	1,0	2,0
100	0,49	0,81	0,68	1,1
200	0,31	0,44	0,43	0,63
500	0,13	0,15	0,18	0,21
1000	0,045	0,039	0,063	0,056

**Taulukko 15-12. Seitsemän vuorokauden aikana kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimia. Tapauksessa A2 esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]		lapselle aiheutuva annos [mSv]	
	A1(YVA)	A2	A1(YVA)	A2
50	0,73	1,9	1,0	2,7
100	0,52	1,0	0,72	1,5
200	0,33	0,57	0,46	0,82
500	0,14	0,19	0,19	0,28
1000	0,048	0,051	0,067	0,073

**Taulukko 15-13. Eliniän (aikuiset 50 vuotta, lapset 70 vuotta) aikana kertyvä vaikuttava säteilyannos ilman suojelutoimia. Tapauksessa A2 esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mSv]		lapselle aiheutuva annos [mSv]	
	A1(YVA)	A2	A1(YVA)	A2
50	8,7	50	18	85
100	6,1	28	13	48
200	3,9	15	8,0	26
500	1,6	5,2	3,4	8,9
1000	0,57	1,4	1,2	2,3

**Taulukko 15-14. Kilpirauhasen säteilyannos ilman suojelutoimia. Tapauksessa A2 esitetyt säteilyannokset ovat kullekin etäisyydelle ominaisia maksimiarvoja, jotka syntyvät sateen osuessa juuri nimenomaiselle etäisyydelle, eikä niitä näin ollen voi laskea yhteen.**

etäisyys [km]	aikuiselle aiheutuva annos [mGy]		lapselle aiheutuva annos [mGy]	
	A1(YVA)	A2	A1(YVA)	A2
50	6,6	11	14	23
100	4,7	6,2	9,6	13
200	3,0	3,4	6,1	7,0
500	1,2	1,2	2,6	2,4
1000	0,43	0,30	0,90	0,63

### 15.5 Jalokaasujen vapautumisosuuden ja sääolosuhteiden vaikutukset tarvittaviin väestönsuojelutoimenpiteisiin ja vakavan onnettomuuden terveysvaikutuksiin

Jalokaasujen 100 %:n vapautumisosuus vaikuttaa ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä tarvittaviin väestönsuojelutoimenpiteisiin (Taulukko 15-2). Ydinvoimalaitoksen suoja-  
vyöhykkeellä (noin 5 kilometrin etäisyydelle) toteutetaan sisäasianministeriön ohjeen VAL 1.1 perusteella välitön evakuointi joka tapauksessa aina, jos on olemassa uhka merkittävälle radioaktiivisten aineiden päästölle ympäristöön. Vapautuvien jalokaasujen määrän ollessa suuri evakuointi voi ulottua myös korkeintaan kaksi kilometriä suoja-  
vyöhykkeen ulkopuolella sijaitseville alueille.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa arvioitiin, että epäedullisissa sääoloissa sisälle suojautuminen voi olla tarpeen noin kymmenen kilometrin etäisyydellä. Tässä lisäselvityksessä esitetyissä variaatiotapauksissa sisälle suojautuminen voi ainakin lapsille olla tarpeen 20 kilometrin etäisyydelle saakka (tapaus V5).

Sade ja ilmakehän epästabiiisuus kasvattavat ydinvoimalaitoksen lähiympäristön säteilyaltistusta niin, että aikuisten voi olla tarpeen nauttia joditabletteja viiden kilometrin etäisyydelle saakka (tapaukset A2 ja V4) (Taulukko 15-9 ja Taulukko 15-10). Kuten ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa arvioitiin, kaikkien alle sadan kilometrin etäisyydellä ydinvoimalaitoksesta oleskelevien lasten tulisi nauttia joditabletteja viranomaisten ohjeiden mukaisesti.

Vakavalla reaktorionnettomuudella ei ole missään tarkastelluista variaatiotapauksista suoraa tai välittömiä terveysvaikutuksia lähiympäristön ihmisille. Ensimmäisen kahden vuorokauden aikana saadut säteilyannokset jäivät sekä aikuisilla että lapsilla kaikissa tapauksissa alle veren kuvan muutoksen havaitsemisrajan 500 mSv huolimatta siitä, että asianmukaisia suojelutoimenpiteitä ei toteuteta.

Säteilyaltistuksen myöhemmin ilmeneviä satunnaisvaikutuksia voidaan arvioida ainoastaan tilastollisesti. Tilastollisessa arvioinnissa oletetaan, että säteilyannos kohdistuu samansuuruisena suurelle määrälle ihmisiä. Kansainvälinen säteilynsuojelukomitea ICRP on arvioinut, että 1000 mSv säteilyannokselle altistuminen lisää pienillä annoksilla ja annosnopeuksilla syöpäriskiä 5,5 prosenttia (ICRP 2007). Säteilyannoksen yksilöriskistä voidaan laskea odotusarvo säteilyn aiheuttaman terveysvaikutuksen ilmenemiselle suuressa väestömäärässä eli väestössä todennäköisesti ilmenevien terveysvaikutusten lukumäärä. Yksittäisen myöhemmin ilmenevän terveysvaikutuksen liittäminen onnettomuuden aiheuttamaan säteilyaltistukseen on käytännössä mahdotonta.

Vakavasta onnettomuudesta yksilölle eliniän aikana (aikuiset 50 vuotta ja lapset 70 vuotta) aiheutuvan säteilyannoksen perusteella voidaan arvioida vakavasta onnettomuudesta aiheutuvien syöpätapausten odotusarvo, kun henkilö on aikuinen tai 1–2 -vuotias lapsi onnettomuuden tapahtuessa eikä mitään suojelutoimenpiteitä ole käytetty. Laitoksen suojavyöhykkeen sisällä (alle 5 kilometriä laitokselta) vakavan onnettomuuden aiheuttamasta säteilyaltistuksesta aiheutuva tilastollinen riski sairastua syöpään elinaikana on korkeintaan 8/100 (tapauksessa V4).

Suuremmilla etäisyyksillä vakavan onnettomuuden vaikutusalueen sisään jäävän väestön määrä kasvaa, jolloin myös onnettomuuden aiheuttamien syöpätapausten odotusarvo kasvaa. Sadan kilometrin etäisyydellä vastaava tilastollinen riski on korkeintaan 26/10000. Mikäli tällä etäisyydellä oletetaan asuvan miljoona ihmistä, on syöpätapausten lukumäärän odotusarvo korkeintaan 2 640. Miljoonasta ihmisestä muista syistä johtuvaan syöpään sairastuu Suomessa 70. ikävuoteen mennessä lähes 170 000 ihmistä.

Kuten aiemmin on mainittu, onnettomuuden jälkeen vallitsevat sääolosuhteet vaikuttavat radioaktiivisen päästön leviämiseen. Esimerkiksi sateesta johtuen yhdelle alueelle kohdistuva suuri laskeuma ja säteilyaltistus vähentävät muille alueille syntyvää laskeumaa ja säteilyaltistusta. Kaikissa säätilanteissa väestölle aiheutuva kokonaissäteilyannos on sama, jolloin onnettomuudesta aiheutuvien syöpätapausten kokonaismäärä on sama.

## 15.6 Jäkälä-poro-ihminen annosreitti

Poronhoitoalueella radioaktiivisten aineiden laskeuma voi olla haitallisempi kuin muualla varsinkin, jos Cs-137:n osuus laskeumasta on suuri. Lapin karu ja niukkaravintainen luonto edistää laskeuman radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ravintoketjuihin ja muun muassa pohjoisen jäkälä-poro -ravintoketju on tehokas cesiumin kerääjä. Fennovoiman ydinvoimalaitoksen vaihtoehtoisista sijoituspaikoista ainoastaan Simon Karsikko sijaitsee poronhoitoalueella tai sen läheisyydessä.

Tässä lisäselvityksessä on esitetty tapauksissa A1(YVA) ja A2 aiheutuvat poronlihan radioaktiivisuuspitoisuudet sekä edelleen näistä poroa syöville ihmisille aiheutuva säteilyannos. A1(YVA) vastaa YVA-selostuksessa esitettyä laskeumaa ja säteilyaltistusta ja A2 epäedullisissa sääolosuhteissa syntyvää laskeumaa ja säteilyaltistusta.

Keskimäärin suomalainen syö poroa noin 0,6 kg vuodessa. Toisaalta Lapissa syrjäisemmillä seuduilla porotaloutta harjoittavien henkilöiden on raportoitu syövän maksimissaan jopa puoli kiloa poronlihaa päivässä. Olettaen, että näin tehdään vuoden jokaisena päivänä, poronlihan kulutus olisi jopa noin 180 kg vuodessa. Oheisessa taulukossa on esitetty poronlihan syönnistä aiheutuva säteilyannos sekä keskimääräisen ruokavaliomukaisen määrän poronlihaa syöväälle suomalaiselle että hyvin paljon poronlihaa syöväälle henkilölle (Taulukko 15-15).

EU:n komission suosituksen mukaan luonnonvaraisten elintarvikkeiden kaupassa EU-alueella on noudatettava pitoisuusrajaa 0,6 kBq/kg (suositus 2003/274/Euratom).

Sääolosuhteista riippuen onnettomuus ei välttämättä aiheuta lähiympäristön poroissa pitoisuusrajan ylittävää radioaktiivisuutta (tapaus A1(YVA) taulukossa Taulukko 15-15). Laskeuman ja säteilyannosten kannalta epäedullisissa sääolosuhteissa (A2) poronlihan

radioaktiivisuus saattaa paikoin ylittää tämän rajan korkeintaan 50 kilometrin etäisyydellä, joten poronlihan kaupalle ei todennäköisesti aiheudu merkittävää haittaa. Ydin-  
vastuulain perusteella ydinvoimalaitoksen toimiluvan haltija on velvollinen korvaamaan onnettomuudesta aiheutuvat vahingot, joihin myös poronlihan pilaantumisen voidaan katsoa kuuluvan.

**Taulukko 15-15. Säteilyannos, jonka tyypillinen suomalainen tai hyvin paljon poroa syövä henkilö voi saada poronlihan kautta.**

etäisyys [km]	A1(YVA)			A2		
	poronlihan radio- aktiivisuus (Cs-137)	tyypillisen suo- malaisen poron- lihasta saama säteilyannos	hyvin paljon poroa syövä henkilön saama suurin mahdollinen säteilyannos	poronlihan radio- aktiivisuus (Cs- 137)	tyypillisen suo- malaisen poron- lihasta saama säteilyannos	hyvin paljon poroa syövä henkilön saama suurin mahdollinen säteilyannos
	kBq/kg	mSv	mSv	kBq/kg	mSv	mSv
5	0,083	0,032	9,7	8,1	3,2	948
10	0,10	0,039	12	4,2	1,6	491
20	0,062	0,024	7,3	2,2	0,86	257
50	0,043	0,017	5,0	0,46	0,18	54
100	0,030	0,012	3,5	0,26	0,10	31
150	0,024	0,009	2,8	0,18	0,070	21
200	0,019	0,007	2,2	0,14	0,055	16
500	0,008	0,003	0,94	0,048	0,019	5,6
1000	0,003	0,001	0,35	0,013	0,005	1,5

## 16

### TOTEUTETTUJEN SELVITYSTEN (KOHDAT 1 – 15) VAIKUTUS YVA-SELOSTUKSEN VAIHTOEHTOJEN VERTAILUUN

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon 4.13.1 kohdassa esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen 16.

*”Selostus siitä, miten kohdissa 1-15 todetut lisäselvitykset vaikuttavat YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun ja vertailutaulukkoon.”*

YVA-selostuksen luvussa 9 on vertailtu hankkeen vaikutuksia vaikutustekijöittäin vaihtoehtoisilla sijaintipaikoilla tiivistetysti, jotta hankkeen vaikutuksista olisi mahdollisimman helppoa saada kokonaiskäsitys. Vaikutusten arvioinnin on tehnyt yli 40 asiantuntijan ammattitaitoinen ja erittäin kokenut työryhmä.

TEM:n lausunnossaan edellyttämät lisäselvitykset voidaan jakaa kahteen ryhmään; niihin, joihin on vastattu tässä asiakirjassa (lisäselvitykset 2, 4, 5, 8 ja 10 – 15) ja niihin (lisäselvitykset 1, 3, 6, 7 ja 9), jotka edellyttävät kesän ja syksyn 2009 aikana luonnossa tehtäviä selvityksiä. Näiltä osin edellä esitetty selostus vaikutuksista YVA-selostuksessa esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun voidaan viimeistellä vasta lisäselvitysten raportoinnin yhteydessä lokakuun 2009 loppuun mennessä.

Jälkimmäiseen ryhmään kuuluvista lisäselvityksistä saatavat tiedot ovat luonteeltaan varsin yksityiskohtaisia ja sellaisenaan varmasti lisäävät tietoa vaihtoehtojen paikkakuntien ympäristöstä ja auttavat tarkentamaan tehdyn arvioinnin yksityiskohtia. On kuitenkin jo nyt ennakoitavissa, että nämä selvitykset tuottavat lähinnä täsmentävää tietoa YVA-selostuksessa tehtyihin perusteellisiin arvioihin, mutta eivät vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyihin johtopäätöksiin.

Tässä asiakirjassa esitettyjen lisäselvitysten suhdetta vaihtoehtojen vertailuun tarkastellaan seuraavassa:

**Lisäselvityksessä 2** esitetään selvitys jäähdytysvesimallin soveltamisesta paikallisiin olosuhteisiin. Tämä selvitys tarkentaa aiempia tietoja mallinnuksen periaatteista. Selvitys ei vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 4** tarkastellaan jäähdytysvesien kaukopurkuvaihtoehtoa. Kaukopurkuvaihtoehdolla jäähdytysvesien vaikutusalue jää rantapurkuvaihtoehtoa pienemmäksi kaikilla vaihtoehtoisilla sijaintipaikoilla. Kaukopurkuvaihtoehdoilla vaikutus kohdistuu pääosin syväälle ulappa-alueelle ja rantapurkuvaihtoehdolla pääasiallisesti ranta-alueelle. Näin kaukopurussa rantavyöhykkeeseen kohdistuvat ympäristövaikutukset, mm. kasvilisyyden lisääntyminen, jäävät jonkin verran vähäisemmiksi kuin rantapurussa.

Selvitys ei vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun, koska kaukopurkutunneli vaihtoehtona on katsottu teknisten ja taloudellisten seikkojen perusteella toteuttamiskelvottomaksi jo ennen YVA-menettelyn aloittamista tehdyissä perusteellisissa esiselvityksissä. Lisäksi YVA-selostus osoittaa, että rantapurkuvaihtoehdot ovat ympäristöllisesti toteuttamiskelpoisia.

**Lisäselvityksessä 8** on esitetty selvitys Hanhikiven alueen asemasta Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan mukaisena luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä alueena. Hanhikiven niemen alueen luonnonarvoja ja vaikutuksia niihin on perusteellisesti selvitetty YVA-selostuksessa. Tämä selvitys ei vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 10** esitetään selostus ja yleisarvio hankkeen soveltumisesta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin paikkakunnittain. Vain osa valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista koskee ydinvoimahanketta. Pääosin hanke edistää niiden toteuttamista. Tämä selvitys ei vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 12** esitetään selvitys lämmön- ja sähkön yhteistuotannon ympäristövaikutusten eroista lauhdetuotannon ympäristövaikutuksiin verrattuna. Selvitys on lähinnä YVA-selostuksessa tästä aiheesta esitettyjä asioita kokoava ja tarkentava, eikä se vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 13** esitetään selvitys käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten riskeistä ja ympäristövaikutuksista kunkin vaihtoehtoisen sijoituspaikan osalta. Tässä kohdan 13 mukaisessa tarkastelussa ei tullut esille olennaisia eroja kuljetustapojen tai sijaintipaikkojen suhteen eikä se siten vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 14** esitetään selvitys voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen olennaisista ympäristövaikutuksista ja selvitys kallioperän turvallisuudesta kullakin sijaintipaikalla. Tässä selvityksessä ei tullut esille olennaisia eroja vaihtoehtoisten sijoituspaikkojen suhteen eikä se siten vaikuta YVA-selostuksen luvussa 9 esitettyyn vaihtoehtojen vertailuun.

**Lisäselvityksessä 15** esitetään lisälaskelmia YVA-selostuksen esimerkkionnettomuuden (vakava reaktorionnettomuus) aiheuttamista säteilyannoksista. Selvityksessä on tarkas-

teltu tapausta, jossa kaikki reaktorissa olevan ydinpolttoaineen sisältämät radioaktiiviset jalokaasut vapautuvat ympäristöön. Lisäksi on tarkasteltu erilaisten sääolosuhteiden vaikutusta onnettomuudesta aiheutuvaan säteilyaltistukseen. YVA-selostuksen luvussa 9 onnettomuuksien vaikutukset on esitetty paikkakunnasta riippumattomasti, suhteessa etäisyyteen laitoksesta. Tehty selvitys ei näin vaikuta vaihtoehtojen vertailuun, mutta tuo siihen luvussa 15 esitetyn lisätiedon.

17

## OIKAISUT

Tässä kappaleessa esitetään oikaisut YVA-selostukseen Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon 4.13.1 kohdassa esitetyn lisäselvitysvaatimuksen 16 mukaisesti.

*”Oikaisut, joissa a) YVA selostuksen sivuilla 199–210 olevien jäähdytysveden otto-/purkukuvien painovirheet selostetaan ja korjataan ja b) tarkistetaan lohien kutukorkeus, joka suomen- ja ruotsinkielisissä selosteissa on esitetty erilaisena.”*

Näiden lisäksi esitetään oikaisut/tarkennukset muihin esiin tulleisiin virheisiin (C ja D).

### **A) Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat**

YVA-selostuksen sivulla 199, kappaleen 8.4.4.3 (Jäähdytysvesien vaikutus meriveden lämpötilaan) alkupuolella olevassa luettelossa vaihtoehtojen A ja B purkupaikat ovat vaihtuneet.

Tekstin tulisi olla seuraava:

A. rantaotto O1 itäpuolelta, *purku P2 länteen*

B. rantaotto O2 kaakkoispuolelta, *purku P1 lounaaseen*

Mallinnuksissa, kappaleen tekstissä, tuloksissa, tulosten tulokinnassa ja kuvissa vaihtoehdot ovat oikein. Jäähdytysvesimallinnuksen erillisraportissa virhettä ei myöskään ole. Tällä painovirheellä ei siis ole vaikutusta jäähdytysvesimallinnuksen tuloksiin eikä YVA-selostuksen johtopäätöksiin.

### **B) Lohen kutuvaellus**

Ruotsinkielisessä versiossa YVA-selostuksesta (kappaleet 8.4.4.6 ja 8.4.2.6 Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen) on käännetty väärin lause, jossa kerrotaan lohien uintisyvyydestä kutuvaelluksella. Suomenkielisessä selostuksessa oleva lause ”Lohi vaeltaa pääasiassa muutaman metrin syvyisessä pintakerroksessa” on oikein.

### **C) Liikenteen päästöt**

Kappaleessa 8.2.5 (Liikenteen päästöjen vaikutukset ilmanlaatuun) on virhe Ruotsinpyhtään sijaintivaihtoehdon liikennepäästöjen vertaamisessa alueen kokonaisliikennepäästöihin. Seuraava teksti korvaa YVA-selostuksessa kappaleessa 8.2.5 sivulla 155 olevan kolmannen kappaleen:

*Ruotsinpyhtään vaihtoehdossa typenoksidien päästöt lisääntyvät noin 40 prosenttia, häikäspäästöt noin 50 prosenttia, hiukkaspäästöt noin 30 prosenttia ja hiilidioksidipäästöt*



noin 20 prosenttia verrattuna alueen (Ruotsinpyhtää ja Loviisa) kokonaisliikennepäästöihin vuonna 2015. Rikkidioksidipäästöt jäivät hyvin alhaisiksi.

Nämä muutokset liikennepäästöjen suuruusluokan havainnollistamista koskevissa prosenttiluvuissa eivät vaikuta YVA-selostuksessa esitettyihin liikenteen päästöjen suuruuksiin tai johtopäätöksiin niiden vaikutuksista.

#### **D) Etäisyys Simon sijaintialueelta Ouluun**

Kappaleessa 10.2.2.1 (Vesistöön johdettavan lämpökuorman vähentäminen) sivulla 367 on etäisyyden Simon sijaintialueelta Ouluun esitetty olevan 25 kilometriä. Oikea etäisyys on noin 100 kilometriä.

## **18 ASUKASKYSELYN OSITTAINEN EPÄONNISTUMINEN**

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kappaleessa 4.13.1 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen numero 18.:

*”Selvitys asukaskyselyjen osittaisesta epäonnistumisesta ja sen vaikutuksesta arvioinnin lopputulokseen.”*

### **18.1 Kyselyn toteutus**

Ydinvoimalaitoksen vaihtoehtoisten sijoituspaikkojen lähialueilla tehtiin osana YVA-menettelyyn liittyviä sosiaalisten vaikutusten arviointiselvityksiä asukaskysely, joka lähetettiin otanta-alueilla asuville tai loma-asunnon omistaville henkilöille. Asukaskysely järjestettiin maaliskuussa 2008.

Asukaskyselyn otantaan kuuluivat kaikki viiden kilometrin säteellä laitoksen sijaintialueesta asuvat vakituiset ja loma-asukkaat ja lisäksi satunnaisotantana poimittuna 10 prosenttia 5–20 kilometrin säteellä asuvista vakituisista sekä loma-asukkaista. Kustakin taloudesta otantaan poimittiin yksi täysi-ikäinen henkilö. Otannan ikä- ja sukupuolijakauma muodostettiin väestön luonnollisen jakauman mukaan.

Osoitteet poimi väestörekisteristä Pöyryn alihankkijana toiminut Itella TGM Oy. Itella toimii yhteistyössä väestörekisterikeskuksen kanssa ja on oikeutettu väestötietojärjestelmän hyödyntämiseen. Pöyry toimitti Itellalle sijaintialueiden koordinaatit. Itella suoritti Pöyryn määrittelemän otannan mukaisesti kyselyn osoitepoiminnan sekä kyselylomakkeiden tulostuksen ja postituksen. Kysely suoritettiin maaliskuussa 2008.

### **18.2 Kyselyn osoitepoiminnassa tapahtunut virhe**

29.10.2008, YVA-selostuksen valmistumisen jälkeen, Itella ilmoitti osoitepoiminnassa tapahtuneen virheen, joka koski viiden kilometrin säteellä sijaintialueesta sijaitsevia vapaa-ajan asuntoja. Virhe syntyi osoitepoiminnassa tehdyistä koordinaattimuutoksista. Näistä vapaa-ajan asunnoista oli jäänyt poiminnan ulkopuolelle paikkakunnasta riippuen 33–68%.

### 18.3 Vaikutus YVA-selostuksessa esitettyihin johtopäätöksiin

Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on osa ympäristövaikutusten arviointia. Asukaskysely on yksi mahdollinen SVA:ssa käytettävä menetelmä. Fennovoiman YVA-menettelyssä asukaskyselyn lisäksi muita SVA-menetelmiä olivat muun muassa seurantaryhmissä ja yleisötilaisuuksissa sekä lausunnoissa ja mielipiteissä saadun palautteen yksityiskohtainen, taulukkomuotoon kirjattu analysointi, teemahaastattelut, media-analyysi, perusteellisen aluetalousselvityksen yhteydessä tehtyjen haastattelujen käyttö taustamateriaalina, Fennovoiman paikallistoimistoon tulleiden yhteydenottojen ja tietojen käyttö, konsultille tulleet yhteydenotot jne. Sosiaalisia vaikutuksia koskevat arviot ja selvitykset ovat tehneet ammattilaiset, joilla on runsaasti kokemusta sekä SVA:sta että ihmisten suhtautumisesta vastaaviin hankkeisiin.

Vapaa-ajan asukkaat ovat yksi ryhmä, jota SVA:ssa on analysoitu vakituisten lähiasukkaiden ja kauempana asuvien ihmisten lisäksi. Jo ennen koko SVA-osuuden aloittamista tehtiin ennakoarvio, jossa arvioitiin vapaa-ajan asukkaiden todennäköisesti suhtautuvan hankkeeseen negatiivisesti. Asukaskysely vahvisti tämän arvion selkeästi ja merkittävimmiksi vapaa-ajan asukkaiden huolenaiheiksi osoittautuivat ennako-odotusten mukaisesti vapaa-ajan asunnon käyttöarvon, tunnearvon ja rahallisen arvon heikkeneminen, maiseman muuttuminen, vesistöjen ja muun luonnon virkistyskäyttöarvon heikkeneminen sekä turvallisuuteen ja terveyteen liittyvät pelot ja huolet. Nämä asiat on raportoitu YVA-selostuksessa.

Edellä esitetyn perusteella on selvää, että mikäli alle 5 kilometrin päässä vapaa-aikaansa viettäviin ihmisiin kohdistuva otanta olisi ollut aiotut 100 %, edellä esitettyihin johtopäätöksiin ei olisi tullut muutoksia. Otannassa tapahtuneella virheellä ei näin ollut mitään vaikutusta arvioinnin lopputulokseen.

### 19 YVA-MENETTELYN PÄÄTTÄMINEN KRISTIINANKAUPUNGIN OSALTA

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon 4.13.1 kohdassa 19 pyydetään selvitystä siitä, miksi YVA-menettely keskeytettiin Kristiinankaupungissa:

*”Selvitys siitä, millä perusteilla ympäristövaikutusten arviointiprosessia ei viety loppuun Kristiinankaupungissa, kuten YVA-ohjelmassa suunniteltiin.”*

Fennovoima ilmoitti 9.6.2008, että yhtiö aloittaa ydinvoimalaitoksen teknisen suunnittelun Pyhäjoen Hanhikivellä, Ruotsinpyhtään Gäddbergössä ja Kampuslandetissa sekä Simon Karsikossa. Tässä yhteydessä hankkeen suunnittelu ja selvitystyöt, mukaan lukien ympäristövaikutusten arviointi, päätettiin keskeyttää Kristiinankaupungin Norrskogenissa. Vaihtoehtojen karsiutuminen YVA-ohjelmavaiheessa on tavanomaista missä tahansa hanketyypissä, koska tuolloin ollaan kaikilta osin vielä hyvin aikaisessa ja muuttuvassa hankekehitysvaiheessa.

Hankkeensa alusta saakka Fennovoima on pitänyt tärkeänä, että hanke voidaan toteuttaa tiiviissä ja avoimessa yhteistyössä paikallisen yhteisön kanssa. Fennovoima aloitti ydinvoimalaitokseen liittyvät selvitystyöt Kristiinankaupungissa kaupunginhallituksen kesäkuussa 2007 tekemän yksimielisen päätöksen pohjalta. Kevään 2008 aikana Fennovoiman hanke jakoi Kristiinankaupungin kuntapäätäjät kahtia tavalla, joka ei yhtiön näkemyksen mukaan tarjonnut kunnalle riittäviä edellytyksiä hankkeen pitkäjänteiseen toteuttamiseen. Tämä johti kesäkuussa 2008 tehtyyn päätökseen ympäristövaikutusten ar-

vioinnin keskeyttämisestä paikkakunnalla. Vaihtoehtojen karsiutuminen YVA-ohjelmavaiheessa on tavanomaista missä tahansa hanketyypissä, koska hanke on vielä hyvin varhaisessa ja muuttuvassa kehitysvaiheessa.

## 20

**NAHKIAISEN PYYNTI PYHÄJOELLA**

Tässä kappaleessa vastataan työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon sivulla 53 esitettyyn lisäselvitysvaatimukseen.

*”Nahkiaisen pyyntiä, joka Pyhäjoella on merkittävää, ei ole mainittu YVA-selostuksessa. TEM pyytää Fennovoima Oy:ta täydentämään YVA-selostuksen tietoja tältä osin.”*

Nahkiaiskannat ovat Suomessa runsaimpia itäisen Suomenlahden, Satakunnan ja Pohjanmaan joissa. Pyyntivahva kanta on arviolta noin 30 suomalaisessa joessa. Sukukypsät nahkiaiset nousevat merestä jokiin kutemaan syksyllä elokuulta alkaen, mutta kutevat vasta keväällä touko-kesäkuussa. Kudun jälkeen aikuinen nahkiainen kuolee. Nahkiaisen toukat, likomadot, elävät jokien pohjamudassa yleensä 4–5 vuotta, minkä jälkeen ne vaeltavat mereen kasvamaan. Osa koiraista valtaa jokiin kutemaan jo yhden merivuoden jälkeen, mutta pääosa nahkiaisista viettää kaksi merivuotta. Merivaiheen vaellusten laajuudesta ei ole olemassa havaintoja. Nahkiainen ei ole kotijokiuskollinen kuten varsinaiset vaelluskalat. (Lehtonen 2003).

Pyhäjoen kalataloudelliseen yhteistarkkailuun (Pöyry Environment Oy 2009) liittyen Pyhäjokisuulla on harjoittanut 2000-luvulla nahkiaisen kirjanpito-pyyntiä rysillä kolmesta neljään pyytäjää. Kirjanpitäjien kokonaissaalis vuosina 2003–2008 on ollut 3200–16900 nahkiaista vuodessa (Taulukko 20-1). Yksikkösaalis on vaihdellut välillä 30–92 nahkiaista rysän kokemiskertaa kohden. Nahkiaisen kutunousuun vaikuttaa merkittävästi syksyn virtaamatilanne. Esimerkiksi syksyt 2004, 2007 ja 2008 olivat runsassateisia, mikä edisti nahkiaisen kutunousua jokeen.

**Taulukko 20-1. Nahkiaisen kirjanpito-pyytäjien pyynti- ja saalistiedot Pyhäjokisuulla vuosina 2003-2008.**

Vuosi	Kalastajia	Rysiä	Pyydyskokukertoja	Nahkiainen	
				kpl	kpl/pkk
2003	4	4	166	4982	30,0
2004	4	5	217	11999	55,3
2005	3	4	108	3213	29,8
2006	3	3	87	4651	53,5
2007	4	4	183	16905	92,4
2008	4	4	142	10923	76,9

Pyhäjoen kalastajainseuran nahkiaisenpyyntilupien myyjän (Anttila Urpo, suullinen tiedonanto) mukaan Pyhäjokisuulla pyytää nahkiaisia 25 rysäkalastajaa 25 rysillä ja seitsemän mertapyytäjää 70 merralla. Luvanmyyjän, joka on itsekin kirjanpito-pyytjä, mukaan mertakalastajien keskimääräinen saalis on noin 40 kiloa eli noin 800 nahkiaista vuodessa. Kirjanpitäjillä on keskimääräistä paremmat rysäpyyntipaikat, joten heidän saaliinsa on noin puolitoistakertainen muiden saaliiseen verrattuna. Tämän perusteella voidaan laskea Pyhäjoelta saatu kokonaissaalis, joka oli vuonna 2007 noin 65000 ja

vuonna 2008 noin 55000 kappaletta. Heikkona saalisvuotena kokonaissaalis voi olla vain noin puolet vuosien 2007–2008 saalistasosta.

Pyhäjokisuus sijaitsee noin kuusi kilometriä etelään Hanhikivenniemen suunnitellun ydinvoimalaitoksen lämpimien jäähdytysvesien purkupaikalta. Jäähdytysvesien pääasiallinen vaikutusalue on Hanhikivenniemen pohjoispuolisella alueella eikä se ulotu Pyhäjokisuulle. Nahkiaisen kutunousu ei ole sidottu veden tiettyyn lämpötilaan, vaan nahkiaisen nousee jokeen pitkin syksyä elokuulta jäiden tuloon asti ja ainakin jonkin verran vielä senkin jälkeen. Elokuussa merivesi on lämmintä ja silloinkin joesta voidaan saada varsin hyviä nahkiaissaaliita, jos muut olosuhteet ovat nousulle suotuisat. Nahkiaisen nousuhalukkuutta lisäävät muun muassa joen tarpeeksi suuri virtaama ja sopivat tuulet (merituulet). Jäähdytysvesien ei arvioida vaikuttavan Pyhäjokeen nousevaan nahkiaiskantaan.

## 21

### MUITA LAUSUNNOISSA ESILLE TULLEITA ASIOITA

Työ- ja elinkeinoministeriö kehottaa lausuntonsa kohdassa 4.13.1 hankkeesta vastaavaa kiinnittämään huomiota myös muihin YVA-selostuksesta saadussa lausuntoaineistossa esitettyihin kysymyksiin ja vastaamaan niihin riittävässä määrin lisäselvityksensä puitteissa.

Seuraavassa esitetään YVA-selostuksesta annetuissa lausunnoissa esitettyjä kysymyksiä sekä vastauksia niihin.

*Missä määrin mm. lajistotieto pohjautuu aiempaan tietoon ja missä määrin tämän hankkeen yhteydessä hankittuun? (Siikajoen kunta)*

Laji- ja muuta luontotietoa linnuston ja kasvillisuuden/luontotyyppejen osalta on hankittu kenttäkartoituksin kaikilla sijaintipaikoilla. Kaikki saatavilla ollut aiempi tieto on myös hyödynnetty vaikutusarviointeja laadittaessa.

*Sisältävätkö talous- ja työpaikkaluvut myös muut kuin suoranaisesti laitoksen rakentamisesta aiheutuvat määrät? (Lapin liitto)*

Rakennusvaiheen työllisyysluvut sisältävät hankkeessa välittömästi (esim. suunnittelu- ja rakentamistyöt) ja välillisesti (esim. rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden valmistus) työllistyvät. Esimerkiksi kunnallisverotulojen arviointi perustuu näihin työllisyyslukuihin.

*Mihin perustuu aikaraja, jonka mukaan päästö ympäristöön alkaa 6 h vakavan onnettomuuden jälkeen? (Lapin liitto)*

Ydinvoimalaitoksen suojarakennus suunnitellaan niin, että se estää radioaktiivisen päästön vapautumisen välittömästi ydinpolttoaineen vaurioitumisen tapahduttua. Kuuden tunnin viive on nykyiset suunnitteluvaatimukset huomioon ottaen lyhyt. Sitä kuitenkin käytettiin vaikutusten arvioinnin konservatiivisuuden varmistamiseksi.

*Arvioidaanko vaikutusarviossa yhden vai kahden reaktorin tapaus? (yksityishenkilöiden kannanotot)*

Niissä vaikutuksissa, joissa vaihtoehdot eroavat toisistaan, kummankin vaihtoehdon vaikutukset on arvioitu erikseen.

*Miksi YVA-selostuksessa ei mallinnettu levän kasvua jäähdytysveden vaikutusalueella? (Lapin ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus)*

Jäähdytysvesimallinnuksessa käytetyn mallin kanssa yhteensopivaa levämallia (YVA Oy:n malli) on tähän asti käytetty vain niin sanotuissa tutkimussovelluksissa. Jokainen levämallin sovellus vaatii sovellusalueen virtauslaskennan, vedenlaatulaskennan, ja levän kasvun laskennan. Mallin luotettavuus edellyttää tulosten kalibrointia levämittaustietoihin. Mikäli levämittaustietoja tai vähintään liukoisten ravinteiden pitoisuusmittauksia ei ole olemassa, ei mallia voi luotettavasti alueelle soveltaa. Näitä tietoja ei hankealueilta ollut riittävästi saatavissa.

Lisäksi levämalli on kehitetty ravinnepäästöjen vaikutusten arvioimiseen eikä sitä ole aikaisemmin käytetty lämpöpäästöjen yhteydessä, joten sen soveltuvuutta tähän käyttöön ei ole varmistettu. Tämän vuoksi mallin soveltuvuus tulisi ensin testata jonkin vertailutapauksen avulla esimerkiksi Loviisan tai Olkiluodon voimalaitosten edustalle sovitettuna. Ilman vertailutapausta mallin käyttökelpoisuutta on vaikea arvioida.

YVA Oy:n levämalli ei siis ilman perusteellisten ja laajojen taustatietojen hankintaa, malliin tehtäviä muutoksia ja olemassa olevalla purkualueelle tehtyä varmistusmallinusta sovellu lämpöpäästön vaikutusten arviointiin.

## 22 NATURA-ARVIOINTIEN TARVE

Työ- ja elinkeinoministeriö kehottaa lausuntonsa kohdassa 4.13.1 hankkeesta vastaavaa neuvottelemaan ympäristöviranomaisten kanssa ja harkitsemaan Natura-arvioinnin toteuttamista Pyhäjoella ja Ruotsinpyhtäällä.

*”...TEM kehottaa hankkeesta vastaavaa neuvottelemaan ympäristöministeriön sekä alueellisten ympäristökeskusten kanssa ja vakavasti harkitsemaan Natura-arvioinnin toteuttamista kokonaisuudessaan Pyhäjoella ja Ruotsinpyhtäällä.”*

Fennovoima Oy järjesti 20.3.09 neuvottelun ympäristöviranomaisten kanssa Natura-arviointien tarpeesta. Neuvottelussa olivat läsnä hankevastaavan lisäksi ympäristöministeriön, Uudenmaan ympäristökeskuksen, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen ja Lapin ympäristökeskuksen edustajat.

Neuvottelun jälkeen Fennovoima päätti käynnistää Natura-arvioinnit Pyhäjoella ja Ruotsinpyhtäällä. Natura-arvioinnit toteutetaan luonnonsuojelulain (1096/1996) määrittämällä tavalla ja niiden toteutuksen yksityiskohdista keskustellaan alueellisten ympäristökeskusten kanssa.

## 23 KANSAINVÄLINEN KUULEMINEN

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdassa 14.1.3 edellytetään vastaamista joihinkin ulkomaiden esittämiin kysymyksiin ja kommentteihin. Seuraavassa on vastattu näihin esitettyihin kysymyksiin.

## 23.1 Viro

### 23.1.1 Sinileväkukintojen esiintymismahdollisuus Viron pohjoisrannikolla Ruotsinpyhtään laitosvaihtoehdon jäähdytysvesien johdosta

Lämpimät jäähdytysvedet voivat lisätä todennäköisyyttä paikallisten sinileväkukintojen esiintymiseen vaikutusalueella. Jäähdytysvesien vaikutusalue on Ruotsinpyhtään vaihtoehdossa suurimmillaankin noin 20 neliökilometrin kokoinen. Merivirtaukset voivat periaatteessa kuljettaa sinileväkukintoja tämän alueen ulkopuolelle.

Etäisyys Viron rannikolle jäähdytysveden purkualueelta on noin 85 kilometriä. Päävirtaussuunta Ruotsinpyhtään kohdalla on rannikon suuntaisesti kohti länttä (virtaussuunta Suomenlahdella rannikonsuuntaisesti Virosta Suomeen). Näin ollen Ruotsinpyhtään voimalaitoksella ei ole vaikutusta sinileväkukintojen esiintymiseen Viron rannikolla.

### 23.1.2 Merikuljetusten ympäristövaikutusten arviointi

Laivaväylän ja satamalaiturin rakentaminen on kuvattu YVA-selostuksessa kohdassa 3.5.3 ”Maa- ja vesirakennustyöt” ja rakentamisen vaikutukset kohdassa 8.2.2. ”Laivaväylän ja satamalaiturin rakentaminen”.

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikaisten merikuljetusten määrä on vähäinen verrattuna sijoituspaikkojen lähistöllä sijaitsevien laivaväylien muuhun liikenteeseen. Käytön aikana meriteitse tapahtuvia kuljetuksia on ainoastaan hyvin satunnaisesti. Olemassa olevilta laivaväyliltä ydinvoimalaitokselle rakennettavilla uusilla väylillä merikuljetukset voivat aiheuttaa jonkin verran meluhaittoja. Rakennettavalla uudella laivaväyläosuudella ei voi harjoittaa kalastusta kiinteillä pyydyksillä. Rakennettavat laivaväylät ovat pääosin noin viiden metrin syvyisiä, joten potkurivirtojen vaikutukset pohjasedimenttiin ovat vähäisiä.

Rakentamisen aikaisten merikuljetusten vaikutukset jäävät vähäisiksi, mahdolliset haitat ovat paikallisia ja ne kestävät vain ydinvoimalaitoksen rakentamisen ajan. Mikään vaikutus ei ulotu Suomen aluevesien ulkopuolelle.

### 23.1.3 Naapurimaiden informoiminen onnettomuustilanteissa

Onnettomuustilanteiden kansainvälinen tiedotusmenettely on esitetty YVA-selostuksessa kohdassa 8.18.2 ”Vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutukset” sivulla 346.

Mahdollisessa onnettomuustilanteessa ydinlaitoksen luvanhaltija ilmoittaa Säteilyturvakeskukselle tapahtuneesta ja esittää tapahtuman luokittelua. Säteilyturvakeskus ilmoittaa kansainvälisten sopimusten mukaisesti onnettomuudesta Kansainväliselle atominenergiajärjestölle (IAEA). IAEA:lle ilmoitetaan luokkaan INES 2 ja sitä ylempiin luokkiin kuuluvat tapahtumat ja se välittää saamansa tiedot muille maille. Myös Euroopan unionilla on oma ydinlaitostapahtumia ja säteilyvaaratilanteita koskeva ilmoitus- ja tiedonvaihtojärjestelmä.

Suomi on hyväksynyt kaksi IAEA:n vuonna 1986 tehtyä yleissopimusta (*SopS 98/1986 ja SopS 82-83/1990*), jotka sisältävät säteilyvalvonnan tietojen ilmoittamisvelvoitteen.

Suomen osalta sopimukset ovat tulleet voimaan vuonna 1987 (*Asetus ydinonnettomuuksien pikaisesta ilmoittamisesta tehdyn yleissopimuksen voimaansaattamisesta 98/1986*) ja vuonna 1990 (*Asetus avunantoa ydinonnettomuuden tai säteilyhätätilan yhteydessä koskevan yleissopimuksen voimaansaattamisesta ja sen eräiden määräysten hyväksymisestä sekä yleissopimuksen soveltamisesta annetun lain voimaantulosta 83/1990 ja Laki avunantoa ydinonnettomuuden tai säteilyhätätilan yhteydessä koskevan yleissopimuksen eräiden määräysten hyväksymisestä sekä yleissopimuksen soveltamisesta 1120/1990*).

Euroopan atomienergiayhteisön perustamissopimuksen (Euratom-sopimus) 35 ja 36 artiklat velvoittavat EU:n jäsenvaltioita seuraamaan jatkuvasti ympäristön säteilytilannetta ja raportoimaan mittaustuloksia säännöllisesti Euroopan yhteisöjen komissiolle. Tämä velvollisuus koskee myös normaalitilanteita, eikä rajoitu ydinonnettomuuksiin tai muihin erityisiin säteilytilanteisiin niin kuin IAEA:n sopimuksissa.

Euroopan Unionin neuvoston hyväksyi toukokuussa 2005 komission ehdotukset (16.8.2004) neuvoston päätöksiksi Euratomin liittymisestä ydinonnettomuuden pikaisesta ilmoittamisesta tehtyyn yleissopimukseen (hälytyssopimus) ja yleissopimukseen avunannosta ydinonnettomuuden tai säteilyhätätilan yhteydessä (häätäpusopimus). Myös Suomi on näiden, Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) puitteissa tehtyjen sopimusten osapuoli. Häätäpusopimus sisältää määräykset onnettomuudesta ilmoittamisesta niille valtioille, joita onnettomuuden vaikutukset koskevat. Häätäpusopimus sisältää määräykset onnettomuustilanteissa noudatettavista menettelytavoista koskien muun muassa avun pyytämistä, antamista ja avunannosta aiheutuneiden kustannusten korvaamista.

Itämeren valtioiden neuvoston puitteissa tehtiin Hampurissa kesäkuussa 2001 sopimus (*Sop 53/2002*) säteilyvalvonnan tietojen vaihdosta. Sopimuksen tarkoituksena on oikeudellisen ja hallinnollisen perustan luominen tehokkaammalle säteilytietojen vaihdolle Itämeren valtioiden neuvoston jäsenvaltioiden välillä niin normaaleissa säteilytilanteissa kuin ydin- ja säteilyonnettomuustilanteissa tai muissa poikkeavissa tapahtumissa. Sopimus on tullut voimaan Suomen osalta toukokuussa 2002 (*Laki säteilyvalvonnan tietojen vaihdosta tehdyn sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta 386/2002*)

Edellä mainittujen monenvälisten velvoitteiden ohella Suomella on kahdenvälisiä, IAEA:n sopimusten perusteella tehtyjä tarkentavia sopimuksia tietojen vaihdosta. Tällaisia ovat Ruotsin (*SopS 28/1987*), Norjan (*SopS 46/1987*), Tanskan (*SopS 27/1987*), Saksan (*SopS 35/1993*), Venäjän (*SopS 38/1996*) ja Ukrainan (*SopS 66/1997*) kanssa tehdyt sopimukset. Sopimukset sisältävät yksityiskohtaisempia määräyksiä siitä, mitä tietoja ilmoitetaan sekä menettelytavoista, joilla tietojenvaihto toteutetaan.

#### **23.1.4 Mahdollisen onnettomuustilanteiden seurauksena tapahtuvien evakuoitien ja muiden toimien kustannusten korvaaminen (ydinvastuujärjestelyt)**

Ydinlaitoksen haltijan vastuu on esitetty YVA-selostuksessa kohdassa 8.15.1.3. Ydinvastuulla tarkoitetaan vastuuta, joka ydinlaitoksen haltijalla on sivulliselle aiheutuneesta vahingosta. Ydinvastuulain (484/1972) mukaan ydinlaitoksen toimiluvan haltija on velvollinen korvaamaan ydinlaitoksessaan sattuneesta ydintapahtumasta johtuneen ydinvahingon riippumatta siitä onko toimiluvan haltija vastuussa vahingon syntymisestä. Korvattavia vahinkoja ovat henkilö- ja esinevahingot, taloudelliset vahingot sekä ympäris-

tön ennallistamistoimenpiteistä ja torjuntatoimenpiteistä aiheutuneet kustannukset. Ydinvastuun kattamiseksi laitoksen haltijalla on oltava voimassa oleva vastuuvakuutus.

Vuonna 2005 hyväksytyn ydinvastuulain muutoksen (493/2005) perusteella korvausta vaativan on ilmoitettava vaateensa laitoksenhaltijalle kolmen vuoden kuluessa siitä päivästä, jolloin hän sai tiedon vahingosta ja siitä vastuussa olevasta tai hänen olisi kohuttullista huolellisuutta noudattaen pitänyt saada sellainen tieto.

Vuonna 2005 muutettu laki ei ole vielä voimassa, koska lakimuutoksen taustalla olevaa Pariisin yleissopimuksen muutosta vuodelta 2004 ei ole viety kaikkien sopimusvaltioiden lainsäädäntöön.

## 23.2 Ruotsi

### 23.2.1 Lohen vaellus

Lohi lisääntyy luontaisesti merkittävässä määrin Suomen puoleisista Perämeren pohjoisosaan laskevista joista Tornionjoessa ja Simojoessa. Lohen poikaset kasvavat joessa yleensä 2–4 vuotta, minkä jälkeen ne lähtevät syönnösvaellukselle, mikä ulottuu Itämeren pääaltaalle asti. Joesta vaellukselle lähtevät poikaset, smoltit, vaeltavat mereen toukokuun lopun-heinäkuun alun välisenä aikana, ja vaellushiippu on tyypillisesti silloin, kun jokiveden lämpötila on saavuttanut 10°C (*Jutila ym. 2005*). Ikosen (*2006*) mukaan meressä vaeltavat poikaset, postsmoltit, vaeltavat Perämerellä etelään sekä pitkin Suomen että Ruotsin rannikkoa, joilla merivesi lämpenee mataluudesta johtuen nopeammin kuin ulappa-alueella. Merenkurkun eteläpuolella postsmolttien vaellus tapahtuu pääosin pitkin Ruotsin rannikkoa (*Ikonen 2006*). Kalojen lämpöaisti on erittäin hyvä ja ne voivat hakeutua haluamaansa lämpötilaan. Kalat voivat aistia jopa 0,03 °C olevat veden lämpötilaerot (*Bull 1936, sit. Ikonen 2006*).

Lohen kutuvaellus takaisin lisääntymisjokiin tapahtuu pinnan tuntumassa yleensä 2–3 m syvyydessä ja vaellusnopeus on yleensä 20–30 km vuorokaudessa (*Karlsson ym. 1999, Westerberg ym. 1999*). Lohet vaeltavat pohjoiseen yleensä pitkin Suomen puoleista rannikkoa, joka mataluudesta johtuen lämpiää nopeammin kuin Ruotsin rannikko (*Westerberg ym. 1999*). Ruotsin puoleisella rannikolla vaellusta tapahtuu etenkin tilanteessa, jossa vesi on siellä lämpimämpää kuin Suomen puolella. Pohjoistuulien ja heikkojen tuulien aikana lohien vaellusreitti siirtyy ulommaksi Suomen rannikosta (*Westerberg ym. 1999*).

Lohen merkkipalautusten mukaan lohet vaeltavat Perämeren pohjoisosassa pääasiassa Hailuodon länsipuolitse ilmeisesti merivirtojen mukaan suoraan Simon Karsikkoniemen edustalle (*Siira 2007*). Sieltä pääosa jatkaa matkaa edelleen pohjoiseen Kemijokisuulle sekä Tornion- ja Kalixjokiin. Osa lohista kääntyy Karsikkoniemen edustalta takaisin etelään ja vaeltaa Ii- ja Oulujoen suualueille asti.

Jäähdytysveden vaikutuksista lohien vaellukseen on olemassa hyvin vähän tutkimustietoa. Olemassa olevan tiedon perusteella lämpimillä jäähdytysvesillä ei ole havaittu merkittäviä vaikutuksia kalojen vaellukseen (*Langford 1990*). Suunniteltujen voimalaitosten jäähdytysveden vaikutusalue sijaitsee varsin etäällä lohijokien suualueista ja lohet pysyvät halutessaan välttämään lämpimämmän veden aluetta kutuvaelluksellaan. Tällä pe-



rusteella ei ole syytä olettaa, että voimalaitosten jäähdytysvesillä olisi haitallisia vaikutuksia lohien nousuun kutujokiin.

### 23.2.2 Pohjanlahden ja Tornionjoen ekologisen ja kemiallisen tilan tarkempi selvittäminen

Simon edustan merialueen ja Tornionjoen kemiallista ja ekologista tilaa seurataan vuosittain velvoitetarkkailuin. Näiden tarkkailujen tulokset ovat julkisia ja saatavissa Suomen ympäristöviranomaisilta, muun muassa alueellisilta ympäristökeskuksilta. Näitä tietoja on tarvittavilta osin käytetty Fennovoiman hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin lähdemateriaalina.

## 23.3 Saksa

### 23.3.1 Vakavan onnettomuuden vaikutukset

Säteilyturvakeskus (STUK) tarkastaa, että suomalaisessa ydinturvallisuussäännöstössä esitettyjä vaatimuksia noudatetaan. Fennovoima ja laitostoimittajat ovat laatineet laitosvaihtoehtoista soveltuvuus selvityksiä, joissa laitoksia kuvataan konseptitasolla ja joissa Fennovoima on tarkistanut, että laitoksilla on edellytykset täyttää suomalaiset vaatimukset. Soveltuvuus selvitysten perusteella STUK tarkastaa riippumattomasti laitoksen periaatteellisen hyväksyttävyyden. Laitosvaihtoehto, joka ei kestäisi vakavaa reaktorionnettomuutta tai suuren matkustajalentokoneen törmäystä, tulisi karsituksi jo tässä vaiheessa.

Laitoksen turvallisuussuunnittelu ja rakenteita koskeva suunnittelu sekä perusmitoitus kuvataan alustavassa turvallisuusselosteessa (PSAR) ja siihen kuuluvissa turvallisuusanalyseissä, jotka laitostoimittaja laatii ja Fennovoima tarkastaa hyväksyttävyyden kannalta. STUK tarkastaa kyseiset asiakirjat ja varmistaa riippumattomasti, että valitun laitoksen suunnittelu todella täyttää kaikki sitä koskevat turvallisuusvaatimukset.

STUK valvoo laitoksen rakentamista koko rakentamisen ajan sekä tarkastamalla yksityiskohtaisia työsuunnitelmia että jo suoritettujen työvaiheiden tuloksia. Esimerkiksi lentokonetörmäykseltä suojaavan seinän betonivaluja saa tehdä vasta, kun STUK on paikan päällä hyväksynyt kaikki työtä koskevat suunnitelmat, menetelmät ja laadunvalvonnan. Näin STUK varmistaa, että laitoksen toteutus on suunnitelmien mukaista ja täyttää turvallisuusvaatimukset.

Ennen laitoksen käytön aloittamista Fennovoima ja laitostoimittaja laativat laitoksen lopullisen turvallisuusselosteen ja muut käyttöä varten tarvittavat lisensointiasiakirjat. Näissä mm. kuvataan laitos sellaisena kuin se on rakennettu (as built) sekä laitoksen laitteille, rakenteille ja järjestelmille tehtävän jatkuvan kunnonvalvonnan. STUK tarkastaa nämä asiakirjat riippumattomasti ja varmistaa, että valmis laitos täyttää turvallisuusvaatimukset. Vasta tämän jälkeen laitos saa käyttöluvan. Suomessa ydinvoimalaitoksen ensimmäinen käyttöluva on kestoaltaan kesto rajattu 5-10 vuoteen. Käyttöluva voidaan uudistaa. STUK valvoo laitoksen käyttöä ja kunnossapitoa tekemällä laitoksella erilaisia tarkastuksia laitoksen normaalin käytön aikanakin.

Kaikki laitoksen lisensointiasiakirjat ovat ylläpidettäviä, eli Fennovoima päivittää niitä jatkuvasti. Käyttöluvan uudistamisen edellytyksenä on ns. määräaikainen turvallisuus-

arviointi (Periodic Safety Review), kaikkien lisensointiasiakirjojen kokonaisvaltainen läpikäynti, joka vastaa menettelyiltään ja laajuudeltaan laitoksen ensimmäisen käyttöluvan käsittelyä. Käyttölupaa uusittaessa Fennovoima ja STUK kiinnittävät erityistä huomiota laitoksen kuntoon ja ylläpitämiseen. Myös käyttökokemukset maailmanlaajuisesti sekä turvallisuustekniikan mahdollinen kehittyminen otetaan huomioon. Jotta käyttöluva uudistettaisiin, laitoksen tulee täyttää käyttöluvan umpeutuessa voimassa olevat turvallisuusvaatimukset, vaikka ne olisivat tiukempia kuin laitosta alun perin suunniteltaessa sovelletut vaatimukset. Myös uudistettu käyttöluva on määräaikainen, tyypillisesti 10 tai 20 vuotta. Mikäli käyttöluva on voimassa 20 vuotta, tehdään määräaikainen turvallisuusarviointi 10 vuoden kohdalla. Mikäli käyttöluvan edellytykset eivät täyty, lupa voidaan peruuttaa milloin tahansa. Mikäli käyttökokemukset tai turvallisuustutkimus antavat aiheita, tekee Fennovoima laitoksen turvallisuusparannuksia myös kesken käyttöluvajaksojen. STUK valvoo tällaisia parannustoita. Turvallisuuden jatkuva parantaminen on yksi ylimmän tason turvallisuusvaatimuksista Suomessa.

### 23.3.2 Käytetyn polttoaineen varastointi

Käytetyn polttoaineen välivarastointia koskevat samat turvallisuusmääräykset kuin ydinvoimalaitoksiakin. Mikäli Fennovoima rakentaa erillisen rakennuksen käytetyn polttoaineen välivarastoksi, mitoitetaan se kestämaan samat ulkoiset vaaratekijät kuin voimalaitos. Näihin sisältyy ison matkustajalentokoneen törmäys.

Fennovoima ei ole vielä valinnut kuivan välivaraston varastosäiliötä. Mikäli kuivaan välivarastointiin perustuva varasto ei ole törmäyksen kestävä rakennus, vaan käytettyä polttoainetta varastoidaan säiliöissä ulkona, valitaan lentokonetörmäyksen vaikutukset kestävä terässäiliö.

**LÄHTEET**

- Bull, H. D. 1936. Studies on conditioned responses in fishes. Part VII. Temperature perception in teleosts. J. mar. biol. Ass. U.K. 21:1-27.
- Fennovoima 2008. Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Raportti 388 s.
- Fennovoima. 2009a. STUK E - Selvitys vaihtoehtoisten sijaintipaikkojen paikallisten olosuhteiden vaikutuksesta turvallisuuteen. Fennovoima Oy. Raportti 60 s.
- Fennovoima. 2009b. STUK D - Ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyvän voimalaitosjätteen ja käytöstäpoistojätteen huolto sekä voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen kuvaus. Fennovoima Oy. Selvitys 42 s.
- Fennovoima 2009c. Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus. 328 s.
- Haikonen, A., Ilmarinen, K., Joensuu L., Leinikki, J., Oulasvirta, P., & Vatanen, S. 2008. Suurhiekan vesiluonto ja kalasto. Erillisraportti Suurhiekan merituulipuiston YVA-selostuksen tausta-aineistoksi. Alleco raportti.
- HELCOM 2007. Climate change in the Baltic sea area. Baltic Sea Environment Proceedings No. 111.
- Hudd R., Ahlqvist J., Jensen H., Urho L., Blom A. 2006. Lek- och yngelproduktionsområden för havslekande harr i Kvarken. Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Vattenbruksinstitutionen vol 53.
- Hurme, S. 1966. Harjus Suomen merenrannikolla. Suomen kalastuslehti 1966.1, 185.
- IAEA. 2000. Regulations for the safe transport of radioactive materials. International Atomic Energy Agency.
- ICRP 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP, Vol 37, Nos 2-4 2007. ICRP Publication 103. Elsevier. Ed. J. Valentin.
- Ikonen, E. 2006. The role of the feeding migration and diet of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in yolk-sack-fry mortality (M74) in the Baltic Sea. The Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki.
- Ilmarinen, K. ja Oulasvirta, P. 2008. Vesikasvillisuuden sukelluslinjat ja yleiskartoitus. Raportissa: Vatanen, S. & Haikonen, A. (toim.). Vuosaaren satamahankkeen vesistö- ja kalatalousseuranta 2007. Vuosaaren satamahankkeen julkaisu 1/ 2008. Helsinki 2008. 104 s.
- Joensuu, L. & Haikonen, A. 2008. Hauenpoikaskartoitus Helsingin Vanhankaupunginlahdella ja Laajalahdella keväällä 2008. Kala- ja vesitutkimus Oy. 16 s.
- Jokikokko, E. 1997. Muikun ja siian lisääntymisedellytyksiä Perämerellä. RKTL, Kalatutkimuksia nro 120. 32 s.

Jutila, E., Jokikokko, E. & Julkunen, M. 2005. The smolt run and postsmolt survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in relation to early summer water temperature in the northern Baltic Sea. *Ecology of Freshwater Fish* 14: 69-78.

Jylhä K., Tuomenvirta H., Ruosteenoja K., 2004. Climate change projections for Finland during the 21st century, *Boreal Environmental Research*, vol 9, pp 127-152. , ([http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa\\_18.html](http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa_18.html))

Energiategollisuus ry. 2007. Kaukolämpötilasto. Raportti.

Karlsson, L., Ikonen, E., Westerberg, H. & Sturlaugsson, J. 1999. Datastorage study of salmon (*Salmo salar*) migration in the Baltic: The spawning migration of wild and hatchery-reared fish and a comparison of tagging methods. ICES CM 1999/AA:05.

Kautsky, H & van der Maarel, E 1990. Multivariate approached to the variation in phyto-benthic communities and environmental vectors in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 60: 169-184.

Kinnunen, V., Vatanen, S., Paasivirta, L. & Oulasvirta, P. 2005. Vesikasvillisuus ja pohjaeläinyhteisöt suunniteltujen kiviainesten ottoalueiden ympäristössä Pernaja-Loviisan merialueella 2005. Erillisselvitys Pernajan-Loviisan kiviaineksen noston ympäristövaikutusten arviointia varten. Alleco Oy ja Kala- ja vesitutkimus Oy 2005. 22 s.

Koskimies, P. & Väisänen, R.A. 1988: Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, 2. Painos. Helsinki.

Kotilainen, A., Alanen, U., Didziulis, V., Ilmarinen, K., Kaskela, A. & Leinikki J. 2008a. Vedenalaisen meriluonnon inventoinnit (VALKO) Suomenlahdella 2008 - Geologian tutkimuskeskus. Raportti. 40 s. + liitteet.

Kotilainen, A., Alanen, U., Didziulis, V., Hämäläinen J., Ilmarinen, K., Leinikki J. & Oulasvirta P. 2008b. Vedenalaisen meriluonnon inventoinnit (VALKO) Merenkurkussa 2007 - Geologian tutkimuskeskus. Raportti. 57 s. + liitteet.

Kotilainen, A., Alanen, U., Hirvonen, A., Hämäläinen J., Laine A., Leinikki J., O'Brien, K., Oulasvirta P., Piekäinen, H., Reijonen, A. & Vahteri, P. 2007: Vedenalaisen meriluonnon inventoinnit (VALKO) Saaristomerellä 2006 - Geologian tutkimuskeskus. Raportti. 57 s. + liitteet.

Langford, T.E.L. 1990. Ecological effects of thermal discharges. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. London 1990.

Lappalainen, A., Härmä, M. ja Urho, L. 2005. Hauen, mateen ja särjen pienpoikasten esiintyminen Tammisaaren kaupungin eri asteisesti rehevillä lähivesillä keväällä 2005. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Raportti 17 s.

Lauri H, Koponen J., 2009. " Lämpöpäästöjen leviämien Simon, Pyhäjoen ja Ruotsinpyhtään edustoilla, kaukopurkupaikat" YVA Oy, tutkimusraportti 24.3.2009, Tilaajana Fennovoima.

Lauri H, Koponen J., 2008a. "Virtausmalli Simon edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin" YVA Oy, tutkimusraportti 21.8.2008, Tilaajana Fennovoima.

Lauri H, Koponen J., 2008b. "Virtausmalli Pyhäjoen edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin", YVA Oy, tutkimusraportti 21.8.2008, Tilajana Fennovoima.

Lauri H, Koponen J., 2008c. "Virtausmalli Ruotsinpyhtään edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin", YVA Oy, tutkimusraportti 7.10.2008, Tilajana Fennovoima.

Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja. WSOY.

Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 1995. Perämeren kansallispuiston vedenalainen luonto. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A:49. 86 s.

Myrberg, K. 2008. Ilmastomuutoksen fysikaaliset vaikutukset Suomenlahteen. Ilmastomuutoksen ekologiset vaikutukset Helsingissä –seminaari 22.1.2008. Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H-G., Villnäs, A., Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. AMBIO. Vol. 36, No. 2-3: 250-256.

Posiva 2008. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen, ympäristövaikutusten arviointiselostus. Posiva Oy. Raportti 195 s.

Pöyry 2009. Hanhikiven alueen merkittävyys primäärisukessiometsien alueena. Raportti 11 s.

Pöyry Environment Oy 2009. Pyhäjoen yhteistarkkailu v. 2008. Vesistö- ja kalataloustarkkailu. Moniste.

Ruoppa, M. & Heininen, P. (toim.) 2004. Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristö 682.

STUK 2004. Ydinturvallisuus. Toim. Jorma Sandberg. Säteilyturvakeskus, Helsinki.

Suolanen, V., Lautkaski, R., Rossi, J., Nyman, T., Rosqvist, T., Sonninen, S. 2004. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys. Posiva Oy. Raportti 156 s.

Tuomenvirta, H. 2008. Globaali ilmastomuutos. Ilmastomuutoksen ekologiset vaikutukset Helsingissä –seminaari 22.1.2008. Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Viitasalo, M. 2008. Ilmastomuutoksen vaikutukset Suomenlahden merivesieliöihin. Ilmastomuutoksen ekologiset vaikutukset Helsingissä –seminaari 22.1.2008. Helsingin kaupungin ympäristökeskus.

Westerberg, H., Sturlaugsson, J., Ikonen, E. & Karlsson, L. 1999. Datastorage study of salmon (*Salmo salar*) migration in the Baltic: Behavior and the migration route as reconstructed from SST. ICES CM 1999/AA:06.