

**FENNOVOIMA**

# **Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus**

**Helmikuu 2014**



# Yhteystiedot

## **Hankkeesta vastaava: Fennovoima Oy**

Postiosoite: Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

Puhelin: 020 757 9222

Yhteyshenkilö: Kristiina Honkanen

Sähköposti: etunimi.sukunimi@fennovoima.fi

## **Yhteysviranomainen: Työ- ja elinkeinoministeriö**

Postiosoite: PL 32, 00023 Valtioneuvosto

Puhelin: 029 506 4832

Yhteyshenkilö: Jorma Aurela

Sähköposti: etunimi.sukunimi@tem.fi

## **Kansainvälinen kuuleminen: Ympäristöministeriö**

Postiosoite: PL 35, 00023 Valtioneuvosto

Puhelin: 0400 143 937

Yhteyshenkilö: Seija Rantakallio

Sähköposti: etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

## **Hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnista antaa lisätietoja myös:**

### **YVA-konsultti: Pöyry Finland Oy**

Postiosoite: PL 50, 01621 Vantaa

Puhelin: 010 3324388

Yhteyshenkilö: Minna Jokinen

Sähköposti: etunimi.sukunimi@poyry.com

### **Julkaisija: Fennovoima Oy**

**Tekijänoikeudet: Pöyry Finland Oy ja Fennovoima Oy**

**Ulkoasu: Werklig Oy**

**Paino: Finepress Oy**

**Painoaika: Helmikuu 2014**

Maanmittauslaitoksen karttakuvat sisältävät Maanmittauslaitoksen peruskartan ja maastorasterin 10/2013 aineistoa.

Lisenssiehdot: <http://www.maanmittauslaitos.fi/>

avoindata\_lisenssi\_versio1\_20120501

Julkaisu on ladattavissa osoitteesta

[www.fennovoima.fi](http://www.fennovoima.fi)

tai tilattavissa suomeksi, ruotsiksi tai englanniksi

osoitteesta [info@fennovoima.fi](mailto:info@fennovoima.fi).

**FENNOVOIMA**

# **Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus**

**Helmikuu 2014**

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä	6	<b>2.8 Lausunnot ja mielipiteet arviointiohjelmasta</b>	<b>39</b>
Sanasto	24	2.8.1 Yhteysviranomaisen pyytämät viranomaislausunnot	44
<b>1 Hanke</b>	<b>28</b>	2.8.2 Muut yhteysviranomaisen pyytämät lausunnot	47
<b>1.1 Hankkeen tausta</b>	<b>29</b>	2.8.3 Kansainvälisen kuulemisen lausunnot	48
<b>1.2 Hankkeesta vastaava</b>	<b>29</b>	2.8.4 Muut lausunnot ja mielipiteet	49
<b>1.3 Hankkeen tarkoitus ja perustelut</b>	<b>30</b>	<b>2.9 Suunnittelun ja YVAn vuorovaikutus</b>	<b>51</b>
<b>1.4 Arvioitavat vaihtoehdot</b>	<b>30</b>	<b>3 Hankkeen tekninen kuvaus</b>	<b>52</b>
1.4.1 Toteutusvaihtoehto	30	<b>3.1 Ydinvoimalaitoksen toimintaperiaatteet</b>	<b>53</b>
1.4.2 Nollavaihtoehto	31	<b>3.2 Laitostyyppin kuvaus</b>	<b>54</b>
1.4.3 Aiemmin arvioidut vaihtoehdot	31	3.2.1 Rosatomin painevesilaitos	54
<b>1.5 Sijainti ja maankäyttötarve</b>	<b>31</b>	<b>3.3 Laitospaikan turvallisuus</b>	<b>55</b>
<b>1.6 Hankkeen aikataulu</b>	<b>32</b>	3.3.1 Laitospaikan olosuhteet	55
<b>1.7 Liittyminen muihin hankkeisiin</b>	<b>33</b>	<b>3.4 Paras käyttökelpoinen tekniikka ja laitoksen energiatehokkuus</b>	<b>56</b>
1.7.1 Voimansiirtojärjestelmä	33	3.4.1 Paras käyttökelpoinen tekniikka	56
1.7.2 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus	33	3.4.2 Energiatehokkuus	56
1.7.3 Ydinvoimalaitoshankkeet Suomessa	33	<b>3.5 Laitosalueen rakennukset ja maankäyttötarve</b>	<b>57</b>
<b>2 YVA-menettely, viestintä ja osallistuminen</b>	<b>34</b>	<b>3.6 Ydinvoimalaitoksen rakentaminen</b>	<b>58</b>
<b>2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoitteet</b>	<b>35</b>	3.6.1 Rakennustyömaan kuvaus	58
<b>2.2 YVA-menettelyn päävaiheet</b>	<b>35</b>	3.6.2 Maa- ja vesirakennustyöt	58
2.2.1 Arviointiohjelma	35	3.6.3 Rakennustyömaan turvallisuus, työvoiman hallinta ja ympäristöasiat	59
2.2.2 Arviointiselostus	35	<b>3.7 Ydinpolttoaineen hankinta</b>	<b>61</b>
<b>2.3 Kansainvälinen kuuleminen</b>	<b>35</b>	3.7.1 Polttoaineen saatavuus	61
<b>2.4 YVA-menettelyn ja kansainvälisen kuulemisen aikataulu</b>	<b>36</b>	3.7.2 Polttoaineen tuotantoketju	62
<b>2.5 YVA-menettelyn osapuolet</b>	<b>36</b>	3.7.3 Ydinpolttoaineen hankinnalle asetettavat laatu- ja ympäristötavoitteet	64
<b>2.6 Viestintä ja osallistuminen</b>	<b>38</b>	<b>3.8 Käytettävät kemikaalit</b>	<b>66</b>
2.6.1 Tiedotus- ja keskustelutaloukset	38	<b>3.9 Veden tarve ja hankinta</b>	<b>66</b>
2.6.2 Asukaskysely ja sidosryhmähaastattelut	38	3.9.1 Jäähdytysveden tarve ja purku mereen	66
2.6.3 Muu viestintä	39	3.9.2 Käyttöveden tarve	67
<b>2.7 Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta</b>	<b>39</b>	3.9.3 Käyttöveden hankinta ja käsittely	67

<b>3.10 Jätevedet</b>	<b>67</b>	<b>5 Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat, ilmoitukset ja päätökset</b>	<b>98</b>
3.10.1 Jäähdytysveden puhdistuslaitteiston huuhteluviedet	67	<b>5.1 Alueidenkäytön suunnittelu</b>	<b>100</b>
3.10.2 Sosiaalijätevedet	67	5.1.1 Yleistä	100
3.10.3 Pesulan jätevedet	68	5.1.2 Hankkeen edellyttämä kaavoitus	100
3.10.4 Muut jätevedet	68	<b>5.2 Ydinenergiain mukaiset päätökset ja luvat</b>	<b>100</b>
3.10.5 Sade- ja perusvedet	68	5.2.1 Periaatepäätös	100
<b>3.11 Tavanomaisten jätteiden jätehuolto</b>	<b>68</b>	5.2.2 Rakentamislupa	101
3.11.1 Rakentamisen aikainen jätehuolto	68	5.2.3 Käyttölupa	102
3.11.2 Käyttövaiheen aikainen jätehuolto	69	<b>5.3 Euratomin perustamissopimuksen mukaiset tiedonannot ja ilmoitukset</b>	<b>102</b>
<b>3.12 Voimalaitosjätteen jätehuolto</b>	<b>69</b>	<b>5.4 Rakennuslupa</b>	<b>102</b>
3.12.1 Voimalaitosjätteen luokittelu	69	<b>5.5 Lentoestelupa ja lentokieltoalue</b>	<b>102</b>
3.12.2 Voimalaitosjätteen määrät, syntyperä ja laatu	70	<b>5.6 Ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat</b>	<b>102</b>
3.12.3 Voimalaitosjätteen käsittely	70	5.6.1 Rakentamisen edellyttämät luvat	103
3.12.4 Voimalaitosjätteen loppusijoitus	71	5.6.2 Käyttövaiheen edellyttämät luvat	103
<b>3.13 Käytetty ydinpolttoaine</b>	<b>72</b>	<b>5.7 Suojelukeinojen oikeudelliset vaikutukset</b>	<b>103</b>
3.13.1 Välivarastointi laitosalueella	72	5.7.1 Luonnonsuojelulaki	103
3.13.2 Kuljetukset loppusijoitukseen	73	5.7.2 Muinaismuistolaki	104
3.13.3 Loppusijoitusratkaisut	74	<b>5.8 Liitännäishankkeiden edellyttämät luvat</b>	<b>104</b>
<b>3.14 Voimalaitoksen käytöstäpoisto</b>	<b>75</b>	<b>5.9 Muut luvat</b>	<b>104</b>
3.14.1 Käytöstäpoiston strategia	76	<b>6 Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin</b>	<b>106</b>
3.14.2 Jätteet ja niiden käsittely	76	<b>7 Arviointimenetelmät, ympäristön nykytila ja arvioidut ympäristövaikutukset</b>	<b>112</b>
<b>3.15 Kuljetukset ja työmatkaliikenne</b>	<b>76</b>	<b>7.1 Arvioinnin lähtökohdat</b>	<b>113</b>
3.15.1 Rakentamisvaiheen aikainen liikenne	76	<b>7.2 Maankäyttö ja rakennettu ympäristö</b>	<b>113</b>
3.15.2 Käyttövaiheen aikainen liikenne	76	7.2.1 Nykytila	113
<b>3.16 Radioaktiiviset päästöt ja niiden rajoittaminen</b>	<b>77</b>	7.2.2 Arviointimenetelmät	118
3.16.1 Radioaktiiviset päästöt ilmaan	77	7.2.3 Rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset	119
3.16.2 Radioaktiiviset päästöt mereen	78	<b>7.3 Päästöt ilmaan</b>	<b>119</b>
<b>3.17 Päästöt ilmaan</b>	<b>78</b>	7.3.1 Nykytila	119
3.17.1 Varavoiman ja varalämmön tuotannon päästöt	78	7.3.2 Arviointimenetelmät	119
3.17.2 Kuljetusten päästöt	79	7.3.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	119
<b>3.18 Liikenneyhteydet ja voimajohdot</b>	<b>79</b>	7.3.4 Käytön aikaiset vaikutukset	120
3.18.1 Liikenneyhteydet	79	<b>7.4 Vesistöt ja kalatalous</b>	<b>121</b>
3.18.2 Voimajohdot	79	7.4.1 Nykytila	121
<b>4 Ydinturvallisuus</b>	<b>82</b>	7.4.2 Arviointimenetelmät	130
<b>4.1 Ydinturvallisuusvaatimukset</b>	<b>83</b>	7.4.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	131
<b>4.2 Ydinturvallisuusperiaatteet ja niiden toteuttaminen</b>	<b>83</b>	7.4.4 Käytön aikaiset vaikutukset	134
<b>4.3 Ulkoisten uhkien hallinta</b>	<b>86</b>	<b>7.5 Maa- ja kallioperä ja pohjavedet</b>	<b>144</b>
<b>4.4 Ydinturvallisuuden todentaminen ja viranomaisvalvonta</b>	<b>87</b>	7.5.1 Nykytila	144
<b>4.5 Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden hallinta</b>	<b>87</b>	7.5.2 Arviointimenetelmät	144
4.5.1 Ydinvoimalaitoksen poikkeustilanteet ja niitä koskevat vaatimukset	87	7.5.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	144
4.5.2 Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES	88	7.5.4 Käytön aikaiset vaikutukset	145
4.5.3 Valmiustoiminta ja väestönsuojelu	90	<b>7.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet</b>	<b>146</b>
<b>4.6 Säteily ja sen terveysvaikutukset</b>	<b>94</b>	7.6.1 Nykytila, kasvillisuus	146
4.6.1 Säteilyn suorat vaikutukset	94	7.6.2 Nykytila, linnusto	147
4.6.2 Säteilyn pitkäaikaisvaikutukset	94	7.6.3 Nykytila, muu eläimistö	147
4.6.3 Säteily ja raskaus	95	7.6.4 Nykytila, luonnonsuojelukohteet	147
4.6.4 Vertailutietoa säteilyn lähteistä ja säteilyannoksista Suomessa	95	7.6.5 Arviointimenetelmät	154
		7.6.6 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	154
		7.6.7 Käytön aikaiset vaikutukset	156

<b>7.7 Maisema ja kulttuuriympäristö</b>	<b>158</b>	<b>7.16 Energiamarkkinat</b>	<b>208</b>
7.7.1 Nykytila	158	7.16.1 Arviointimenetelmät	208
7.7.2 Arviointimenetelmät	159	7.16.2 Vaikutukset	208
7.7.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	159	<b>7.17 Yhteisvaikutukset muiden tiedossa olevien hankkeiden kanssa</b>	<b>209</b>
7.7.4 Käytön aikaiset vaikutukset	159	<b>7.18 Nollavaihtoehto</b>	<b>209</b>
<b>7.8 Liikenne ja liikenneturvallisuus</b>	<b>161</b>	7.18.1 Arviointimenetelmät	209
7.8.1 Nykytila	161	7.18.2 Nollavaihtoehdon paikalliset vaikutukset	209
7.8.2 Arviointimenetelmät	161	7.18.3 Sähköenergian tarve ja säästömahdollisuudet Suomessa	210
7.8.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	161	7.18.4 Fennovoiman osakkaiden energiansäästötoimet	211
7.8.4 Käytön aikaiset vaikutukset	162	7.18.5 Sähkön tuotanto- ja kustannusrakenne pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla	211
<b>7.9 Melu</b>	<b>164</b>	7.18.6 Nollavaihtoehdon vaikutukset päästöihin	211
7.9.1 Nykytila	164	<b>8 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi</b>	<b>214</b>
7.9.2 Arviointimenetelmät	164	<b>8.1 Vertailu vuoden 2008 YVAssa arvioituun laitukseen</b>	<b>216</b>
7.9.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	166	<b>8.2 Ympäristövaikutusten vertailu</b>	<b>216</b>
7.9.4 Käytön aikaiset vaikutukset	166	<b>8.3 Hankkeen toteuttamiskelpoisuus</b>	<b>222</b>
7.9.5 Yhteenveto meluvaikutuksista	169	<b>8.4 Vertailu hankkeen toteuttamatta jättämiseen</b>	<b>222</b>
<b>7.10 Ihmiset ja yhteiskunta</b>	<b>169</b>	<b>8.5 Ympäristövaikutusten arvioinnin epävarmuudet</b>	<b>222</b>
7.10.1 Nykytila	169	<b>9 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen</b>	<b>224</b>
7.10.2 Arviointimenetelmät	173	<b>10 Ympäristövaikutusten seurantaohjelma</b>	<b>228</b>
7.10.3 Asukaskyselyn tulokset ja ryhmähaastattelujen yhteenveto	175	<b>10.1 Radioaktiivisten päästöjen tarkkailu ja ympäristön säteilytarkkailu</b>	<b>229</b>
7.10.4 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	182	10.1.1 Radioaktiivisten aineiden päästömittaukset	229
7.10.5 Käytön aikaiset vaikutukset	184	10.1.2 Ympäristön säteilytarkkailu	229
7.10.6 Yhteenveto hankkeen vaikutuksista ihmisiin ja yhteiskuntaan	188	<b>10.2 Tavanomaisten päästöjen tarkkailu</b>	<b>230</b>
7.10.7 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen	189	10.2.1 Vesistö tarkkailu	230
<b>7.11 Jätteet ja niiden käsittely</b>	<b>190</b>	10.2.2 Kalataloudellinen tarkkailu	231
7.11.1 Arviointimenetelmät	190	10.2.3 Ilmapäästöjen tarkkailu	231
7.11.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset	190	10.2.4 Jätekirjanpito	231
7.11.3 Käytön aikaiset vaikutukset	190	10.2.5 Melutarkkailu	231
<b>7.12 Voimalaitoksen käytöstäpoisto</b>	<b>193</b>	<b>10.3 Kasvillisuus- ja linnustotarkkailu</b>	<b>231</b>
<b>7.13 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet</b>	<b>194</b>	<b>10.4 Sosiaalisten vaikutusten seuranta</b>	<b>232</b>
7.13.1 Ydinonnettomuus	194	<b>Lähdeluettelo</b>	<b>234</b>
7.13.2 Rakentamisen aikaiset poikkeus- ja onnettomuustilanteet	203	<b>Liite 1: Yhteysviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta</b>	<b>241</b>
7.13.3 Käytön aikaiset muut poikkeus- ja onnettomuustilanteet	203		
<b>7.14 Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset</b>	<b>205</b>		
7.14.1 Vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutukset	205		
7.14.2 Muut vaikutukset	207		
<b>7.15 Ydinpolttoaineen tuotantoketju</b>	<b>207</b>		
7.15.1 Uraanikaivoksen ympäristövaikutukset	207		
7.15.2 Konversio- ja väkevöintilaitoksen ympäristövaikutukset	207		
7.15.3 Polttoaineen valmistuksen ympäristövaikutukset	208		
7.15.4 Kuljetusten ympäristövaikutukset	208		
7.15.5 Ydinpolttoaineen ympäristökuormitus tuotettua energiayksikköä kohti	208		



# Tiivistelmä





# Hanke

## Hankkeen tausta

Fennovoima Oy (jäljempänä Fennovoima) selvittää sähköteholtaan noin 1 200 megawatin suuruisen ydinvoimalaitoksen rakentamista Pyhäjoen Hanhikiven niemelle. Osana selvitystyötä Fennovoima toteuttaa lain (468/1994) ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-laki) mukaisen arviointimenettelyn laitoksen rakentamisen ja käytön aikaisten ympäristövaikutusten selvittämiseksi.

Fennovoima on vuonna 2008 toteuttanut ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely), jossa arviointiin sähköteholtaan noin 1 500–2 500 megawatin suuruisen, yksi tai kaksi reaktoria käsittävän ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisia vaikutuksia kolmella vaihtoehtoisella sijoituspaikalla: Pyhäjoki, Ruotsinpyhtää ja Simo. YVA-menettelyn yhteydessä toteutettiin myös Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen.

Fennovoima sai valtioneuvostolta ydinenergilain (990/1987) 11 § mukaisen periaatepäätöksen 6.5.2010. Eduskunta vahvisti periaatepäätöksen 1.7.2010. Hanhikiven niemi Pyhäjoella on valittu laitoksen sijoituspaikaksi syksyllä 2011 (Kuva 1).

Tämän ympäristövaikutusten arvioinnin kohteena olevaa hanketta, joka koskee noin 1 200 megawatin suuruisia ydinvoimalaitosta ja jonka toimittaja olisi venäläiseen Rosatom-konserniin kuuluva yhtiö, ei ole mainittu alkuperäisessä periaatepäätöshakemuksessa laitospaikkana. Tämän vuoksi työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) on edellyttänyt, että Fennovoima saattaa hankkeen ympäristövaikutusarviointit ajan tasalle tällä YVA-menettelyllä. Espoon sopi-



**Kuva 1.** Hankkeen sijaintialue sekä Itämeren alueen maat mukaan lukien Norja.

muksen mukainen kansainvälinen kuuleminen toteutetaan samanaikaisesti.

## Arvioitavat vaihtoehdot

Toteutusvaihtoehtona arvioidaan sähköteholtaan noin 1 200 megawatin ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset. Laitos sijoittuu Pyhäjoen Hanhikiven niemelle. Ydinvoimalaitos koostuu yhdestä ydinvoimalaitosyksiköstä, joka on tyypiltään painevesireaktori. Nollavaihtoehtona arvioidaan Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen toteuttamatta jättämistä.

Hankkeeseen kuuluvat ydinvoimalaitoksen lisäksi laitosalueella tapahtuva, toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi sekä matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen käsittely, varastointi ja loppusijoitus.

Samoin hankkeeseen kuuluvat:

- jäähdytysveden otto- ja purkujärjestelyt
- käyttöveden hankinta- ja käsittelyjärjestelmät
- jätevesien ja ilmapäästöjen käsittelyjärjestelmät
- teiden, siltojen ja penkereiden rakentaminen
- satamalaiturin ja -alueen sekä meriväylän rakentaminen laivakuljetuksia varten.

Lisäksi selostuksessa kuvataan ydinpolttoaineen tuotantoketjua, käytetyn polttoaineen loppusijoitusta ja voimalaitoksen käytöstäpoistoa. Kahden jälkimmäisen osalta toteutetaan aikanaan oma YVA-menettely. Myös voimajohdoliitynnälle toteutetaan oma YVA-menettely.

## Aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty kuvassa 2.

## Ympäristövaikutusten arviointimenettely ja sidosryhmien kuuleminen

### YVA-menettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettely perustuu ympäristövaikutusten arviointia koskevaan direktiiviin (85/337/ETY), joka on Suomessa pantu täytäntöön YVA-lailla (468/1994) ja -asetuksella (713/2006). YVA-menettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja ympäristövaikutusten yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia sekä mahdollisuuksia osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus) esitetään

Työn vaihe	2013					2014						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
<b>YVA-ohjelma</b>												
Arviointiohjelman laatiminen	■											
Arviointiohjelma viranomaiselle		■										
Arviointiohjelma nähtävillä			■									
Yhteysviranomaisen lausunto					■							
<b>YVA-selostus</b>												
Arviointiselostuksen laatiminen			■									
Arviointiselostus yhteysviranomaiselle							■					
Arviointiselostus nähtävillä								■				
Yhteysviranomaisen lausunto											■	
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>												
Yleisötilaisuudet			■					■				
<b>Espoon sopimuksen mukainen kuuleminen</b>												
YM ilmoittaa YVA-ohjelmasta		■										
Kansainvälinen kuuleminen			■									
YM pyytää lausuntoja YVA-selostuksesta							■					
Kansainvälinen kuuleminen								■				

Kuva 2. YVA-menettelyn suunniteltu aikataulu.

hankkeen ominaisuudet sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.

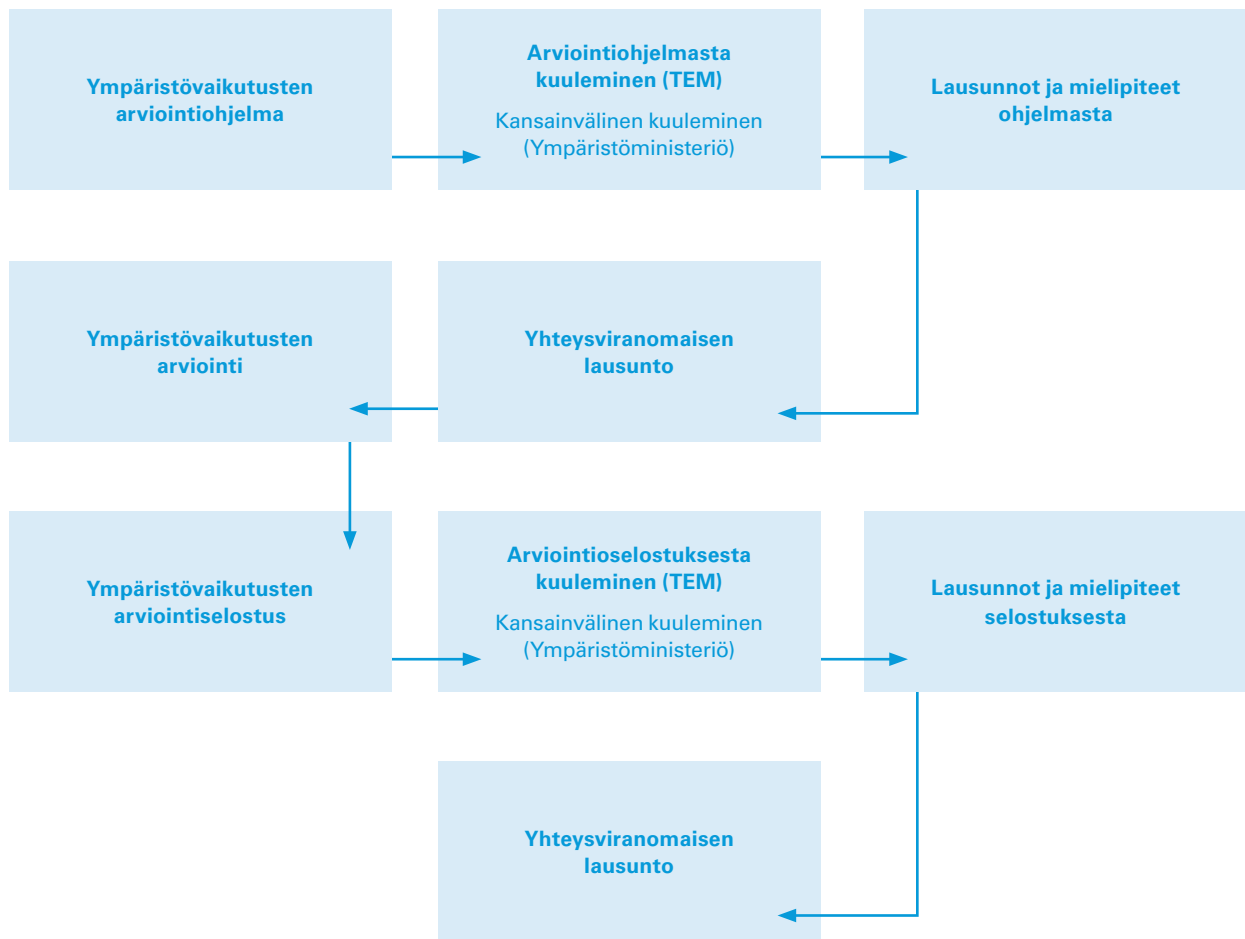
Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeeseen sovelletaan lisäksi Espoon sopimuksen mukaista valtioiden välistä arviointimenettelyä. Sopimuksen osapuolilla on oikeus osallistua Suomessa tehtävään ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli arvioitavan hankkeen haitalliset ympäristövaikutukset saattavat kohdistua kyseiseen valtioon. Kansainvälisestä kuulemisesta vastaa ympäristöministeriö, joka toimittaa saadut lausunnot ja mielipiteet yhteysviranomaiselle huomioitavaksi yhteysviranomaisen

lausunnoissa YVA-ohjelmasta ja -selostuksesta.

YVA-menettelyn vaiheet on esitetty kuvassa 3.

### Kansallinen ja kansainvälinen kuuleminen

Fennovoiman 1 200 megawatin ydinvoimalaitoshankkeen YVA-ohjelma toimitettiin 17.9.2013 yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle. Työ- ja elinkeinoministeriö pyysi YVA-ohjelmasta lausunnot eri viranomaisilta sekä muilta asianosaisilta ja lisäksi kansalaisilla oli mahdollisuus esittää mielipiteitään. YVA-ohjelma oli nähtävillä Suomessa 30.9.–13.11.2013 ja kansainvälisen kuu-



Kuva 3. YVA-menettelyn vaiheet.

lemisen osalta 30.9.–28.11.2013.

Työ- ja elinkeinoministeriöille toimitettiin YVA-ohjelmasta yhteensä 51 lausuntoa ja mielipidettä. Kansainvälisen kuulemisprosessin mukaisia lausuntoja ja ilmoituksia menettelyyn osallistumisesta toimitettiin 57 kappaletta. Ruotsi, Tanska, Norja, Puola, Saksa (kaksi osavaltiota), Latvia, Viro, Venäjä ja Itävalta ilmoittivat osallistuvansa YVA-menettelyyn.

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi lausuntonsa YVA-ohjelmasta 13.12.2013.

Sidosryhmien mielipiteitä hankkeesta kartoitettiin YVA-menettelyn aikana suunnitellun laitosalueen lähi-alueille kohdistuneella asukaskyselyllä sekä sidosryhmähaastattelulla. Saadut mielipiteet on otettu huomioon ympäristövaikutusten arviointityössä.

Ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus) on laadittu YVA-ohjelman ja siitä annettujen lausuntojen ja mielipiteiden pohjalta. YVA-selostus on jätetty yhteysviranomaiselle helmikuussa 2014. Kansalaisilla ja eri sidosryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä YVA-selostuksesta työ- ja elinkeinoministeriön määräämänä aikana. YVA-menettely päättyy, kun työ- ja elinkeinoministeriö antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

## Hankkeen kuvaus ja laitoksen turvallisuus

### Laitoksen toimintaperiaate

Ydinvoimalaitoksella tuotetaan sähköä samaan tapaan kuin fossiilisia polttoaineita käyttävillä lauhdevoimalaitoksilla kuumentamalla vettä höyryksi ja johtamalla höyry pyörittämään turbogeneraattoria. Pääasiallinen ero ydinvoimalaitoksen ja perinteisen lauhdevoimalaitoksen välillä on veden kuumentamiseen tarvittavan lämmön tuotantotavassa: ydinvoimalaitoksessa lämpö tuotetaan reaktorissa atomiytimien halkeamisesta vapautuvalla energialla, kun taas perinteisellä lauhdevoimalaitoksella vesi kuunnetaan polttamalla katilissa esimerkiksi hiiltä.

Yleisin käytössä oleva reaktorityyppi on niin sanottu kevytvesireaktori. Myös Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten reaktorit ovat kevytvesireaktoreita. Kevytvesireaktoreiden tyyppivaihtoehdot ovat kiehumisvesireaktori ja painevesireaktori. Tässä hankkeessa käsitellään vain painevesireaktorityyppiä.

Painevesireaktorissa polttoaine lämmittää vettä, mutta korkea paine estää veden kiehumisen. Reaktorilta korkea-

paineinen kuuma vesi johdetaan höyrystimiin, joissa vesi jakautuu pieniin lämmönsiirtoputkiin. Putkissa lämpö siirtyy putkien seinämän läpi erilliseen kiertopiiriin, niin sanotun sekundääripiiriin veteen. Sekundääripiiriin vesi höyrystyy, ja höyry johdetaan turbiinille, joka pyörittää generaattoria (Kuva 4). Reaktorijärjestelmän ja sekundääripiiriin vedet ovat koko ajan erillään, joten sekundääripiiriin vesi ei ole radioaktiivista.

Ydinvoimalaitoksessa saadaan muunnettua sähköenergiaksi runsas kolmannes reaktorissa syntyvästä lämpöenergiasta. Lämpöä poistetaan voimalaitokselta lauhduttimilla, joissa höyryturbiineilta tuleva matalapaineinen höyry luovuttaa energiaa ja muuttuu takaisin vedeksi. Lauhdutinta jäähdytetään suoraan vesistöstä otettavalla jäähdytysvedellä, joka palautetaan 10–12 °C lämmenneenä takaisin vesistöön.

Ydinvoimalaitos sopii parhaiten peruskuormalaitokseksi, mikä tarkoittaa, että sitä käytetään jatkuvasti tasaisella teholla lukuun ottamatta muutaman viikon mittaisia 12–24 kuukauden välein suoritettavia huoltoseisokkeja. Laitoksen suunniteltu toiminta-aika on vähintään 60 vuotta.

## Laitostyyppin kuvaus

Hankkeessa tarkasteltava Rosatomin AES-2006 painevesilaitos on moderni, niin sanottu kolmannen sukupolven ydinvoimalaitos. AES-2006 laitokset perustuvat pitkän käyttökokemuksen omaavaan VVER-teknologiaan, jota on kehitetty ja käytetty jo yli 40 vuoden ajan. Fennovoiman hankkeessa oleva laitosversio on VVER-laitossarjan uusin kehityskaskel.

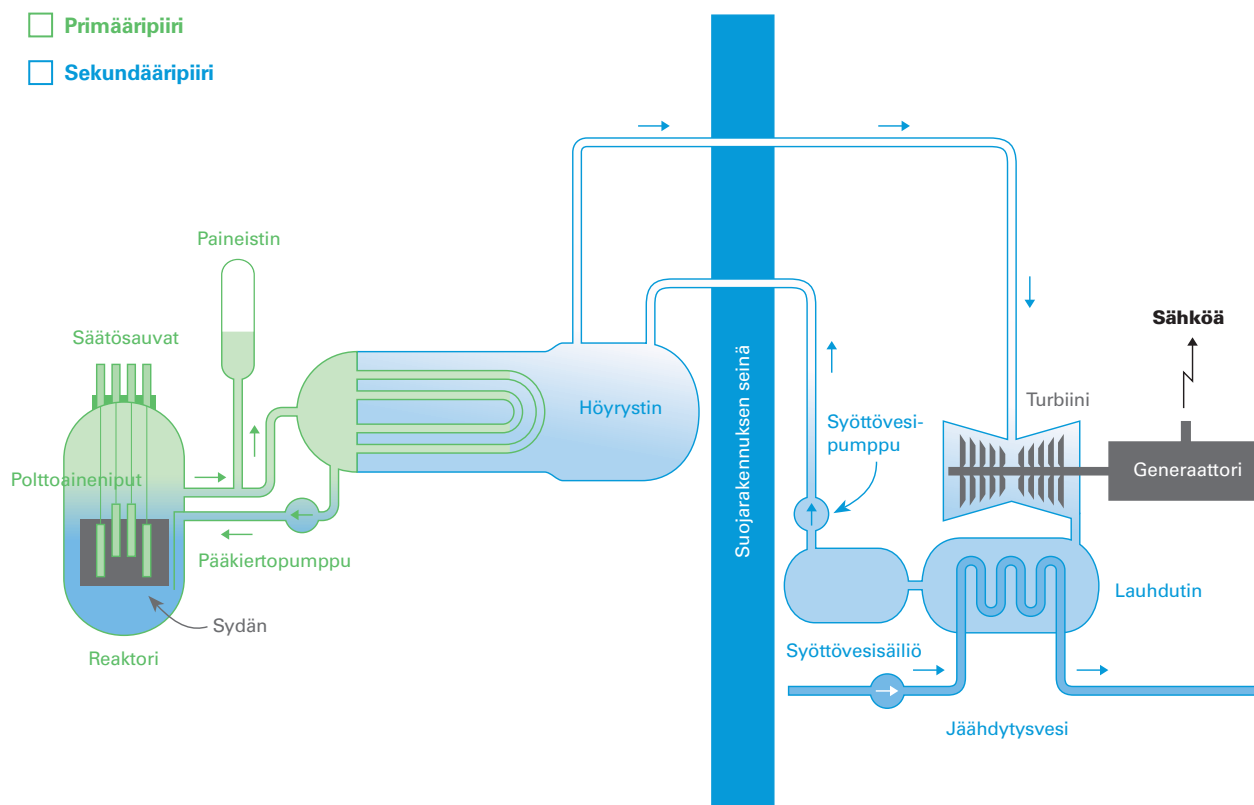
VVER-laitoksia on käytetty muun muassa Loviisassa turvalisesti jo yli 30 vuoden ajan.

Taulukossa 1 on esitetty suunniteltavan uuden ydinvoimalaitoksen alustavia teknisiä tietoja.

**Taulukko 1.** Suunniteltavan uuden ydinvoimalaitoksen alustavia teknisiä tietoja.

Selite	Lukuarvo ja yksikkö
Reaktori	Painevesireaktori
Sähköteho	noin 1 200 MW (1 100–1 300 MW)
Lämpöteho	noin 3 200 MW
Hyötysuhde	noin 37 %
Polttoaine	Uraanidioksidi UO <sub>2</sub>
Polttoaineen käyttö	20–30 t/v
Vesistöön johdettava lämpöteho	noin 2 000 MW
Vuosittainen energiantuotanto	noin 9 TWh
Jäähdytysveden tarve	noin 40–45 m <sup>3</sup> /s

Laitoksen turvallisuus perustuu sekä aktiivisiin että passiivisiin järjestelmiin. Aktiivisilla järjestelmillä tarkoitetaan järjestelmiä, jotka tarvitsevat toimiakseen erillistä käyttövoimaa, esimerkiksi sähköä. Tärkeänä turvallisuuspiirteenä AES-2006 -laitoksessa on passiivisia turvallisuusjärjestelmiä,



**Kuva 4.** Painevesireaktorin toimintaperiaate.

jotka toimivat luonnonkierron ja painovoiman ajamana. Ne ovat sähkönsyötöstä riippumattomia, ja niiden toiminta voidaan ylläpitää siinäkin epätodennäköisessä tilanteessa, että kaikki sähkönsyöttö on menetetty ja varavoimakoneet eivät ole käytettävissä. Laitoksen suunnittelussa varaudutaan myös vakavaan reaktorionnettomuuteen, eli tilanteeseen, jossa osa reaktorin sydäimestä sulaa. Vakavien onnettomuuksien varalle suojarakennuksessa on sydänsieppari. Laitostyyppissä on kaksinkertainen suojarakennus. Suojarakennuksen ulompi kuori on teräsbetonista valmistettu paksumpi rakenne, joka pystyy vastaanottamaan myös ulkoiset törmäyskuormat, mukaan lukien matkustajalentokoneen törmäys.

## Ydinturvallisuus

Ydinergian käyttöön liittyvät turvallisuusvaatimukset perustuvat Suomen ydinerbialakiin (990/1987), jonka mukaan ydinvoimalaitoksen on oltava turvallinen eikä siitä saa aiheutua vaaraa ihmisille, ympäristölle eikä omaisuudelle.

Ydinerbialain säännöksiä tarkennetaan ydinerγιαasetuksella (161/1988). Ydinvoimalaitokselle asetettavien turvallisuusvaatimusten yleiset periaatteet on annettu valtioneuvoston asetuksissa 734/2008 ja 736/2008 sekä 716/2013 ja 717/2013, joiden soveltamisala kattaa ydinergian käytön turvallisuuden eri osa-alueet. Ydinergian käytön turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä ydinmateriaalien valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset annetaan Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa ydinvoimalaitosohjeissa (YVL-ohjeet). Lisäksi ydinergian käyttöä säädel-lään erilaisissa kansallisissa ja kansainvälisissä säännöksissä ja standardeissa.

Ydinvoimalaitosten turvallisuus perustuu syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen noudattamiseen. Fennovoiman laitoksen suunnittelussa ja käytössä sovelletaan samanaikaisesti useita toisistaan riippumattomia ja toisiaan täydentäviä suojaamisen tasoja, joihin kuuluvat:

- käyttöhäiriöiden ja vikojen ennaltaehkäisy korkeatasoisella suunnittelulla ja rakentamisella sekä asianmukaisilla huoltotoimenpiteillä ja käytöllä
- käyttöhäiriöiden ja vikojen havaitseminen ja tilanteen palauttaminen normaaliksi suojaus-, valvonta- ja turvallisuusjärjestelmillä
- suunnitteluperusteisten onnettomuuksien hallinta olemassa olevien ja suunniteltujen turvallisuusominaisuuksien avulla
- vakavien onnettomuuksien havainnoiminen ja hallinta onnettomuuksien hallintajärjestelmällä
- radioaktiivisten aineiden vapautumisen seurausten lieventäminen valmius- ja pelastustoiminnalla.

Ydinvoimalaitos varustetaan turvallisuusjärjestelmillä, joilla häiriöiden ja onnettomuuksien etenemistä ja vaikutuksia voidaan estää tai ainakin rajoittaa. Turvallisuusjärjestelmät jaetaan useiksi rinnakkaisiksi osajärjestelmiksi, joiden yhteinen kapasiteetti suunnitellaan tarpeeseen nähden moninkertaiseksi (rinnakkaisuusperiaate). Moninkertaisista rinnakkaisista osajärjestelmistä koostuva järjestelmäkokonaisuus pystyy toteuttamaan turvallisuustoimintonsa,

vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite vioittuisi ja samanaikaisesti mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi poissa käytöstä esimerkiksi huollon vuoksi. Moninkertaisuuden ansiosta turvallisuusjärjestelmien toiminta on luotettavaa. Luotettavuutta voidaan vielä parantaa käyttämällä samaan tehtävään useaa erityyppistä laitetta, jotta tyyppiviat eivät voi estää turvallisuustoiminnon toteuttamista (erilaisuusperiaate). Rinnakkaiset osajärjestelmät erotellaan toisistaan siten, että esimerkiksi tulipalot eivät voi estää turvallisuustoimintoa. Erottelu voidaan toteuttaa esimerkiksi sijoittamalla osajärjestelmät erillisiin huonetiloihin (erotteluperiaate).

Ydinvoimalaitos suunnitellaan kestäväksi erilaisten ulkoisten uhkatekijöiden aiheuttamat kuormitukset. Näitä ovat muun muassa äärimmäiset sääolosuhteet, mereen ja jäähän liittyvät ilmiöt, maanjäristykset, erilaiset lentävät esineet, räjähdykset, palavat ja myrkylliset kaasut sekä tahallinen vahingoittaminen. Suunnittelussa huomioidaan myös mahdolliset ilmastonmuutoksen vaikutukset, kuten ääri-ilmiöiden yleistymisen, meriveden lämpeneminen ja keskimääräisen merivedenkorkeuden nousu.

## Ydinvoimalaitoksen rakentaminen

Ydinvoimalaitoksen rakentaminen on mittava projekti. Rakentamisen ensimmäisessä vaiheessa, joka kestää noin kolme vuotta, rakennetaan laitoksen tarvitsema infrastruktuuri sekä toteutetaan maa- ja vesirakentamistyöt.

Maanrakennustyöt sisältävät kallioperän räjäytystöitä ja louhintaa jäähdytysvesitunnelien ja voimalaitoskaivannon rakentamiseksi sekä laitosalueen ja tukialueiden täyttöä, korottamista ja tasoitusta. Samanaikaisesti maanrakennustöiden kanssa toteutetaan vesirakentamistöitä, jotka sisältävät louhintaa ja kaivutöitä meriväylän ja satama-alueen sekä jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden rakentamiseksi.

Satama-allas, meriväylä, jäähdytysveden varaottouoma ja jäähdytysveden ottorakenteet sijoittuvat Hanhikiven niemen länsi- ja luoteisosaan. Jäähdytysveden purkurakenteet sijoittuvat pohjoisrannalle. Suunnitelman mukaan jäähdytysvesi otetaan rantaotonna Hanhikiven niemen länsirannalla sijaitsevan satama-altaan kautta ja puretaan niemen pohjoisosasta.

Maa- ja vesirakennustöiden on arvioitu alkavan vuonna 2015 ja kestävän noin kaksi vuotta. Varsinainen voimalaitosrakentaminen kestää 5-6 vuotta mukaan lukien laitoksen asennustyöt. Tavoitteena on, että ydinvoimalaitoksen käyttö alkaisi vuoteen 2024 mennessä.

## Radioaktiiviset päästöt ja niiden rajoittaminen

### Radioaktiiviset päästöt ilmaan

Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) mukaan ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä saa aiheutua yksittäiselle ympäristön asukkaalle korkeintaan 0,1 millisievertin säteilyannos vuodessa. Tämän raja-arvon perusteella määritellään radioaktiivisten aineiden normaalin käytön päästörajat. Päästörajat esitetään jodi- ja jalokaasupäästöille. Asetetut päästörajat ovat voimalaitoskohtaisia. Jodi- ja jalokaasupääs-

töjen lisäksi ydinvoimalaitoksesta pääsee ilmaan myös tritiumia, hiili-14:a ja aerosoleja. Näiden aineiden vuosittaiset päästöt ovat teoreettisella maksimitasollaankin niin alhaisia, että niille ei ole ollut tarpeen asettaa erillisiä päästörajoja suomalaisissa ydinvoimalaitoksissa. Tästä huolimatta myös näitä päästöjä mitataan.

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat kaikki sille asetetut päästöraajat. Lisäksi Fennovoima määrittää ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat.

Ydinvoimalaitoksessa syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Kaasumaiset radioaktiiviset aineet johdetaan puhdistusjärjestelmään, jossa kaasut kuivataan, viivästetään ja suodatetaan esimerkiksi aktiivihiilisuodattimien avulla. Lisäksi kaasumaisia päästöjä voidaan suodattaa tehokkaiden HEPA (High Efficiency Particulate Air) -suodattimien avulla. Puhdistetut kaasut johdetaan ilmastointipiipun kautta ilmaan. Radioaktiivisia päästöjä ilmaan tarkkaillaan ja mitataan kaasujen käsittelyjärjestelmissä monessa eri vaiheessa sekä lopuksi ilmastointipiipussa.

### Radioaktiiviset päästöt mereen

Radioaktiivisille päästöille veteen asetetaan ilmapäästöjen tavoin voimalaitoskohtaiset päästöraajat ja niiden lisäksi Fennovoima asettaa itselleen rajoja tiukemmat päästötavoitteet. Suomalaisilla laitoksilla tritiumpäästöt ovat olleet noin 10 prosenttia ja muut päästöt reilusti alle prosentin asetetuista päästörajoista. Ydinvoimalaitoksista peräisin olevan tritiumin pitoisuus merivedessä laskee merkityksettömälle tasolle jo laitosten lähialueilla.

Valvonta-alueelta tulevat radioaktiiviset nesteet johdetaan nestemäisten jätteiden käsittelylaitokselle, jossa ne puhdistetaan ennen vesistöön johtamista siten, että päästöille asetetut päästöraajat alittuvat selvästi. Käsittelyn jälkeen vedet, joissa aktiivisuustaso on pieni, päästetään mereen. Mereen päästettävien vesien radioaktiivisuus määritetään edustavasta näytteestä sekä lisäksi mittaamalla suoraan päästölinjasta ennen jäädytysveden poistotunneliin johtamista. Päästöt pyritään pitämään mahdollisimman pieninä esimerkiksi kierrättämällä prosessi- ja allasvesiä ja minimoimalla jätevesien tuotanto.

### Jätehuolto

Ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyy tavanomaisten jätteiden lisäksi radioaktiivista jätettä, joka jaetaan kahteen pääluokkaan:

- hyvin matala-, matala- ja keskiaktiiviset voimalaitosjätteet (muun muassa huolto- ja korjaustöissä syntyneet matala-aktiiviset jätteet ja reaktorin paineastian sisältä poistetut neutronisäteilyn aktivoimat osat ja laitteet, jotka ovat keskiaktiivisia)
- runsasaktiivinen jäte eli käytetty polttoaine.

Ydinvoimalaitoksella syntyvien radioaktiivisten jätteiden jätehuollossa lähtökohtana on, että jätteet eristetään lopullisesti ympäristöstä. Ydinjätehuoltovelvollinen, eli käytän-

nössä ydinvoimalaitoksen omistaja, vastaa ydinjätehuollon toteuttamisesta ja kattaa sen kustannukset. Ydinenergielain mukaan ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen.

### Voimalaitosjäte

Voimalaitoksella syntyvien radioaktiivisten kiinteiden voimalaitosjätteiden lajittelu suoritetaan mahdollisuuksien mukaan jo syntypaikalla. Varastointia tai loppusijoitusta varten huoltojätteet pakataan astioihin, tyypillisesti 200 litran tynnyreihin. Ennen pakkaamista varastointi- ja loppusijoitusastioihin jätteiden tilavuutta pienennetään erilaisilla menetelmillä, esimerkiksi puristamalla kokoon tai paloitelemalla mekaanisin tai termisin menetelmin. Märkiä tai nestemäisiä radioaktiivisia jätteitä, ioninvaihtohartseja, lietteitä ja konsentratteja käsitellään kuivaamalla. Märät jätteet kiinteitetään sementtiin turvallista käsittelyä ja loppusijoitusta varten. Jätteen jatkokäsittelyä ja loppusijoittamista varten tehdään jätteen ominaisuuksien määrittäminen eli karakterisointi jatkokäsittelyä ja loppusijoitusta varten.

Fennovoima rakentaa matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitusta varten voimalaitosjäteluolan (VLJ-luola) laitosalueen kallioperään noin 100 metrin syvyyteen. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusluola voi olla joko kalliosilo tai tunnelityyppinen. Tunnelityyppinen loppusijoitusluola on todennäköisempi ratkaisu, jossa jätteiden kuljetus tapahtuu ajotunnelia pitkin. Hyvin matala-aktiivinen jäte voidaan mahdollisesti sijoittaa myös niin sanottuun pintaloppusijoitustilaan. Mikäli pintaloppusijoitustilaa ei rakenneta, hyvin matala-aktiiviset jätteet sijoitetaan maanalaisiin loppusijoitustiloihin muiden aktiivisempien voimalaitosjätteiden tapaan.

### Käytetty ydinpolttoaine

Käytetty ydinpolttoaine siirretään reaktorista poistamisen jälkeen ensin 3-10 vuodeksi jäähtymään reaktorihallin vesialtisiin ja sen jälkeen välivarastoon voimalaitosalueelle vähintään 40 vuodeksi odottamaan loppusijoitusta. Välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen aktiivisuus ja lämmöntuotto alenevat vielä merkittävästi. Välivarastoinnin jälkeen voimalaitoksen käytetty polttoaine kuljetetaan loppusijoitettavaksi tätä tarkoitusta varten rakennettavaan loppusijoituslaitokseen.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnissa käytetään allas- tai kuivavarastointia. Allasvarastoinnissa vesialtaat sijoitetaan esimerkiksi teräsbetoniseen rakennukseen. Vesi toimii säteilysuojana ja jäähdyttää käytettyä polttoainetta. Kuivavarastoinnissa käytetty polttoaine pakataan erityisiin tarkoitusta varten suunniteltuihin säiliöihin.

Fennovoiman ydinvoimalaitoksen tuottama käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan Suomen kallioperään. Sijoituksessa käytettäisiin Ruotsissa ja Suomessa kehitettyä KBS-3-tekniikkaa. Tekniikan mukaisessa loppusijoitusratkaisussa käytetty polttoaine kapseloidaan kuparikapseleihin, ympäröidään bentoniittisavella ja sijoitetaan syvälle peruskallioon porattuihin loppusijoitusreikiin. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus alkaa aikaisintaan 2070-luvulla, joten

myös alalla tapahtuva tekninen kehitys pystytään huomioimaan Fennovoiman loppusijoitusta suunniteltaessa.

Fennovoima on tällä hetkellä laatimassa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää kokonaissuunnitelmaa. Kokonaissuunnitelman yhtenä keskeisenä tavoitteena on määrittellä optimaalinen loppusijoitusratkaisu, joka osaltaan voi edistää yhteistyötä Fennovoiman ja muiden suomalaisten ydinjätehuoltovetevollisten kesken.

Fennovoiman periaatepäätökseen liitetyn ehdon mukaan Fennovoiman on kesään 2016 mennessä esitettävä sopimus ydinjätehuoltoyhteistyöstä nykyisten ydinjätehuoltovetevollisten kanssa tai käynnistettävä oma loppusijoitus-hanketta koskeva YVA-menettely. Riippumatta loppusijoituslaitoksen paikasta Fennovoiman käytetyn polttoaineen loppusijoitus edellyttää YVA- ja periaatepäätösmenttelyä sekä rakentamis- ja käyttölopua.

## Vesihuolto

### Veden tarve ja hankinta

Voimalaitoksella tarvitaan makeaa vettä sekä talouskäyttöön että laitoksen prosessivesien valmistukseen. Voimalaitoksen tarvitsema käyttöveden hankintakapasiteetti on noin 600 m<sup>3</sup>/vrk. Käyttövesi on suunniteltu hankittavan kunnalliselta vesilaitokselta.

### Jäähdytysvesi

Jäähdytysveden tarve vaihtelee suhteessa tuotettavaan energiamäärään. Noin 1 200 megawatin laitos käyttää noin 40–45 m<sup>3</sup>/s merivettä lauhduttimien jäähdytykseen. Suunnitelman mukaan jäähdytysvesi otetaan rantaottona Hanhikiven niemen länsirannalla sijaitsevan satama-altaan kautta ja puretaan niemen pohjoisosasta. Ennen jäähdytysveden johtamista lauhduttimiin siitä poistetaan suurimmat epäpuhtaudet tai kappaleet. Lauhduttimen läpi kulkenut jäähdytysvesi johdetaan noin 10–12 °C astetta lämmentyneenä takaisin mereen jäähdytysveden poistokanavaa pitkin.

### Jätevedet

Voimalaitoksella syntyy jätevesiä sekä veden käytöstä talousvetenä että voimalaitoksen toiminnoissa. Sosiaalijätevesiin kuuluvat esimerkiksi saniteettitilojen ja suihkujen jätevedet. Sosiaalijätevedet on suunniteltu johdettavan kunnalliselle puhdistamolle. Voimalaitostoiminnoissa syntyviä jätevesiä ovat esimerkiksi erilaiset pesuvedet sekä prosessivesien valmistuksen ja käytön jätevedet. Ne käsitellään asianmukaisesti ja johdetaan joko kunnalliselle puhdistamolle tai mereen.

## Hankealueen ympäristön kuvaus

### Sijainti ja kaavoitus

Hanke sijaitsee Suomen länsirannikolla Pohjois-Pohjanmaalla, Pyhäjoen ja Raahen kuntien alueella Hanhikiven niemellä (Kuva 5). Hanhikiven niemen alueella on voimassa

Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava, ydinvoimalaitosalueen osayleiskaavat Pyhäjoen ja Raahen alueella sekä ydinvoimalaitosalueen asemakaavat Pyhäjoen ja Raahen alueella.

Hanhikiven niemen sijoituspaikan lähiympäristö on harvaan asuttua, eikä niemen lähiympäristössä ole teollisuustoimintaa. Pyhäjoen kunnan keskusta sijaitsee reilun viiden kilometrin etäisyydellä niemen eteläpuolella. Raahen keskustaan on noin 20 kilometriä. Laitoksen viiden kilometrin suojavyöhykkeeseen lasketaan hieman yli viiden kilometrin päässä ydinvoimalaitoksesta sijaitseva Parhalahden kylä. Tämän viiden kilometrin suojavyöhykkeen sisäpuolella asuu noin 440 vakituista asukasta. Kahdenkymmenen kilometrin säteellä vakituista asukkaita on 11 600. Hanhikiven niemen alueella on noin 20 loma-asuntoa ja 20 kilometrin etäisyydellä niitä on muutamia satoja.

Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikasta noin kuuden kilometrin etäisyydellä kulkee valtatie 8 (E 8). Lähin rautatie-asema ja satama sijaitsevat Raahessa. Lähin lentokenttä on Oulussa noin 100 kilometrin etäisyydellä Pyhäjoelta.

### Luonnonolot

Hanhikiven niemen alue on alavaa maankohoamisrannikkoa, jolle on tyypillistä merenrantaniityt ja umpeen kasvavat matalat lahdet. Pääosa Hanhikiven niemestä on luontotyyppiltään maankohoamisrannikon metsiä. Alue kuuluu merkittäviin sukessiometsäkohteisiin, mutta sieltä puuttuvat varttuneimmat metsät.

Hankealueesta vajaan kahden kilometrin päässä alueen eteläpuolella sijaitsee Parhalahti-Syöläntinlahden ja Heinikarintinlammen Natura 2000 -alue. Natura 2000 -alue on myös valtakunnallisesti arvokas lintuvesi, ja se kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan. Hanhikiven ympäristössä on valtakunnallisesti arvokkaaksi (FINIBA) luokiteltu lintualue, useita luonnonsuojelualueita ja muita erityisesti huomioitavia kohteita. Alueella esiintyy viittä uhanalaista tai muuten suojeltua putkilokasvilajia sekä luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeihin kuuluvaa viitasammakkoa.

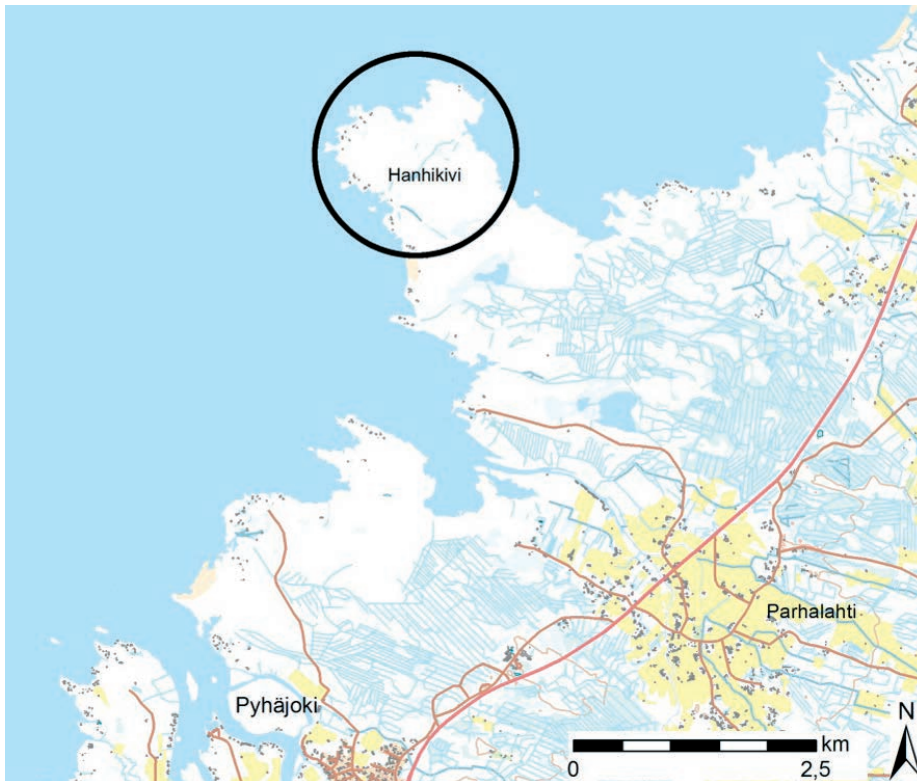
Merkittävimmät linnuston kerääntymisalueet ovat hankealueen itäpuolella sijaitseva Takarannan alue sekä Parhalahti. Monipuolisten elinympäristöjen vuoksi lajimäärä on korkea. Linnustolliset arvot keskittyvät pitkälti Hanhikiven rantavyöhykkeille vesialueineen, rantaviivoineen ja edustavine metsäkuvioineen. Lehtimetsiä on pinta-alallisesti runsaasti, minkä vuoksi tiettyjen lajien tiheydet ovat suuria.

Hanhikiven niemen alueella irtomaapeite koostuu pääasiassa moreenista. Kallioperä koostuu lähinnä metakonglomeraatista. Niemen alue on luokiteltu luonnon ja maisemansuojelun kannalta arvokkaaksi ja geologisesti hyvin merkittäväksi kallioalueeksi. Niemellä sijaitsee historialliselta ajalta peräisin oleva rajamerkki, Hanhikivi.

Hanhikiven niemen aluetta lähin luokiteltu pohjavesialue sijaitsee noin 10 kilometrin etäisyydellä.

### Vesistöt

Rannikko on Hanhikiven niemen kohdalla hyvin avoin, ja veden vaihtuvuus on näin ollen tehokasta. Rannat syvenvät hitaasti avomerta kohti aluksi noin 100 metrin mat-



**Kuva 5.** Voimalaitoksen sijaintialueen karkea rajaus Hanhikiven niemen alueella.

kalla. Hanhikiven niemen edustan vedenlaatuun vaikuttaa Perämeren yleinen tila ja rannikon suuntaisten virtausten mukana kulkeutuvat Pyhäjoen vedet. Pyhäjoki laskee noin kuuden kilometrin päähän Hanhikiven niemen eteläpuolelle. Hanhikiven niemen edustan merialue vastaa laadultaan tavanomaista Perämeren rannikon vedenlaatua. Merialue kuuluu ympäristöhallinnon ekologisessa luokituksessa rannikon läheisyydessä luokkaan tyydyttävä ja hyvä sekä ulompana (yli 2 km rannasta) luokkaan erinomainen. Jokien kuljettamat ravinteet sekä rannikon asutus ja teollisuus rehevöittävät rannikkovesiä heikentäen niiden tilaa. Hanhikiven niemellä on useita pieniä kluuveja sekä yksi flada.

Hanhikiven niemen rannat ovat aallokolla avoimia ja loivia, suojaisimpien ja monimuotoisimpien alueiden sijaitessa Hanhikiven niemen itäpuolen matalissa lahdissa. Vesikasvillisuus on vähälajista. Merenalaisista luontotyypeistä tavataan erityisesti näkinpartaisniittyjä pitkin rannikkoa.

Hanhikiven niemen edustan merialue on kalastollisesti ja kalataloudellisesti merkittävä. Alueella yleisesti esiintyvät lajit edustavat tyypillistä Perämeren kalastoa. Taloudellisesti merkittäviä lajeja ovat kari- ja vaellussiika, ahven, silakka, muikku, meritaimen, lohi ja hauki. Alueelle laskevista joista saadaan myös kudulle nousevia nahkiaisia. Lisäksi alueella tavataan uhanalaiseksi luokiteltua meriharjusta. Hanhikiven niemen ympäristö on merkittävää poikastuotantoaluetta siialle, silakalle ja muikulle. Siikojen ja lohien vaellusreitit kulkee hankealueen läheisyydessä, mutta vaellusta tapahtuu myös ulompana merellä.

## Arvioidut ympäristövaikutukset

### Arvioinnin lähtökohdat

YVA-lain mukaisesti arvioinnissa on tarkasteltu noin 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

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

Arvioinnissa on painotettu erityisesti sellaisia vaikutuksia, jotka poikkeavat vuonna 2008 tehdyssä YVAssa arvioiduista vaikutuksista tai joita aiemmin tehty YVA ei kata. Lisäksi arvioinnissa on otettu huomioon sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

Vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty vuonna 2008 laadittua ydinvoimalaitoksen YVAa varten tehtyjä selvityksiä sekä niiden jälkeen valmistuneita muita ympäristöä ja hankkeen ympäristövaikutuksia koskevia selvityksiä. Aiemmin laadittuja selvityksiä on tarpeen mukaan päivitetty vastaamaan nykytilannetta ja nyt arvioitua 1 200 megawatin ydinvoimalaitosta. Tässä YVA-selostuksessa esiteltäviä ympäristövaikutusten arviointia varten on tehty seuraavat lisäselvitykset:



- asukaskysely ja pienryhmähaastattelut
- radioaktiivisten päästöjen leviämismallinnus onnettomuustilanteessa
- melumallinnus
- jäähdytysvesimallinnus.

Lisäksi arvioinnissa on päivitetty aiemmassa YVAssa tehtyjä laskelmia, kuten liikennemäärälaskelmat, aluetaloudelliset vaikutukset ja nollavaihtoehdon päästöt.

## Maankäyttö ja rakennettu ympäristö

Ydinvoimalaitoksen sijoituspaikan aluetta koskeissa voimassa olevissa kaavoissa on osoitettu ydinvoimalaitosta varten tarvittavat aluevaraukset. Kaavat mahdollistavat hankkeen mukaisen ydinvoimalaitoksen toteuttamisen Hanhikiven niemelle, eikä hankkeen toteuttaminen vaadi muutoksia nykyisiin kaavoihin.

Ydinvoimalaitoksen keskeiset rakennukset ja toiminnot sijoittuvat Hanhikiven niemen keski- ja pohjoisosaan Pyhäjoen ydinvoimalaitoksen asemakaavaan merkityn energiahuollon korttelialueelle. Korttelialueen koko on 134,6 hehtaaria. Pyhäjoen ja Raahen ydinvoimalaitosalueen asemakaavoissa on osoitettu korttelialueita myös ydinvoimalaitoksen tukitoiminnoille tarvittaville rakennuksille.

Laitoksen rakentaminen muuttaa maankäyttöä sekä varsinaisella laitosalueella, että sen ympäristössä. Länsirannan loma-asutus poistuu, eikä länsirantaa voi enää käyttää virkistystarkoituksiin. Ydinvoimalaitokselle suunniteltu uusi tieyhteys ei aiheuta merkittäviä maankäyttöllisiä muutoksia

alueella. Kuvassa 6 on esitetty ilmakuvavasovite ydinvoimalaitoksesta Hanhikiven niemellä.

Kuntien yhdyskuntarakenteeseen laitoksen rakentaminen vaikuttaa rajoittamalla maankäyttöä laitoksen suojavyöhykkeellä sekä mahdollistamalla uutta rakentamista taajamissa ja kylissä sekä tieyhteyksien varrella. Suojavyöhykkeeseen kuuluvalla alueella ei saa suunnitella sijoitettavaksi uutta tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä tai sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Loma-asutuksen tai vapaa-ajan toiminnan sijoittamista suunniteltaessa alueelle tulee varmistua, etteivät edellytykset asianmukaiselle pelastustoiminnalle vaarannu.

Hankkeen myötä Raahen seudun merkitys vahvana teollisuuspaikkakuntana vahvistuu, mikä voi lisätä maankäytön kehittämisen edellytyksiä.

## Maisema ja kulttuuriympäristö

Rakentamisen aikana varsinaisen rakennustyömaan lisäksi vaikutuksia maisemaan aiheuttavat suurien rakennusosien kuljettamisen edellyttämä raskas liikenne ja sen vaatimukset, uudet tieyhteydet ja nykyisten teiden parantaminen. Korkeat nosturit erottuvat maisemassa kauas.

Ydinvoimalaitos sijoittuu näkyvälle paikalle avomerelle työntyvän niemen kärkeen, joka kaukomaisemassa hahmotuu tällä hetkellä luonnonympäristökokonaisuutena. Laitosmiljöö poikkeaa sekä mittakaavaltaan että luonteeltaan merkittävästi ympäristöstä ja muuttaa maisemaa merkittä-



**Kuva 6.** Ilmakuvavasovite ydinvoimalaitoksesta Hanhikiven niemellä.

västi. Takarannan maakunnallisesti arvokkaan merenranta-  
niityn asema maisemassa muuttuu.

Hanhikiven niemen valtakunnallisesti arvokkaan muinaisjäännöksen, Hanhikiven, asema maisemassa ja lähiympäristön luonne muuttuu merkittävästi. Esteetön pääsy muinaisjäännökselle säilytetään.

## Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Ydinvoimalaitoksen normaalityöllä ei ole merkittäviä vaikutuksia maa- ja kallioperään. Maaperän pilaantumiskit ehkäistään teknisin keinoin, kuten vuoto- ja jätevesien viemärintijärjestelyin.

Kallioperän louhinta vähentää Hanhikiven niemen alueen geologista arvoa. Kaavoissa esitetyn mukaisesti kalliosta pyritään jättämään edustavia osia näkyville.

Pohjaveden pinta ja painetaso voivat laskea rakennustöiden seurauksena ja käytön aikana rakenteiden kuivatuksen vuoksi. Pohjaveden laadulliseen tilaan voi aiheutua vaikutuksia lähinnä rakentamisen aikana muun muassa räjäytysaineiden käytön ja kallioperän injektoinnin seurauksena. Vaikutukset pohjaveteen jäävät melko paikallisiksi ja vähäisiksi ottaen huomioon tarvittavat haittojen ehkäisy- ja lieventämiskeinot.

## Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen seurauksena osa Hanhikiven niemen metsä- ja ranta-alueista muuttuu rakennetuksi ympäristöksi ja niiden lajisto häviää tai muuttuu. Luonnonsojelualueet ja luonnonsuojelulain perusteella suojellut merenrantaniityt jäävät rakentamisen ulkopuolelle eikä niihin kohdistu rakentamisesta suoria vaikutuksia. Maan-  
kohoamisrannikon metsien kehityssarjoja edustavana kohteena Hanhikiven niemi on maakunnallisesti merkittävä. Rakentaminen aiheuttaa tämän äärimmäisen uhanalaiseksi arvioidun luontotyypin osittaista pirstoutumista.

Rakennettavilla alueilla ei ole todettu uhanalaisten kasvilajien kasvupaikkoja eikä liito-oravan tai lepakoiden lisääntymis- tai levähdyspaikkoja. Viitasammakon osalta on saatu kaksi poikkeuslupaa, joista toinen koskee viitasammakon pienen lisääntymisalueen hävittämistä ja toinen yksilöiden siirtämistä alueelta lajille ominaiseen lisääntymispaikkaan. Rakentamisvaiheessa melu voi aiheuttaa tilapäistä häiriötä linnustolle voimallistustyömaan ja tien lähiympäristössä.

Käytön aikana lämpimien jäähdytysvesien mereen johtaminen voi aiheuttaa välillisesti merenrantaniityjen umpeenkasvua ja suojellun ruijanesikon kasvupaikkojen heikkenemistä.

Ydinvoimalaitoksen rakentamisesta tai toiminnasta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Parhalhti – Syölätinlahden ja Heinikarinlammen Natura 2000 -alueen suojeluperusteena oleville luontotyypeille tai lajeille eikä sen eheydelle. Rakentamistöiden ja toiminnan melualue rajoittuu noin kilometriin, joten hankkeesta ei aiheudu väliaikaistakaan melun aiheuttamaa haittaa Natura 2000 -alueen linnustolle. Ruoppauksista aiheutuu meriveden samentumaa, jonka ei kuitenkaan arvioida ulottuvan Natura 2000 -alueelle. Hanhikiven edustan merialueella sameuden

arvot nousevat myös luonnostaan melko korkeiksi myrskyjen aikana tai runsaiden sateiden johdosta. Jäähdytysvesien vaikutukset eivät ulotu Natura 2000 -alueelle.

## Vesistöt ja kalatalous

### Rakentamisen vaikutukset

Meriväylän, satama-alueen, jäähdytysveden varaottouoman sekä jäähdytysveden purkualueen ruoppaukset ja suoja-  
penkereiden rakentaminen aiheuttavat veden väliaikaista samenessa. Ruopattavan alueen pohjamateriaali on pääosin nopeasti laskeutuvia karkeita aineksia, hiekkaa ja soraa. Karkeata massaa ruopattaessa samenessa-  
vaikutukset ulottuvat noin 10–100 metrin päähän ruoppaus- tai läjitys-  
kohteesta. Hienomman aineen ruoppauksesta ja läjityksestä aiheutuva samentuma voi ulottua enimmillään viiteen kilometriin. Ruoppauksista ei arvioida aiheutuvan ravinteiden tai haitta-  
aineiden vapautumista veteen. Jäähdytysveden purkurakenteiden alueella on näkinpartaisniittyä, mikä häviää purku-  
uoman alueelta. Muuttuva alue on kuitenkin pinta-  
alallisesti pieni. Havaintojen perusteella näkinpartaisniityt ovat melko yleisiä suojaisissa poukamissa, joita on rannikolla Hanhikiven niemen pohjois- ja eteläpuolella.

Rakentamisen aikana kalastus vesistöyökohteilla ja niiden välittömässä läheisyydessä estyy. Vesistötyöt voivat karkottaa kaloja myös laajemmalla alueella, ja niillä saattaa olla vaikutusta kalojen vaellusreitteihin. Erityisesti louhinnassa syntyy voimakasta vedenalaista melua, joka saattaa karkottaa kaloja laajalla alueella. Todennäköisesti vaikutukset ovat merkittäviä ainakin kilometrin säteellä räjäytyskohteista. Vesistötyöt tuhoavat karisiinan ja silakan kuitualueita ruoppausalueilla. Alueen kalastus perustuu pitkälti siian pyyntiin, kun siika tulee syömään silakan mätiä. Siten hankkeella voi olla haitallista vaikutusta siian kalastukseen hankkeen lähialueella.

### Jäähdytys- ja jätevesien vaikutukset

Vesistövaikutukset koostuvat jäähdytysvesien, puhdistettujen prosessi- ja pesuvesien sekä vedenoton aiheuttamista vaikutuksista. Puhdistettujen prosessi-, pesu- ja sosiaalivesien aiheuttama ravinnekuormitus on vähäistä verrattuna esimerkiksi merialueella jokien kautta tulevaan kuormitukseen. Kun lisäksi otetaan huomioon näiden vesien sekoittuminen jäähdytysvesiin ja jäähdytysvesien purkaminen avoimelle merialueelle, niiden aiheuttamat rehevöitymisvaikutukset jäävät marginaalisiksi.

Voimalaitoksella käytettävän jäähdytysveden johtaminen mereen nostaa veden lämpötilaa purkupaikan lähialueilla. Voimalaitoksen vaikutuksia merialueen lämpötilaan tarkasteltiin kolmiulotteisella virtausmallinnuksella.

Yli viiden asteen lämpötilan nousu rajoittuu jäähdytysveden purkupaikan lähialueella noin 0,7 neliökilometrin alueelle ja yhden asteen nousu noin 15 neliökilometrin alalle. Lämpövaikutukset ovat suurimmillaan pintavedessä (0-1 m) ja vaimenevat syvemmälle mentäessä (Kuva 7). Alle neljän metrin syvyydessä lämpötilan nousua ei mallinnuksen mukaan tapahdu.

Talviaikana jäähditysveden lämpökuorma pitää purkualueen sulana ja aiheuttaa jään ohenemista pääasiassa Hanhikiven niemen pohjois- ja itäpuolilla. Alkutilavesta avoimen alueen laajuus ja heikkojen jäiden alueet riippuvat suuresti talven lämpötilaolosuhteista. Talven edetessä ja jääpeitteen paksuuntuessa erot jäätalvien välillä tasoittuvat mallinnuksen mukaan siten, että helmi-maaliskuussa avoimen vesialueen laajuus on 2,4–4,5 neliökilometriä. Samaan aikaan avoin vesialue ulottuu noin 2–5 kilometrin etäisyydelle purkupisteestä ja ohenneen jään alue noin 0,5–2 kilometriä etäämmälle.

Hankkeella ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia eläinplanktonyhteisöön, sillä suomalaisissa ja ulkomaisissa tutkimuksissa jäähditysvesien ei ole havaittu aiheuttavan merkittäviä muutoksia purkualueiden eläinplanktonyhteisössä. Hankkeen arvioidaan kasvattavan vesikasvillisuuden kokonaistuotantoa ja muuttavan lajiston koostumusta muun muassa lisäämällä rihmalevien kasvua lämpenevällä alueella. Näiden vaikutusten arvioidaan ulottuvan suunnilleen alueelle, jolla lämpötilan nousu on keskimäärin vähintään yhden asteen. Koska perustuotannossa ei arvioida tapahtuvan suuria muutoksia, pohjalle kerääntyvän orgaanisen aineksen lisääntyminen arvioidaan pieneksi, eikä tämän arvioida aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia pohjaeläimiin. Jäähditysveden purkamisen ei arvioida aiheuttavan alusveden hapettomuutta tai lisäävän merkittävästi sinileväkukintojen määrää.

Kalastukselle voi aiheutua haittaa pyydysten limoittumisesta ja kesäisin siian pyynnin vaikeutumisesta erityisesti Hanhikiven niemen pohjoispuoleisella pyyntialueella. Talvinen sula-alue vaikeuttaa jäältä kalastusta, mutta toisaalta se pidentää avovesikalastuskautta ja houkuttelee alueelle talvisin siikaa ja taimenta. Jäähditysvesillä ja niiden seurannaisvaikutuksilla ei arvioida olevan vaikutusta kalojen käyttökelpoisuuteen ravintona.

## Radioaktiiviset päästöt mereen

Radioaktiiviset päästöt mereen koostuvat tritiumista sekä muista gamma- ja beetapäästöistä. Päästöjen määrät ovat niin pieniä, ettei niillä ole haitallisia vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin.

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat kaikki sille asetetut päästörajat. Lisäksi Fennovoima määrittää ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat. Radioaktiiviset nesteet puhdistetaan nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksella ennen mereen johtamista siten, että päästöille asetetut päästörajat alittuvat selvästi.

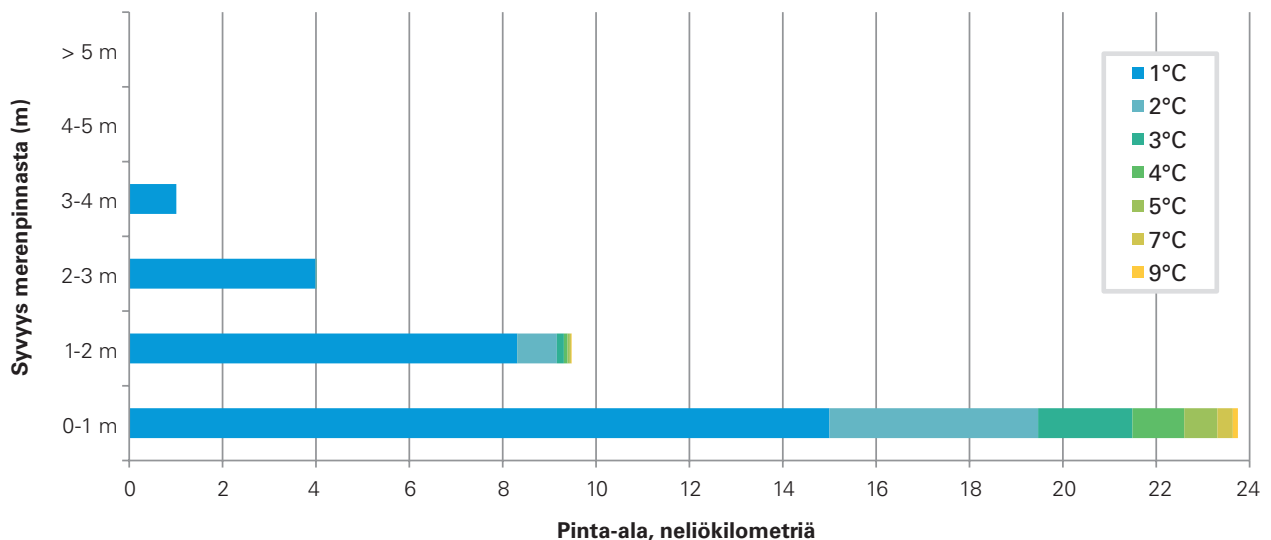
Ydinvoimalaitosten päästöille asetettavat tiukat päästörajat ja päästöjen valvonta takaavat, että radioaktiivisten aineiden päästöt ovat hyvin pieniä ja niistä aiheutuvan säteilyn vaikutus ympäristössä on erittäin pieni verrattuna luonnossa normaalisti esiintyvien radioaktiivisten aineiden vaikutuksiin.

## Päästöt ilmaan

### Radioaktiiviset päästöt

Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa päästöjen minimoimiseksi. Kaasumaiset radioaktiiviset aineet kerätään, suodatetaan ja viivästetään radioaktiivisuuden alentamiseksi. Pieniä määriä radioaktiivisia aineita sisältävät kaasut johdetaan hallitusti poistoilmapiipun kautta ilmaan ja päästöt mitataan, jotta varmistutaan, että ne alittavat asetetut päästörajat. Jäljelle jäävät päästöt laimentuvat tehokkaasti ympäröivään ilmakehään.

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat kaikki sille asetetut päästörajat. Lisäksi Fennovoima tulee määrittämään ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästöra-



**Kuva 7.** Pinta-alat, joilla lämpötilan nousu ylittää 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 9 °C astetta kesäkuun keskimääräisessä lämpötilakentässä.

joja alhaisemmat. Tiukat päästörajat ja päästöjen valvonta takaavat, että laitoksen päästöt ovat hyvin pieniä ja niiden säteilyn vaikutus ympäristössä on erittäin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden aiheuttamiin vaikutuksiin.

Radioaktiivisten aineiden ilmapäästöt ovat alustavien laitostietojen mukaan suuremmat kuin nykyisin käynnissä olevissa suomalaisissa ydinvoimalaitoksissa, mutta alittavat moninkertaisesti suomalaisille käynnissä oleville ydinvoimalaitoksille asetetut päästörajat. Päästöjen aiheuttama säteilyaltistus ympäristössä on erittäin pieni, sillä näillä päästöarvoilla säteilyannos jää selkeästi alle valtioneuvoston asetuksessa (VNA 717/2013) säädetyn raja-arvon (0,1 millisievertiä vuodessa). Esimerkiksi suomalaisen keskimääräinen säteilyannos vuodessa on 3,7 millisievertiä.

### Muut ilmapäästöt

Rakentamisen aikana maanrakennustyöt, liikenne työmaalla ja eräät toiminnot, kuten kivenmurskaus, aiheuttavat pölyämistä ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikana. Pölyn vaikutus ilmanlaatuun rajoittuu lähinnä työmaa-alueelle. Rakentamisen aikaisen liikenteen päästöt lisääntyvät selvästi erityisesti rakentamisen vilkkaimpana aikana. Koska alueen nykyisen ilmanlaadun arvioidaan olevan hyvä ja rakentamisen vilkkain liikennöinti kestää vain rajallisen ajan, ei rakentamisen aikaisen liikenteen päästöillä arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia alueen ilmanlaatuun.

Käytön aikana päästöjä syntyy varavoiman tuotannosta ja työmatkaliikenteestä. Näillä päästöillä ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun.

### Jätteet ja niiden käsittely

Voimalaitosjätteen käsittelystä ja loppusijoituksesta ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia, kun tilat suunnitellaan ja käsittely toteutetaan asianmukaisesti. Jätteiden loppusijoitusta valvotaan ja radioaktiiviset aineet muuttuvat aikaa myöten ympäristölle vaarattomiksi.

Huolellisen suunnittelun ja toteutuksen avulla käytetyn ydinpoltoaineen käsittelystä ja välivarastoinnista ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia. Kymmeniä vuosia kestävä välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen tilaa seurataan säännöllisesti. Käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutukset mukaan lukien kuljetusten ympäristövaikutukset käsitellään aikanaan omassa YVA-menettelyssä.

Tavanomaisten tai vaarallisten jätteiden käsittelystä laitoksella ei aiheudu ympäristövaikutuksia. Jätteet käsitellään laitosalueen ulkopuolella niiden laadun edellyttämällä tavalla.

### Liikenne ja liikenneturvallisuus

Rakentamisen aikana liikennemäärät kasvavat merkittävästi erityisesti rakentamisen vilkkaimpina vuosina. Hanhikiven niemen pohjoispuolella valtatie 8 liikennemäärät lisääntyvät noin 64 prosenttia. Eteläpuolella lisäys on hieman pienempi, noin 39 prosenttia.

Käytön aikana kokonaisliikennemäärä valtatiellä 8 ydinvoimalaitokselle johtavan tien risteyskohdalla lähetyksellä lisää-

tyy noin 15 prosenttia. Raskaan liikenteen määrän lisäys on noin kuusi prosenttia.

Valtatieltä ydinvoimalaitokselle rakennettava uusi tie suunnitellaan siten, että se soveltuu ydinvoimalaitoksen edellyttämän liikenteen käyttöön. Risteysalue valtatieltä suunnitellaan turvalliseksi ja sujuvaksi muun muassa ryhmittymiskaistojen ja nopeusrajoitusten avulla.

### Melu

Melumallinnuksen mukaan hankkeen aiheuttama melu alittaa asuinalueille ja loma-asuinalueille annetut melun ohjearvot sekä rakentamisen että käytön aikana.

Laitoksen rakentamisen meluisimmassa vaiheessa, louhinnan ja kivenmurskaustoiminnan ollessa käynnissä, melun päiväajan keskiäänitaso on lähimmillä loma-asutustonteille noin 40 dB(A). Arvo alittaa selvästi loma-asutuksen ohjearvon 45 dB(A). Lähimpien luonnonsuojelualueiden (Hanhikiven luoteisniitty ja Siikalahden merenrantaniitty) kohdalla melutaso voi mallinnuksen mukaan olla noin 50–53 dB(A).

Rakentamisen vilkkaimmassa vaiheessa Hanhikiven niemelle johtavasta tieliikenteestä aiheutuu melko kapeat 55 ja 50 dB(A) melun leviämisaueet, mutta niiden vaikutuspiirissä ei sijaitse asuinalueita. Noin 45 dB(A):n meluhyke ulottuu pienen matkan tielinjauksen viereen rajautuvalle luonnonsuojelualueelle sekä tärkeälle lintualueelle.

Ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikana laitosalueelta kantautuva melu on varsin vähäistä asuinalueilla ja loma-asuinalueilla. Keskiäänitaso lähimmillä loma-asutustonteilla on alle 30 dB(A). Samoin laitoksen liikenteestä aiheutuva melu on vähäistä ja alittaa selvästi asumisen melun ohjearvot.

### Ihmiset ja yhteiskunta

Sidosryhmähaastattelujen ja asukaskyselyn perusteella lähiseudun asukkaiden ja toimijoiden näkemykset ydinvoimalaitoshankkeesta vaihtelevat suuresti ja alueelle on syntynyt hanketta vastustavia ja kannattavia ryhmittymiä. Usein vastustuksen syynä ovat ydinvoimalaitokseen liittyvät riskikäsitykset ja pelot sekä vakaumus ydinvoiman eettisestä kyseenalaisuudesta. Hankkeen kannattajat korostavat sen positiivisia taloudellisia vaikutuksia ja ympäristöystävällisyyttä.

Rakennusvaiheessa Pyhäjoen kunnalle kohdistuu merkittäviä kiinteistöverotuloja ydinvoimalaitoksen valmistamisen aikana. Vuotuinen työllistävä vaikutus talousalueella on noin 480–900 henkilötyövuotta. Hankkeen myötä talousalueen elinkeinoelämä piristyy, yksityisten ja julkisten palveluiden kysyntä kasvaa.

Käyttövaiheen kiinteistöverotulot on arvioitu olevan noin 4,2 miljoonaa euroa vuodessa Pyhäjoen kunnalle. Vuotuinen työllistävä vaikutus talousalueella on 340–425 henkilötyövuotta. Verotulot kasvavat uusien asukkaiden, piristyneen elinkeinotoiminnan ja lisääntyneen rakentamisen seurauksena. Väestöpohja ja asuntokanta kasvavat.

Käyttövaiheessa voimalaitoksen normaalikäytöstä ei aiheudu säteilyvaikutuksia ihmisten terveyteen. Ydinvoim-

malaitoksen laitosalueella liikkuminen ja virkistystoiminta on kielletty, joten aluetta ei voi enää käyttää esimerkiksi metsästykseen. Lämpimästä jäähdytysvedestä johtuva sulan ja heikenneen jään alue rajoittaa talvella jäällä tapahtuvaa toimintaa, kuten kalastusta ja ulkoilua. Toisaalta avovesikalastuskausi pitenee.

## Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

### Ydinonnettomuus

Ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutusten arvioimiseksi on oletettu vakava reaktorionnettomuus ja mallinnettu siitä syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen sekä päästöstä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos noudattaen valtioneuvoston asetuksessa (717/2013) ja Säteilyturvakeskuksen ohjeissa esitettyjä vaatimuksia. Mallinnus on suuntaa antava ja se on tehty oletuksilla, jotka yliarvioivat säteilyannoksia. Hankkeen edetessä tehdään ydinenergiasäännösten edellyttämät yksityiskohtaisemmat selvitykset ydinturvallisuudesta sekä onnettomuustilanteista ja niiden seurauksista.

Tässä tarkastelussa päästökäsi on oletettu valtioneuvoston asetuksen (717/2013) vakavan onnettomuuden raja-arvon mukainen 100 TBq cesium-137-päästö, joka vastaa INES 6 -luokan onnettomuutta.

Mallinnetulla vakavalla reaktorionnettomuudella ei ole suoria tai välittömiä terveysvaikutuksia lähiympäristön ihmisille. Säteilyannokset ovat ensimmäisen kahden vuorokauden aikana ilman väestönsuojelutoimenpiteitä korkeintaan 23 mSv, joka on huomattavasti alle verenkuvan muutoksen havaitsemisrajan 500 mSv. Viiden kilometrin etäisyydellä laitoksesta päästön aiheuttama säteilyannos koko eliniän aikana on lapselle noin 150 mSv (70 vuotta) ja aikuiselle noin 76 mSv (50 vuotta). Annokset ovat pienempiä kuin mitä keskimääräinen suomalainen saa koko elinikäänsä aikana luonnollisista lähteistä.

Mallinnetun vakavan onnettomuuden seurauksena evakuointi on tarpeen suorittaa henkilöille, jotka asuvat alle kahden kilometrin päässä laitoksesta. Sisälle suojautumiselle tulee tarve kolmen kilometrin päässä laitoksesta. Lasten on syytä ottaa joditabletti aina viiden kilometrin etäisyydelle saakka. Aikuisten ei ole tarvetta ottaa joditablettia.

Lyhytaikaisia käyttörajoituksia voidaan joutua antamaan maatalous- ja luonnontuotteille. Sienien käyttöä ravintona voidaan joutua rajoittamaan päästön leviämssuunnassa noin 50 kilometrin etäisyydellä ja sisävesikalojen käyttöä ravintona 300 kilometrin etäisyydellä laitoksesta. Poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan päästön kulkeutumis-suunnassa aina 1 000 kilometriin saakka.

### Muut poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Muita mahdollisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita ovat lähinnä kemikaali- ja öljyvuodot, joista voi aiheutua maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Lisäksi säteilyvaaraa aiheuttavia tilanteita voi syntyä esimerkiksi tulipalon tai työvirheen seurauksena. Näitä poikkeus- ja onnettomuustilanteita ehkäistään teknisin toimin sekä henkilökunnan koulutuksella.

## Voimalaitoksen käytöstäpoisto

Purkamistoimenpiteiden aikaiset vaikutukset ovat vähäisiä, kun työhön osallistuvien henkilöiden säteilysuojelusta huolehditaan. Purkuvaiheen aikana syntyvä jäte on samankaltaista kuin laitoksen käytön aikana syntyvä jäte ja se voidaan myös käsitellä samaan tapaan. Suurin osa ydinvoimalaitoksen purkamistoimenpiteiden aikana syntyvistä jätteistä on ei-radioaktiivisia.

Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston ympäristövaikutukset arvioidaan aikanaan omassa YVA-menettelyssä.

## Ydinpolttoaineen tuotantoketju

Ydinpolttoaineen tuotantoketjun vaikutukset eivät kohdistu Suomen alueelle. Vaikutuksia arvioidaan ja säädellään kuskakin maassa sen oman lainsäädännön mukaisesti.

Uraanikaivostoiminnan ympäristövaikutukset liittyvät uraanimalmin säteilyyn, malmista vapautuvan radonkaasun säteilyvaikutuksiin, kaivosjätteisiin, pölyämiseen ja jätevesiin. Konversio- väkevöinti- ja polttoainenuppujen tuotantovaiheiden mahdolliset ympäristövaikutukset liittyvät vaarallisten kemikaalien käsittelyyn sekä vähäisemmässä määrin radioaktiivisten aineiden käsittelyyn. Tuotantoketjun eri vaiheiden ympäristövaikutuksia, kaivoksilta lähtien, hallitaan lainsäädännön velvoitteiden lisäksi kansainvälisten standardien ja ulkopuolisten tahojen suorittamien auditoitintien avulla.

Ydinpolttoaineen tuotantoketjussa kuljetettavat välituotteet ovat korkeintaan heikosti radioaktiivisia. Radioaktiivisten materiaalien kuljetukset tapahtuvat kansallisten ja kansainvälisten radioaktiivisten materiaalien kuljetuksia ja varastointia koskevien säännösten puitteissa.

## Energiamarkkinat

Fennovoiman ydinvoimalaitos parantaa sähköntuotannon huoltovarmuutta vähentämällä Suomen riippuvuutta fossiilista polttoaineista ja tuontisähköstä sekä ylläpitämällä kotimaista sähköntuotantokapasiteettia. Fennovoiman ydinvoimalaitoksen sijoittuminen uudelle paikkakunnalle parantaa huoltovarmuutta myös sähkönsiirron kannalta mahdollisten vikatilanteiden varalta.

Uusi ydinvoimalaitos osaltaan edistää Suomen sähköomavaraisuutta.

## Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehtona on Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen toteuttamatta jättäminen. Tällöin tässä ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetyt hankkeen paikalliset vaikutukset eivät toteudu.

Mikäli uutta ydinvoimayksikköä ei rakenneta Suomeen, vastaava sähkömäärä tuotetaan muilla sähköntuotantomuodoilla. Tällöin on oletettu, että noin 20 prosenttia Fennovoiman ydinvoimalaitoksen suunnitellusta 9,5 TWh sähköntuotantomäärästä korvattaisiin Suomessa tuotettavalla sähkön erillistuotannolla. Loput 80 prosenttia tuotettaisiin muissa maissa. Korvaavan sähköntuotannon on oletettu

olevan kivihiililauhdetuotantoa. Fennovoiman laitosta korvaavasta tuotannosta Suomessa ja muissa maissa syntyisi vuodessa hiilidioksidipäästöjä vajaa seitsemän miljoonaa tonnia, rikkidioksidi- ja typen oksidipäästöjä molempia vajaa kuusi tuhatta tonnia sekä hiukkaspäästöjä hieman alle tuhat tonnia. Rikkidioksidi-, typen oksidi- ja hiukkaspäästöjen vaikutukset ovat lähinnä paikallisia, kun taas hiilidioksidipäästöjen vaikutus on globaali.

## Yhteisvaikutukset muiden tiedossa olevien hankkeiden kanssa

Ydinvoimalaitos ja seudulle suunnitteilla olevat tuulipuistohankkeet muodostavat yhdessä jopa valtakunnan tasolla merkittävän energiantuotantoalueen. Nykyinen maaseutu- ja luontomiljöö hahmottuu jatkossa suurimittakaavaisena energiantuotantovyöhykkeenä.

Hankeella voi olla yhteisvaikutus alueelle suunnitellun Parhalahden tuulipuistohankkeen kanssa virkistystoiminnan osalta, koska sekä ydinvoimalaitos että tuulipuistohanke rajoittavat sijaintialueidensa maankäyttöä heikentäen näin metsästysmahdollisuuksia.

Merituulipuistohankkeen ja maa-aineksen ottohankkeen ruoppauksilla voi olla yhteisvaikutuksia kalastoon ja sitä kautta kalastukseen veden samentumisen seurauksena, mikäli ruoppaukset toteutettaisiin samaan aikaan.

Voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä.

## Valtioiden rajat ylittävät ympäristövaikutukset

Ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutusten arvioimiseksi YVA-menettelyä varten on mallinnettu vakavasta reaktorionnettomuudesta syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen ja edelleen siitä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos. Päästön kokona on tarkasteltu valtioneuvoston asetuksen (717/2013) raja-arvon mukaista 100 TBq cesium-päästöä, joka vastaa INES 6 -luokan mukaista vakavaa reaktorionnettomuutta. Lisäksi on arvioitu sitä viisi kertaa suuremman päästön vaikutukset. Tämä viisi kertaa suurempi päästö vastaa INES 7 -luokan onnettomuutta.

## Mallinnetun vakavan ydinonnettomuuden vaikutukset

Mallinnuksen mukaan vakavalla ydinvoimalaitosonnettomuudella ei ole välittömiä terveysvaikutuksia ympäristön väestölle missään sääolosuhteissa. Väestönsuojelutoimenpiteiden tarve ei ulotu yli Suomen rajojen. Suomen rajojen ulkopuolella onnettomuuden päästön aiheuttama säteilyannos jää tilastollisesti tarkasteltuna merkityksettömän pieneksi.

Ruotsin rannikolle Hanhikiven ydinvoimalaitokselta on noin 150 kilometriä. Mikäli tuulen suunta on länteen ja säätila epäsuotuisa, elinikäisannos Ruotsin rannikolla päästön seurauksena on korkeintaan kahdeksan mSv lapsille ja neljä mSv aikuisille. Norjan rajalla, noin 450 kilometrin etä-

syydellä, päästö aiheuttaa lapsille korkeintaan neljän mSv annoksen ja aikuisille korkeintaan kahden mSv annoksen. Viron rannikolla, jonne on matkaa laitospaikalta noin 550 kilometriä, aiheutuu eliniän aikana korkeintaan kolmen mSv annos lapsille ja kahden mSv annos aikuisille. Puolan rannikolla noin 1100 kilometrin etäisyydellä annokset jäävät alle yhden mSv aikuisille ja alle kahden mSv lapsille. Keski-Eurooppaan Itävallan rajalle on matkaa laitospaikalta noin 1850 kilometriä. Epäsuotuisassakin säätilassa päästö aiheuttaa itävaltalaiselle korkeintaan yhden mSv säteilyannoksen koko eliniän aikana. Vertailuna esimerkiksi itävaltalainen voi elinikänsä aikana saada luonnon taustasäteilystä yli 200 mSv annoksen.

Vakavan onnettomuuden seurauksena saattaa poronlihan ja sisävesikalojen radioaktiivisuus nousta tasolle, joka edellyttää tilapäisten käyttörajoitusten asettamista. Sisävesikalojen käyttöä saatetaan joutua rajoittamaan Pohjois-Ruotsin rannikkoseuduilla. Sisävesikalojen käyttörajoitukset voidaan rajata suurimman laskeuma-alueen tiettyihin järviin ja jokiin. Poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan Ruotsissa, Norjassa ja Venäjän luoteisosissa. Poronlihan aktiivisuutta voidaan kuitenkin pienentää estämällä poroa syömästä jäkälää, johon cesium rikastuu. Tämä saattaa edellyttää porojen siirtämistä pois pahimmilta laskeuma-alueilta. Porot voidaan myös pitää aitauksissa ja ruokkia puhtaalla ravinnolla sen ajan, kunnes laskeuma-alueen radioaktiivisuustaso pienenee riittävästi. Käyttörajoituksia noudattamalla poronlihan ja sisävesikalojen radioaktiivisuus ei aiheuta vaaraa ihmisille.

## Arvio INES 7-luokan onnettomuuden vaikutuksista

Jos päästökäsi oletetaan edellä tarkasteltua 100 TBq päästöä viisi kertaa suurempi päästö (jodi-131 ekvivalenteissa yli 50 000 TBq), niin onnettomuus olisi luokkaa INES 7. Näin suuri päästö on jalokaasujen osalta teoreettisesti mahdollinen, sillä päästö tarkoittaisi, että reaktorista vapautuisi viisi kertaa enemmän jalokaasuja, kuin mitä siellä kaikkiaan on.

Tämä viisinkertainen päästö ei aiheuta välittömiä terveysvaikutuksia. Mikäli tuulen suunta on länteen ja säätilanne sattuu olemaan muutenkin epäsuotuisa, Ruotsin rannikolla elinikäisannos olisi lapsilla noin 37 mSv ja aikuisilla noin 18 mSv. Norjan rajalla vastaavassa epäsuotuisassa tilanteessa säteilyannos voisi korkeintaan olla noin 14 mSv lapsilla ja 7 mSv aikuisilla. Muissa Itämeren maissa säteilyannokset jäisivät epäsuotuisassakin säätilanteessa alle 12 mSv lapsilla ja 6 mSv aikuisilla. Itävallassa elinikäiset säteilyannokset eivät ylittäisi 5 mSv lapsilla eikä 2 mSv aikuisilla.

Tämän viisinkertaisen päästön seurauksena elintarvikkeiden käyttörajoituksia jouduttaisiin asettamaan Suomen rajojen ulkopuolella. Poronlihan käyttöä rajoitettaisiin päästön kulkeutumissuunnassa Ruotsin, Norjan ja Luoteis-Venäjän tunturialueilla. Riippuen päästön kulkeutumissuunnasta sisävesikalojen käyttörajoituksia voisi tulla Ruotsissa, Norjassa, Luoteis-Venäjällä ja Baltian maissa. Myös mikäli karjan ulkona laiduntamista ei rajoitettaisi, voitaisiin joutua rajoittamaan karjan lihan käyttöä Pohjois-Ruotsin rannikolla.

## Vaihtoehtojen vertailu

Erot nyt arvioitujen 1 200 megawatin laitoksen vaikutusten ja vuonna 2008 arvioidun 1 800 megawatin laitoksen vaikutusten välillä johtuvat pääosin hankkeen teknisen suunnittelun päivityksistä, uusista ympäristön nykytilanteista ja tiukennetuista turvallisuusvaatimuksista. Laitoksen kokoluokalla tai tarkentuneella laitostyyppillä ei arvioinnin perusteella ole merkittäviä vaikutuksia laitoksesta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin.

Tässä YVA-menettelyssä arvioidun 1 200 megawatin laitoksen ympäristövaikutukset eroavat aiemmin arvioidun 1 800 megawatin laitoksen vaikutuksista lähinnä seuraavien vaikutusten osalta:

- Vaikutukset vesistöön ja kalatalouteen ovat hieman lievempiä, koska uuden jäähdytysvesimallinnuksen mukaan jäähdytysvesien merivettä lämmittävä vaikutus ulottuu jonkin verran pienemmälle alueelle.
- Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin ovat hieman vähäisempiä pienemmästä jäähdytysvesikuormituksesta johtuen.
- AES-2006 ydinvoimalaitostyyppin alustavien laitos tietojen mukaan radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ovat vuoden 2008 YVAssa esitetyn 1 800 megawatin laitoksen arvioituja päästöjä suuremmat. Fennovoiman tavoitteena on suunnitella laitos siten, että kaikki päästöt ovat alustavia laitos tietoja alhaisemmat ja korkeintaan vuoden 2008 YVAN ja Suomessa tällä hetkellä käynnissä olevien ydinvoimalaitosten tasolla.
- Liikennemäärien suhteellinen lisäys on aikaisempaa arviota hieman pienempi johtuen nykyisten liikennemäärien kasvusta ja muuttuneista kasvuennusteista. Liikennemäärät ovat kuitenkin samat molemmissa laitoskokoluokissa.
- Laitoksen käytön aikaisen melun leviäminen poikkeaa hieman aiemmasta melumallinnuksesta laitoksen muutuneesta layoutista johtuen. Melulähteet ja niiden suuruus ovat samankaltaiset ja liikennemäärät yhtä suuret molemmissa laitoskokoluokissa.
- Voimalaitosjätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen määrä on pienempi, jolloin vaikutukset jäävät vähäisemmiksi.

Nollavaihtoehdossa, jossa hanketta ei toteuteta, jäävät hankkeen aiheuttamat haitalliset ja myönteiset vaikutukset toteutumatta. Hanhikiven niemen alue säilyy nykyisen kaltaisena. Positiiviset taloudelliset vaikutukset (muun muassa työllisyyden parantuminen ja verotulot) jäävät toteutumatta. Korvaavasta sähköntuotannosta syntyy ympäristövaikutuksia, kuten päästöjä ilmaan.

## Haitallisten ympäristövaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

Ydinvoimalaitoksen ympäristöasiat kytketään ympäristöjohtamisjärjestelmän avulla voimalaitoksen kaikkiin toimintoihin, ja ympäristönsuojelun tasoa pyritään parantamaan jatkuvasti.

Ydinvoimaan liittyviä pelkoja ja uhkakuvia voidaan lieventää asianmukaisella tiedottamisella, jotta asukkailla olisi tarpeeksi tietoa ydinvoimalaitoksen toiminnasta ja turvallisuudesta. Aktiivisella sidosryhmävuoropuhelulla voidaan tehostaa tiedonkulkua hankevastaavan ja paikallisten asukkaiden välillä. Lisäksi voidaan järjestää erilaisia yleisötapahtumia ja infotilaisuuksia paikkakunnalla.

Rakentamisen aikaisia ihmisiin tai luontoon kohdistuvia haittoja ehkäistään ja lievennetään muun muassa meluvien toimintojen sijoittelulla ja meluvälillä sekä liikenteen ohjauksella ja ajoittamisella. Merialueella tehtävien vesistö-rakennustöiden sameusvaikutuksia voidaan ohjata tai rajoittaa hyödyntämällä jatkuvatoimisten mittauspoijujen avulla kerättävää tietoa vallitsevasta virtaustilanteesta. Pääsy laitosalueen ranta-alueille ja muille työmaa-alueille, joilla esiintyy suojeltavia lajeja ja luontokohteita, estetään aidoin ja merkinnöin.

Rakennustyön aikaisia sosiaalisia vaikutuksia voidaan lieventää hajauttamalla työntekijöiden majoittumista myös lähikuntiin sekä järjestämällä erilaisia koulutuksia niin ulkomaalaisille kuin paikkakuntalaisille.

Ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat kaikki sille asetetut päästörajat. Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten kaasujen ja nesteiden käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa päästöjen minimoimiseksi ja päästöt pidetään niin pieninä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Radioaktiivisten aineiden päästöjä tarkkaillaan jatkuvasti mittauksin ja näytteenotoin.

Kalojen kulkeutumista jäähdytysveden ottoon voidaan vähentää erilaisin teknisin keinoin sekä jäähdytysveden ottorakenteiden teknisellä suunnittelulla.

Meriveden lämpenemisestä kalastolle ja kalastukselle koituvaa yleistä haittaa voidaan kompensoida kalatalousmaksulla. Ammattimaiselle kalastukselle aiheutuvat haitat voidaan korvata kalastajakohtaisesti. Mahdollista merenrantaan taniittyjen umpeenkasvua voidaan ehkäistä niittyjen laidunnuksella tai raivaamalla pois järviruokoa ja pensaita.

Kemikaalien sekä radioaktiivisten jätteiden käsittelyssä syntyviä mahdollisia onnettomuustilanteita ehkäistään teknisin toimenpitein sekä henkilökunnan koulutuksella. Voimalaitosjätetiloihin suunnitellaan järjestelmät, joiden avulla jätteiden turvallinen käsittely ja siirtäminen sekä radioaktiivisten aineiden määrän ja laadun seuranta voidaan toteuttaa. Käytetyn ydinpolttoaineen jätehuollon kaikissa vaiheissa varmistetaan polttoaineen pitäminen turvallisessa tilassa.

Laitos suunnitellaan siten, että vakavan onnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni. Syvyysuuntaista puolustusperiaatetta noudattamalla minimoidaan radioaktiivisten päästöjen riskiä. Onnettomuuksia ja häiriötilanteita estetään tiukoilla toiminnan laatu- ja turvallisuusvaatimuksilla sekä noudattamalla jatkuvan parantamisen periaatetta. Onnettomuudesta johtuvan päästön vaikutuksia voidaan pienentää merkittävästi väestönsuojelutoimenpiteillä. Elintarviketuotannon suojaustoimenpiteillä ja elintarvikkeiden käyttörajoituksilla voidaan merkittävästi pienentää ravinnon kautta saatavaa säteilyannosta.

## Hankkeen toteuttamiskelpoisuus

Hanke on ympäristövaikutusten kannalta toteuttamiskelpoinen. Ympäristövaikutusten arvioinnissa hankkeen ei todettu aiheutuvan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, ettei niitä voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

Hankkeen toteuttamisella on myös positiivisia ympäristövaikutuksia, kuten aluetaloudelliset vaikutukset ja hiilidioksidipäästöttömän energiantuotantomuodon lisäys.

## Ympäristövaikutusten seuranta

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisia vaikutuksia ympäristöön seurataan viranomaisten hyväksymien tarkkailuohjelmien mukaisesti. Tarkkailuohjelmat sisältävät päästö- ja ympäristötarkkailun sekä raportointimenettelyiden yksityiskohdat.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä tarkkaillaan laitoksen sisäpuolella tehtävien prosessi- ja päästömittausten avulla sekä tarkkailemalla ympäristössä esiintyvää säteilyä ja radioaktiivisia aineita. Radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan ja veteen seurataan luotettavilla säteilymittausjärjestelmillä. Laitoksen säteilytarkkailuohjelma sisältää ulkoisen säteilyn mittauksia annosmittareilla ja jatkuvatoimisilla mittareilla sekä ulkoilman ja ravintoketjujen eri vaiheita edustavien näytteiden radioaktiivisuuden määrittämiä. Näin varmistetaan, että päästöt ilmaan ja veteen eivät ylitä Säteilyturvakeskuksen vahvistamia laitoskohtaisia päästörajoja ja että päästöistä ympäristölle aiheutuva säteilyaltistus pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

Tavanomaisia päästöjä tarkkaillaan vesi- ja ympäristöluovissa olevien veloitteiden mukaisesti. Päästöjen tarkkailu sisältää muun muassa seuraavat osa-alueet:

- vesistö tarkkailu
- kalataloudellinen tarkkailu

- ilmapäästöjen tarkkailu
- melutarkkailu
- kasvillisuus- ja linnustotarkkailu
- jätekirjanpito.

Sosiaalisten vaikutusten seurannassa hyödynnetään ympäristövaikutusten arvioinnissa saatua tietoa sekä yleisötilaisuuksissa, lausunnoissa, ryhmähaastatteluisissa ja asukaskyselyissä esiin tulleita asioita. YVA-menettelyn aikana sovellettuja työtapoja voidaan hyödyntää hankkeen sosiaalisten vaikutusten seurannassa ja tiedonvaihdoissa sidosryhmien kanssa.

## Hankkeen edellyttämät luvat

YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

Fennovoima on saanut valtioneuvostolta ydinenergilain (990/1987) mukaisen periaatepäätöksen. Koska nyt ympäristövaikutusten arvioinnin kohteena olevaa hanketta ei ole mainittu alkuperäisessä periaatepäätöshakemuksessa laitosvaihtoehtona, työ- ja elinkeinoministeriö on edellyttänyt lisäselvityksien tekemistä.

Periaatepäätöksen mukaan Fennovoiman on haettava ydinenergilain mukaista rakentamislupaa viimeistään 30.6.2015. Rakentamisluvan myöntää valtioneuvosto, mikäli ydinenergialaissa säädetty edellytykset ydinvoimalaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle täyttyvät.

Ydinvoimalaitoksen käyttöluvan myöntää valtioneuvosto, mikäli ydinenergialaissa luetellut edellytykset täyttyvät ja työ- ja elinkeinoministeriö on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty lain edellyttämällä tavalla.

Lisäksi hanke tarvitsee eri vaiheissaan ympäristönsuojelulain, vesilain sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisia lupia.





# Sanasto

## Aktiivisuus (Bq)

Aktiivisuus ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tapahtuvien ydinhajoamisten lukumäärän aikayksikköä kohden. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq) = yksi hajoaminen sekunnissa.

## Alikriittisyys

Ydinreaktori on tilassa, jossa polttoaine ei enää ylläpidä fissioreaktiota itsestään.

## Bar

Paineen mittayksikkö (1 bar = 100 kPa). Ilmakehän paine on noin 1 bar.

## Bq (Becquerel)

Aktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä radioaktiivista hajoamista sekunnissa. Elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ilmaistaan becquereleina massa- tai tilavuusyksikköä kohti (Bq/kg tai Bq/l).

## Cesium-137 (Cs-137)

Cesium-137 on cesiumin radioaktiivinen isotooppi, joka muodostuu yleisimmin ytimen halkeamis- eli fissioreaktiossa. Cesium-137:n puoliintumisaika on 30 vuotta.

## dB (Desibeli)

Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Ympäristömelumittauksissa käytetään tyypillisesti A-painotusta dB(A), minkä avulla painotetaan sellaisia äänen taajuuksia, jotka ihmisen korva aistii herkimmin.

## Fissio

Raskaan atomiytimen halkeaminen kahdeksi tai useammaksi uudeksi ytimeksi, jolloin vapautuu suuri määrä energiaa ja neutroneja ja neutriinoja.

## Flada

Maankohoamisen takia merestä irralleen kuroutumassa oleva lahti, joka on vesilain mukainen suojeltu luontotyyppi.

## Hyvin matala-aktiivinen jäte

Hyvin matala-aktiiviset jätteet ovat voimalaitosjätteitä, joiden radioaktiivisuus on niin vähäinen, että niitä voidaan käsitellä ilman säteilysuojauksia. Jätteen aktiivisuuspitoisuus tällöin on enintään 100 kBq/kg.

## Hyötysuhde ( $\eta$ )

Voimalaitoksen tuottaman sähköenergian ja reaktorin termisen energian suhde.

## IAEA

IAEA (International Atomic Energy Agency) eli kansainvälinen atomienergiajärjestö on Yhdistyneiden Kansakuntien alainen järjestö, joka pyrkii edistämään rauhanomaista ydinenergian käyttöä. IAEA myös edistää säteilyturvallisuutta, ydinturvallisuutta ja ydinaseriisunutta.

## INES

INES (International Nuclear Event Scale) on kansainvälinen ydinlaitostapahtumien vakavuusasteikko, joka luokittelee ydinturvallisuuteen liittyvät tapahtumat ja onnettomuudet kahdeksaan luokkaan (luokat INES 0–INES 7).

## Ioni

Sähköisesti varautunut atomi tai molekyyli. Säteily, joka synnyttää ioneja osuessaan väliaineeseen, on ionisoivaa säteilyä.

## Ioninvaihtomassa

Aine, jota käytetään vedessä olevien ionimuotoisten epäpuhtauksien poistamiseen.

## Ionisoiva säteily

Sähkömagneettinen säteily tai hiukkassäteily, joka tuottaa vapaita elektroneja ja ioneja osuessaan väliaineeseen. Se pystyy rikkomaan molekyylien sisäisiä kemiallisia sidoksia, esimerkiksi katkaisemaan solujen perimää kantavan DNA-molekyylin. Tästä syystä ionisoiva säteily on terveydelle haitallista.

## Isotooppi

Isotoopit ovat saman alkuaineen eri muotoja, jotka eroavat toisistaan ytimessä olevien neutronien lukumäärän ja ytimen ominaisuuksien suhteen. Lähes kaikki alkuaineet esiintyvät luonnossa useimpina isotooppeina. Esimerkiksi vedyllä on kolme isotooppia: vety, deuterium ja tritium, joista tritium on radioaktiivinen.

## Jodi-131 (I-131)

Jodi-131 on jodin radioaktiivinen isotooppi, jota muodostuu pieni määrä uraani-235:n fissioreaktiossa. Jodi-131:n puoliintumisaika on vain noin kahdeksan päivää.

## Jäähdytysvesi

Jäähdytysvedeksi kutsutaan kylmää merivettä, jonka avulla turbiineilta tuleva höyry jäähdytetään lauhduttimessa takaisin vedeksi (lauhde). Lauhde pumpataan takaisin höyrystimille ja höyrystetään. Jäähdytysvesi ei joudu kosketuksiin eikä sekoitu ydinvoimalaitoksen prosessivesien kanssa.

## Kevytvesireaktori

Reaktorityyppi, jossa reaktorisydämessä käytetään jäähdytys- ja hidastinaineena tavallista vettä. Useimmat ydinvoimalaitosreaktorit maailmalla ovat kevytvesireaktoreita.

## Keskiäänitaso, ekvivalenttitaso

Laskennallinen äänitaso, jossa voimakkuudeltaan vaihteleva ääni on matemaattisesti muutettu voimakkuudeltaan tasaiseksi.

## Kluuvi

Maankohoamisen takia merestä irralleen kuroutunut vesialue, joka on vesilain mukainen suojeltu luontotyyppi.

## Kontaminaatio

Kontaminaatiolla tarkoitetaan saastunutta. Esimerkiksi työvälineiden altistuminen radioaktiiviselle säteilylle saastuttaa ne ja ilman eristystä voi kontaminaatio levitä niistä edelleen.

## Käytetty ydinpolttoaine

Ydinpolttoainetta sanotaan käytetyksi, kun se on ollut reaktorissa energiantuotannossa ja otettu ulos reaktorista. Käytetty ydinpolttoaine sisältää uraanin halkeamistuotteita, kuten cesiumia, ja on voimakkaasti säteilevää.

## Loppusijoitus

Radioaktiivisten jätteiden sijoittaminen pysyväksi tarkoitettulla tavalla siten, ettei sijoituspaikkaa tarvitse valvoa eikä jätteiden radioaktiivisuus aiheuta vaaraa luonnolle.

## Lämpöteho (W)

Teho, jolla laitos tuottaa lämpöenergiaa (terminen teho).

## Matala- ja keskiaktiivinen jäte

Matala- ja keskiaktiiviset jätteet ovat voimalaitoksen käyttö- ja huoltojätettä. Lisäksi sitä syntyy voimalaitoksen käytöstäpoistossa. Matala-aktiivista jätettä voidaan käsitellä ilman säteily suojausjärjestelyjä, sillä sen radioaktiivisuus on vähäinen (enintään 1 MBq/kg). Keskiaktiivisten jätteiden käsittelyyn tarvitaan tehokkaita säteily suojausjärjestelyjä (aktiivisuus 1–10 000 MBq/kg).

## MW

Megawatti, tehon yksikkö (1 MW = 1 000 kW).

## Natura 2000 -alue

Natura 2000 -alue on luonnonsuojelualue, joka turvaa EU:n luontodirektiivissä määriteltyjen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä.

## Painevesireaktori

Kevytvesireaktorityyppi, jossa jäähdytteenä ja hidasteena käytettävän veden paine pidetään niin korkeana, ettei se kiehu korkeasta lämpötilasta huolimatta. Reaktorin sydämen läpi kulkeutunut vesi luovuttaa lämpönsä erillisissä höyrystimissä sekundääripiiriin vedelle, joka höyrystyy ja joka johdetaan pyörittämään turbiinia.

## Periaatepäätös

Ydinvoiman käyttö sähköntuotantoon edellyttää valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan vahvistamaa periaatepäätöstä. Periaatepäätöksen edellytyksenä on yhteiskunnan kokonaisuus sekä muun muassa laitoksen sijaintikunnan myönteinen suhtautuminen hankkeeseen ja Säteilyturvakeskuksen myönteinen alustava turvallisuusarvio.

## Peruskuormalaitos

Suuri voimalaitos, jota käytetään yleensä tasaisesti täydellä teholla sähköenergian jatkuvan vähimmäistarpeen tyydyttämiseksi.

## Puoliintumisaika

Puoliintumisaika on aika, jonka kuluttua puolet radioaktiivisen aineen atomiytimistä on hajonnut toisiksi atomiytimiksi.

## Purkujäte (käytöstäpoistojäte)

Ydinvoimalaitoksen tai muiden ydinteknisten laitosten hyötykäytön jälkeen tapahtuvassa purkamisessa syntyvä radioaktiivisuutta sisältävä jäte.

## Radioaktiivisuus

Radioaktiiviset aineet hajoavat spontaanisti kevyemmiksi alkuaineiksi tai saman alkuaineen energialtaan pienemmiksi ydinlajeiksi. Prosessissa vapautuu ionisoivaa säteilyä, joka on joko sähkömagneettista säteilyä tai hiukkassäteilyä.

## Radionuklidi

Radionuklidi on säteilyä emittoiva atomiydin.

## Sekaoksidipolttoaine

Sekaoksidipolttoaine eli MOX-polttoaine poikkeaa tavallisesta ydinvoimalan uraanipolttoaineesta siten, että osa sen halkeamiskelpoisesta aineesta on plutonium-239 isotooppia uraani-235 isotoopin sijaan. Plutoniumia ei esiinny merkittävissä määrinä luonnossa, joten sitä saadaan MOX-polttoaineeseen kierrättämällä käytettyä ydinpolttoainetta tai ydinaseriisunnasta.

## Sievert (Sv)

Säteilyannoksen yksikkö. Mitä suurempi säteilyannos, sitä todennäköisempää, että siitä on terveydelle haittaa. Usein käytetään yksikköä millisievert (mSv) tai mikrosievert (µSv) (1 µSv = 0,001 mSv = 0,000001 Sv).

## Strontium-90 (Sr-90)

Strontium tuottaa lämpöä haljetessaan ja sitä käytetään muun muassa avaruusaluksilla ja etäisillä säähavainto-aseteilla. Strontiumia muodostuu fissioreaktion sivutuotteena. Strontiumin puoliintumisaika on noin 29 vuotta.

## STUK

Säteilyturvakeskus

## Sukessio

Tietyllä paikalla tapahtuva eliölajiston vähittäinen luontainen muuttuminen. Esimerkiksi maankohoamisrannikon lajiston vähittäinen muuttuminen.

## Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen (engl. defence in depth) mukaan ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja käytössä edellytetään useita toisistaan riippumattomia suojaamisen tasoja ja menetelmiä onnettomuuksien estämiseksi, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilan teiden hallitsemiseksi sekä onnettomuuksien seurausten lieventämiseksi.

## Sähköteho (W)

Teho, jolla laitos tuottaa sähköenergiaa, jota syötetään sähköverkkoon.

## Säteily

Säteily on joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä.

## TEM

Työ- ja elinkeinoministeriö (YVA-menettelyn yhteysviranomainen)

## TWh

Terawattitunti, energian mittayksikkö (1 TWh = 1 000 000 MWh).

## Uraani (U)

Alkuaine, jonka kemiallinen merkki on U. Uraania on maan kuorella 0,0004 % kaikista aineista (neljä grammaa tonnissa). Kaikki uraanin isotoopit ovat radioaktiivisia. Suurin osa luonnonuraanista on isotooppia U-238, jonka puoliintumisaika on 4,5 miljardia vuotta. Ydinvoimalaitoksen polttoaineeksi soveltuvaa U-235:a on luonnon uraanista noin 0,71 %.

## Vaarallinen jäte

Vaarallinen jäte eli ongelmajäte. Vaarallista jätettä on käytöstä poistettu aine tai esine, joka voi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Vaarallisia jätteitä ovat esimerkiksi energiansäätölamput ja muut loisteputket.

## Vaikutusalue

Alue, jolla selvitysten tuloksena ympäristövaikutuksia arvioidaan ilmenevän.

## Valvonta-alue

Valvonta-alueeksi on määriteltävä vähintään ne laitoksen tilat, joissa ulkoinen säteilyannosnopeus saattaa ylittää arvon 3  $\mu\text{Sv/h}$  tai joissa 40 tunnin viikoittaisesta oleskelusta voi ydinlaitosperäisistä radionuklideista aiheutua yli 1 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa. (YVL C.2)

## Voimalaitosjäte

Yleisnimitys ydinvoimalaitoksen käytössä syntyville matala- ja keskiaktiivisille ydinjätteille.

## Vuoden 2008 YVA

Vuosina 2007–2009 toteutettu Fennovoima Oy:n ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettely. YVA-selostus jätettiin yhteysviranomaiselle 2008.

## VVER

Venäläisen painevesireaktorin laitossarja.

## Väestönsuojelutoimenpide

Vakavan ydinonnettomuuden seurauksena syntyvässä säteilyvaaratilanteessa keskeisimpiä väestön säteilyannostuksen rajoittamiseksi tehtäviä suojelutoimenpiteitä ovat sisälle suojautuminen, joditablettien nauttiminen ja evakuointi.

## Ydinpolttoaine

Ydinvoimalaitosten reaktoreissa käytettäväksi tarkoitettu uraani- tai plutoniumipitoinen yhdiste, joka on pakattu niin, että siitä voidaan koota ydinten halkeamiseen perustuvan ketjureaktion aikaan saava reaktorin sydän.

## Ydinvoimalaitos

Ydinvoimalaitos muodostuu yhdestä tai useammasta ydinvoimalaitosyksiköstä, joissa kussakin on yksi reaktori ja yksi tai kaksi turbiinia ja generaattoria.

## YVA

Ympäristövaikutusten arviointi. Lakisääteisen YVA-menettelyn tavoite on ympäristövaikutusten arvioinnin ohella lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja edellytyksiä osallistua hankkeiden suunnitteluun ja mahdollisuuksia ilmaista mielipiteitään hankkeesta.

## YVL-ohjeet

Ydinvoimalaitosohjeet, Säteilyturvakeskuksen julkaisemat viranomaisohjeet, joissa kuvataan ydinenergian käyttöä koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset.

## 1 200 MW:n ydinvoimalaitos

Noin 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksella tarkoitetaan tässä YVA-menettelyssä tarkasteltavaa ydinvoimalaitosta, jonka sähköteho on noin 1 100–1 300 MW.

# 1

# Hanke



Fennovoima Oy (jäljempänä Fennovoima) selvittää sähköteholtaan noin 1 200 megawatin suuruisen ydinvoimalaitoksen rakentamista Pyhäjoen Hanhikiven niemelle. Laitoksen reaktori on painevesireaktori. Osana selvitystyötä Fennovoima toteuttaa lain (468/1994) ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA-laki) mukaisen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn laitoksen rakentamisen ja käytön aikaisten ympäristövaikutusten selvittämiseksi.

## 1.1 Hankkeen tausta

Fennovoima on vuonna 2008 toteuttanut ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA), jossa arvioitiin sähköteholtaan noin 1 500–2 500 megawatin suuruisen, yksi tai kaksi reaktoria käsittävän, ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisia vaikutuksia kolmella vaihtoehtoisella sijoituspaikalla: Pyhäjoki, Ruotsinpyhtää ja Simo (*Pöyry Energy Oy 2008a, 2008b*). YVA-menettelyn yhteydessä toteutettiin myös Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen.

Yhteysviranomaisena toiminut työ- ja elinkeinoministeriö totesi ympäristövaikutusten arvioinnista antamassaan lausunnossa 20.2.2009 (7131/815/2008), että YVA-selostus kattaa sisällöltään YVA-lainsäädännön edellytykset ja yhteysviranomaisen YVA-ohjelmasta antama lausunto on selostuksessa otettu huomioon. Lisäksi yhteysviranomaisen katsoi, että YVA-selostus kuvaa riittävästi ja kattavasti hankkeen ympäristövaikutuksia ja niiden lieventämismahdollisuuksia. Yhteysviranomaisen kuitenkin edellytti, että Fennovoima toimittaa ministeriölle lausunnossa mainitut lisäselvitykset Fennovoiman periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten. Fennovoima toimitti vaaditut lisäselvi-

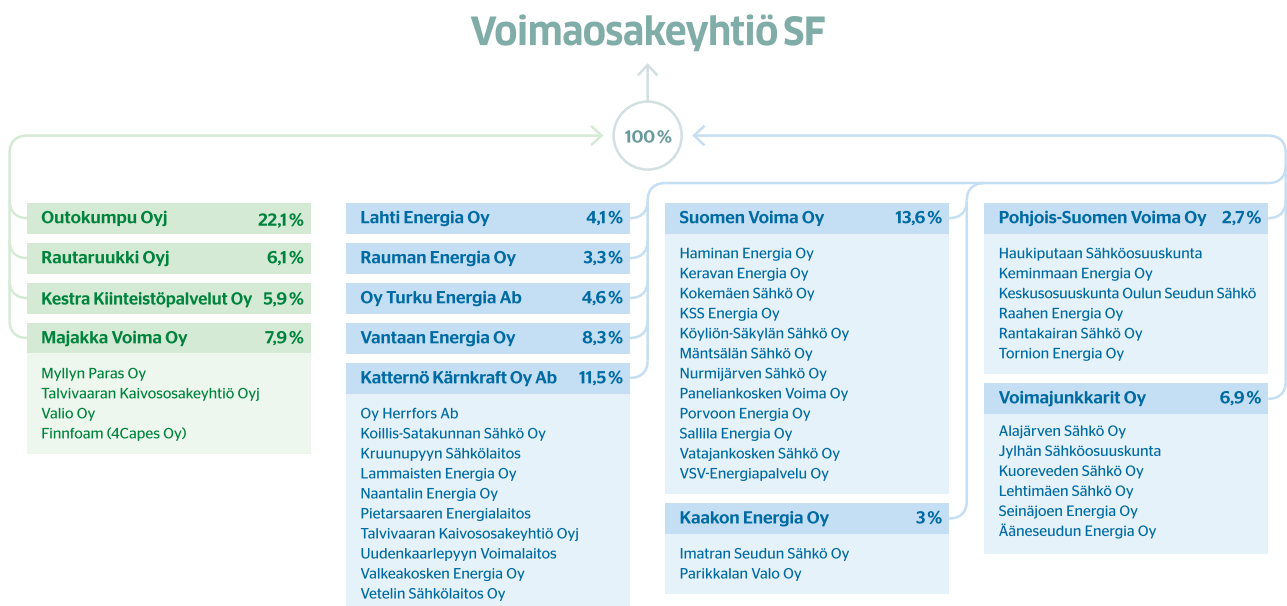
tykset kahdessa raportissa huhtikuussa 2009 ja lokakuussa 2009 (*Fennovoima Oy 2009a, 2009b*).

Fennovoima sai valtioneuvostolta ydinenergilain (990/1987) 11 § mukaisen periaatepäätöksen 6.5.2010. Eduskunta vahvisti periaatepäätöksen 1.7.2010. Periaatepäätöksen mukaan laitoksen sijoituspaikaksi soveltuvat Pyhäjoen Hanhikivi ja Simon Karsikko. Pyhäjoen Hanhikiven niemi valittiin laitoksen sijoituspaikaksi syksyllä 2011. Tämän jälkeen kaikki tutkimukset ja rakentamisen suunnittelutyöt on keskitetty kyseiselle sijoituspaikalle, jossa on lainvoimaiset ydinvoimalaitoksen rakentamisen sallivat kaavat kaikilla kolmella kaavatasolla.

Ympäristövaikutusten arvioinnin kohteena olevaa noin 1 200 megawatin suuruista ydinvoimalaitoshanketta, jonka toimittaja on venäläiseen Rosatom-konserniin kuuluva yhtiö, ei ole mainittu alkuperäisessä periaatepäätöshakemuksessa laitovaihtoehtona. Tämän vuoksi työ- ja elinkeinoministeriö edellytti, että Fennovoima saattaa hankkeen ympäristövaikutusarvioinnit ajan tasalle tällä YVA-menettelyllä.

## 1.2 Hankkeesta vastaava

Hankkeesta vastaava Fennovoima Oy on vuonna 2007 perustettu suomalainen ydinvoimayhtiö. Fennovoiman omistaja on Voimaosakeyhtiö SF, jonka alle on tällä hetkellä ryhmittynyt 46 teollisuuden ja kaupan alan yritystä sekä energiayhtiöitä (Kuva 1-1). Voimaosakeyhtiö SF:n omistajat työllistävät Suomessa suoraan kymmeniätuhansia ihmisiä. Monipuolista omistajakuntaa yhdistää tarve saada sähköä vakaaseen ja ennakoitavaan hintaan. Neuvotellut Rosatom-yhtiön tulosta Fennovoiman vähemmistö-



**Kuva 1-1.** Fennovoiman omistajakunnan rakenne. Kaaviokuvassa kuvatut omistusosuudet vastaavat Voimaosakeyhtiö SF:n 8.11.2013 saamia sitoumuksia.

omistajaksi ovat käynnissä. Sopimuksin varmistetaan, että Fennovoima Oy:n enemmistö pysyy Voimaosakeyhtiö SF:n omistuksessa.

Fennovoiman on määrä tuottaa sähköä omistajiensa tarpeisiin omakustannushintaan. Kukin omistaja saa käyttöönsä omistusosuuttaan vastaavan määrän voimalaitoksen tuotantokapasiteetista. Tämän osuuskuntamaisen toimintatavan mukaisesti Fennovoiman ei ole yhtiönä tarkoitus tuottaa voittoa, vaan voitto jaetaan osakkaille edullisempina sähköenergiana.

Suomen paikallisista energiayhtiöistä huomattava osa on mukana osakkaana Fennovoiman hankkeessa ja niiden toimialueet kattavat suuren osan maasta. Ydinvoimalaitoksen omistusosuuden myötä sähköyhtiöt voivat tarjota kohtuuhintaista sähköä asiakkailleen, noin miljoonalle kotitaloudelle ja paikalliselle yhteisölle. Sähköyhtiöosakkaista pääosa on kuntien omistamia, joilla on sähkön toimitusvelvollisuus omalla maantieteellisellä vastuualueellaan. Toimitusvelvollisuus edellyttää, että yhtiön on toimitettava sähköä kohtuulliseen hintaan kaikille halukkaille sähkön pienasiakkaille, joiden kulutuspaikka sijaitsee yhtiön vastuualueella.

Hankkeessa mukana olevat teollisuuden ja kaupan yritykset edustavat suomalaista elinkeinoelämää. Osakkaina on sekä pörssinoteerattuja yhtiöitä että perheyriityksiä, joilla on yhteensä tuhansia toimipaikkoja ja sähkönkulutuspisteitä ympäri Suomea.

Rosatom on Venäjän valtion omistama konserni, joka hallitsee Venäjällä kaikkia ydinergian liittyviä toimialoja. Rosatom on yksi johtavista ydinteknologian osaajista maailmassa. Sen osaaminen kattaa tutkimuksen, suunnittelun, ydinvoimalaitosten rakentamisen ja käytön, sekä ydinpolttoaineen valmistuksen ja jätehuollon. Konserniin kuuluu 250 tytä- ja osakkuusyhtiötä, joissa on yhteensä 260 000 työntekijää. Fennovoiman laitostoimittajana ja vähemmistöosakkaana Rosatomin huomattava ydintekninen osaaminen olisi Fennovoiman käytettävissä hankkeen eri vaiheissa.

Fennovoima laatii hankkeen eri vaiheita vastaavan johtamisjärjestelmän, jonka tehtävänä on varmistaa, että ydinturvallisuutta ja säteilysuojelua pidetään ensisijaisena kaikessa toiminnassa. Johtamisjärjestelmään kootaan kaikki organisaation toiminnot yhdeksi tasapainoiseksi kokonaisuudeksi ja sen avulla varmistetaan, että Fennovoima täyttää kaikki sille asetetut tavoitteet. Johtamisjärjestelmä täyttää Suomen lainsäädännön vaatimukset, erilaisten lupapäätösten ehdot, Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeiden vaatimukset ja Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n suositukset. Järjestelmän laadinnassa huomioidaan standardien ISO 9001 (laadunhallinta), ISO 14001 (ympäristöasioiden hallinta) ja OHSAS 18001 (työturvallisuuden hallinta) vaatimukset.

Johtamisjärjestelmä toimitetaan Säteilyturvakeskukselle hyväksyttäväksi Fennovoiman rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

Fennovoima huolehtii, että sillä on käytettävissään hankkeen jokaisessa vaiheessa tarkoituksen mukainen organisaatio ja riittävä asiantuntemus ydinvoimalaitoshankkeen eteenpäin viemiseksi ja turvallisuuden varmistamiseksi. Oman henkilöstönsä lisäksi Fennovoima hyödyntää hankkeen eri vaiheissa merkittävää määrää ulkopuolista osaamista.

## 1.3 Hankkeen tarkoitus ja perustelut

Ydinvoima on taloudellinen ja tehokas tapa tuottaa sähköä. Ydinvoimalla tuotetun sähkön hinta on vakaata ja ennakoitavaa. Fennovoiman hankkeessa mukana olevat yritykset kuluttavat merkittävän määrän Suomen sähköstä. Sähköenergiakustannusten ennakoitavuus ja oma vakaahintainen sähköntuotanto tukevat Fennovoiman omistajien kilpailukykyä ja auttavat niitä toimimaan ja investoimaan Suomessa.

Vuonna 2012 Suomessa käytetystä sähköstä tuotiin maahan noin 20 prosenttia. Oman sähköntuotannon lisääminen vähentää Suomen riippuvuutta muualla tuotetusta sähköstä ja parantaa kansallista huoltovarmuutta.

Sähköntuotannon omistus on Suomessa hyvin keskittynyt. Fennovoiman hankkeen myötä suomalaisille sähkömarkkinoille tulee kymmeniä uusia omistajia, mikä lisää kilpailua hyödyttäen kaikkia sähkönkäyttäjiä.

Ydinvoima tukee Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista, sillä se on hiilidioksidipäästötön sähköntuotantomuoto. Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa, joka päivitettiin vuonna 2013, ydinvoiman lisärakentamisella on tärkeä osa kansallisten päästövähennystavoitteiden ja EU:n pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamisessa (*Työ- ja elinkeinoministeriö 2013c*).

Fennovoiman ydinvoimalaitos rakennetaan uudelle laitospaikalle Pohjois-Pohjanmaan Pyhäjoelle. Hankkeen aluetaloudelliset vaikutukset ovat merkittäviä. Laitoksen rakentaminen tuo koko Pohjois-Suomeen uutta elinvoimaa ja tarjoaa laajalti työmahdollisuuksia suomalaisille yrityksille. Hanke synnyttää uutta, pitkäjänteistä teollista toimintaa ja vakauttaa alueen taloutta niin ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheessa kuin laitoksen ollessa käytössä.

## 1.4 Arvioitavat vaihtoehdot

### 1.4.1 Toteutusvaihtoehto

Toteutusvaihtoehtona arvioidaan sähköteholtaan noin 1 200 megawatin ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset. Laitos sijoittuu Pyhäjoen Hanhikiven niemelle. Ydinvoimalaitos koostuu yhdestä ydinvoimalaitosyksiköstä, joka on tyyppiltään painevesireaktori.

Hankkeeseen kuuluvat ydinvoimalaitoksen lisäksi laitosalueella tapahtuva, käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi, sekä matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen käsittely, varastointi ja loppusijoitus. Samoin hankkeeseen kuuluvat:

- jäähdytysveden otto- ja purkujärjestelyt
- käyttöveden hankinta- ja käsittelyjärjestelmät
- jätevesien käsittelyjärjestelmät
- teiden, siltojen ja penkereiden rakentaminen ja
- satama-alueen ja -laiturin sekä meriväylän rakentaminen laivakuljetuksia varten.



Lisäksi selostuksessa kuvataan ydinpolttoaineen hankintaketjua, käytetyn polttoaineen loppusijoitusta ja voimalaitoksen käytöstäpoistoa. Kahden jälkimmäisen osalta toteutetaan aikanaan oma YVA-menettely. Myös voimajohtoliitynnälle toteutetaan oma YVA-menettely.

#### 1.4.2 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehtona arvioidaan Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen toteuttamatta jättämistä. Nollavaihtoehtossa ydinvoimalaitoksen tuotantoa vastaava sähköenergia tuotetaan enimmäkseen fossiilisiin polttoaineisiin pohjautuvalla sähkön erillistuotannolla Suomessa, muissa Pohjoismaissa ja Manner-Euroopassa.

#### 1.4.3 Aiemmin arvioidut vaihtoehdot

Vuonna 2008 tehdyssä YVA-selostuksessa tarkasteltiin neljää vaihtoehtoista sijoituspaikkaa ydinvoimalaitokselle: Pyhäjoki (Hanhikivi), Ruotsinpyhtää (Kampuslandet ja Gäddbergsö) ja Simo (Karsikko). Voimalaitosvaihtoehtoina tarkasteltiin sähköteholtaan yhdestä ydinvoimalaitosyksiköstä koostuvaa sähköteholtaan 1 500–1 800 MW:n laitosta ja kahdesta ydinvoimalaitosyksiköstä koostuvaa sähköteholtaan yhteensä 2 000–2 500 MW:n suuruista laitosta.

Vuonna 2008 laaditussa YVA-selostuksessa tarkasteltiin ydinvoimalaitoksen rakentamisen vaiheita ja toimintoja ja niiden ympäristövaikutuksia. Käytön aikaisten vaikutusten osalta tarkasteltiin erikseen jäähdytys- ja jätevesien vaikutuksia, jätehuoltoa, kuljetuksia ja työmatkaliikennettä, poikkeus- ja onnettomuusilanteita, yhteisvaikutuksia muiden tiedossa olevien hankkeiden kanssa sekä Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia. Lisäksi selostuksessa kuvattiin ydinpolttoaineen hankintaketjua, käytetyn polttoaineen loppusijoitusta ja voimalaitoksen käytöstäpoistoa. Monipuolisten selvitysten perusteella Fennovoima valitsi ydinvoimalaitospaikaksi Pyhäjoen Hanhikiven vuonna 2011.

Taulukossa 1-1 on esitetty tässä YVA-selostuksessa tarkasteltavan noin 1 200 MW:n laitoksen tärkeimpien ominaisuuksien vertailu vuoden 2008 YVAssa arvioituun noin



Kuva 1-2. Pyhäjoen kunnan sijainti.

1 800 MW:n laitokseen. Noin 1 200 MW:n laitoksen tiedot tarkentuvat vielä suunnittelun edetessä.

### 1.5 Sijainti ja maankäyttötarve

Fennovoiman ydinvoimalaitoksen sijoituspaikka on Pyhäjoella Hanhikiven niemellä (Kuva 1-2). Pyhäjoen kunta sijaitsee Pohjanlahden rannikolla, Raahen ja Kalajoen kuntien välissä Pohjois-Pohjanmaan maakunnan lounaisosassa. Ouluun ja Kokkolaan on Pyhäjoelta matkaa noin 100 kilometriä.

Taulukko 1-1. Noin 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksen ominaisuuksien vertailu vuonna 2008 laaditussa YVAssa arvioituun 1 800 MW:n ydinvoimalaitokseen.

Selite	Noin 1 200 MW:n ydinvoimalaitos	Noin 1 800 MW:n ydinvoimalaitos
Laitostyyppi	Painevesireaktori	Painevesireaktori
Sähköteho	noin 1 200 MW	noin 1 800 MW
Lämpöteho	noin 3 200 MW	noin 4 900 MW
Hyötysuhde	noin 37 %	noin 37 %
Polttoaine	Uraanidioksidi UO <sub>2</sub>	Uraanidioksidi UO <sub>2</sub>
Vesistöön johdettava lämpöteho	noin 2 000 MW	noin 3 100 MW
Vuosittainen energiantuotanto	noin 9 TWh	noin 14 TWh
Jäähdytysveden tarve	noin 40-45 m <sup>3</sup> /s	noin 65 m <sup>3</sup> /s
Polttoaineen käyttö	20-30 t/v	30-50 t/v



**Kuva 1-3.** Fennovoiman hallinnassa olevat alueet Hanhikiven niemellä. Hallinnassa olevat alueet on osoitettu vihreällä värillä.

Hanhikiven laitospaikka sijaitsee Pyhäjoen kunnan pohjoisosassa Hanhikiven niemellä vajaan seitsemän kilometrin etäisyydellä kunnan keskustasta. Hanhikiven niemen koillisosa ulottuu Raahen kaupungin alueelle siten, että etäisyys Raahen keskustasta on noin 20 kilometriä. Sijointipaikalla ei ole ennestään teollista toimintaa.

Säteilyturvakeskus (STUK) on 19.10.2009 tehnyt alustavan turvallisuusarvion Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeesta periaatepäätöshakemuksen käsittelyn yhteydessä. Osana turvallisuusarviota Säteilyturvakeskus on arvioinut myös Pyhäjoen Hanhikiven laitospaikan soveltuvuutta. Säteilyturvakeskuksen lausunnon mukaan sijaintipaikan olosuhteissa ei ole sellaisia piirteitä, jotka olisivat esteenä uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiselle turvallisuusvaatimusten mukaisesti tai turva- ja valmiusjärjestelyjen toteuttamiselle. Fennovoima on toimitanut Säteilyturvakeskukselle syksyllä 2013 laitospaikkaa koskevan raportin, jossa kuvataan laitospaikalla tapahtunutta kehitystä ja mahdollisia muuttuneita tietoja sekä esitetään laitospaikan turvallisuuden kannalta oleelliset tutkimukset. Raportti liittyy laitosvaihtoehdon turvallisuusarviointiin ja siinä todetaan, että vuonna 2009 periaatepäätöshakemuksessa esitetyt laitospaikkaa koskevat tiedot ovat edelleen pääosin ajan tasalla ja voimassa.

Ydinvoimalaitoksen rakennuksia varten tarvitaan vähintään 50 hehtaarin maa-alue. Ydinvoimalaitoksen tarvitsemat toiminnot ja tilatarpeet on otettu huomioon ydinvoimalaitosta varten laadituissa kaavoissa ja maankäyttösuunnitelmissa. Ydinvoimalaitoksen vaatima kaavoitus on lainvoimainen kaikilla kolmella kaavatasolla: maakunta-, yleis- ja asemakaava. Hanhikiven niemen kaavoitustilanteesta on kerrottu tarkemmin luvussa 7.2.

Ydinvoimalaitosta suunnitellaan rakennettavaksi Hanhikiven niemen keski- ja pohjoisosaan. Alueesta suurin osa on Fennovoiman hallinnassa. Maa- ja vesialueita on hallinnassa

tällä hetkellä yhteensä noin 366 hehtaaria (Kuva 1-3). Yhtiö hallitsee alueita joko suoraan omistajana, kiinteistökaupan esisopimuksilla tai vuokrasopimuksilla. Alueiden vuokraukset on tehty sopimuksella, joka sisältää sitovan esisopimuksen alueen osto-oikeudesta.

Fennovoima jatkaa alueiden hankintaa Hanhikiven niemellä tavoitteenaan saada omistukseensa kaikki ydinvoimalaitosta ja sen tukitoimintoja varten asemakaavoitetut alueet. Alueiden hankinta jatkuu ensisijaisesti vapaaehtoisin sopimuksin, mutta Fennovoima on myös hakenut valtioneuvostolta kiinteän omaisuuden ja erityisten oikeuksien lunastuksesta annettuun lakiin (603/1977) perustuvaa lunastuslupaa toukokuussa 2012. Lunastuslupahakemus koskee neljän eri tilan alueita, yhteensä noin 108 hehtaarin maa- ja vesialueita. Noin 107 hehtaaria lunastuslupahakemuksen mukaisesta alueesta on yhden jakokunnan omistamaa vesi- ja maa-alueita.

## 1.6 Hankkeen aikataulu

Ydinvoimalaitoksen rakentamisajan on arvioitu olevan noin 6 vuotta, mutta ennen laitoksen rakennustöiden alkamista rakennetaan tarvittava infrastruktuuri sekä toteutetaan tarvittavat maa- ja vesistö rakentamisen työt. Niiden on suunniteltu alkavan vuonna 2015. Tavoitteena on, että ydinvoimalaitos käynnistyisi vuonna 2024, kuten joulukuussa 2013 allekirjoitetussa toimitussopimuksessa on sovittu.

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen aloittaminen edellyttää, että valtioneuvosto on myöntänyt Fennovoimalle ydinenergialain mukaisen rakentamisluvan.

Ennen ydinvoimalaitoksen tuotannon käynnistämistä Fennovoima hakee laitokselle ydinenergialain mukaista käyttölupaa, ympäristölupaa ja muita tarvittavia lupia.

## 1.7 Liittyminen muihin hankkeisiin

### 1.7.1 Voimansiirtojärjestelmä

Hankkeeseen liittyy sähkön siirtoyhteyksien rakentaminen voimalaitokselta kantaverkkoon eli koko maan kattavaan sähkön suurjännitteiseen siirtoverkkoon. Fennovoima vastaa voimalaitoksen liityntäjohtojen rakentamisesta ja kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj (Fingrid) puolestaan kantaverkossa tarvittavista verkkovahvistuksista. Voimalaitoksen verkkoliityntää varten on alustavasti arvioitu tarvittavan kaksi 400 kilovoltin voimajohtoa ja kaksi 110 kilovoltin voimajohtoa.

Voimajohtojen rakentamisen ja käytönaikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä, jonka odotetaan käynnistyvän vuonna 2014. Fingrid on esiselvittänyt ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämistä ja kantaverkossa tarvittavia vahvistuksia. Tarvittavat uudet voimajohdot on huomioitu Pohjois-Pohjanmaan maankäytönsuunnittelua ohjaavassa maakuntakaavatyössä. Toteutettavaan verkkoratkaisuun vaikuttavat laitoksen koko ja laitoksen tekniset ominaisuudet.

Uusi ydinvoimalaitos saattaa edellyttää myös valtakunnallisen varatehotarpeen lisäämistä.

### 1.7.2 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus

Hankkeeseen liittyy voimalaitoksen toiminnasta syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ydinenergialain vaatimusten mukaisesti Suomeen. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus edellyttää YVA-menettelyä ja valtioneuvoston periaatepäätöstä.

Käytetyn ydinpolttoaineen huollon osalta Fennovoiman ensisijaisena suunnitelmana on liittyä osaksi Suomessa toiminnassa olevien ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta. Työ- ja elinkeinoministeriö asetti maaliskuussa 2012 työryhmän ohjaamaan voimayhtiöiden yhteistä selvitystä ydinpolttoaineen loppusijoituksen vaihtoehtoista. Ministeriö julkaisi tammikuussa 2013 työryhmän loppuraportin, jonka keskeinen suositus oli, että loppusijoituksessa on tarkoituksenmukaista ja kustannustehokasta pyrkiä optimoituihin ratkaisuihin ja hyödyntää alalle Posiva Oy:n hankkeen myötä kehittyneitä osaamista ja kokemuksia.

Fennovoiman periaatepäätös edellyttää, että Fennovoiman on viimeistään 30.6.2016 esitettävä työ- ja elinkeinoministeriölle joko sopimus periaatepäätöshakemuksessa esitetyn kaltaisesta yhteistyöstä nykyisten ydinjätehuoltovelvollisten kanssa tai Fennovoiman omaa käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitosta koskeva ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Työ- ja elinkeinoministeriön ydinjäte-työryhmän loppuraportissa on lisäksi täsmennetty, että Fennovoiman on esitettävä rakentamislupahakemuksen yhteydessä loppusijoitushankkeensa osalta, että sillä on käytettävissä suunnitelmien toteuttamiseksi tarvittavat teknologiset menetelmät.

### 1.7.3 Ydinvoimalaitoshankkeet Suomessa

Valtioneuvosto antoi toukokuussa 2010 periaatepäätöksen Fennovoiman lisäksi Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) Olkiluodon yksikön laajentamisesta neljännellä yksiköllä. Olkiluotoon suunniteltu neljäs ydinvoimalaitosyksikkö on sähköteholtaan 1 000-1 800 MW.

# 2

## YVA-menettely, viestintä ja osallistuminen



## 2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoitteet

YVA-menettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja ympäristövaikutusten yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja mahdollisuuksia osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita.

Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama, ympäristövaikutusten arviointia koskeva direktiivi (85/337/ETY) on Suomessa pantu täytäntöön lailla ympäristövaikutusten arvioinnista eli YVA-lailla (468/1994) ja YVA-asetuksella (713/2006). Niillä on pantu täytäntöön myös Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomissiossa (ECE) hyväksytty yleissopimus valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista.

YVA-lain (468/1994) 4 § 1. momentin mukaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä on sovellettava hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joista Suomea velvoittavan kansainvälisen sopimuksen täytäntöönpano edellyttää arviointia tai joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia.

Valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista on sovittu niin sanotussa Espoon sopimuksessa (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context). Suomi ratifioi tämän YK:n Euroopan talouskomission yleissopimuksen (67/1997) vuonna 1995. Sopimus astui voimaan vuonna 1997. Lisäksi Suomella ja Virolla on keskinäinen sopimus (51/2002) rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista. Ydinvoimalaitos kuuluu Espoon sopimuksen mukaisiin hankkeisiin, joissa kansainvälinen kuuleminen tulee toteuttaa.

Ydinenergialaissa tarkoitettuja ydinlaitoksia koskevilla hankkeilla YVA-menettelyn yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).

## 2.2 YVA-menettelyn päävaiheet

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

### 2.2.1 Arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ensimmäisessä vaiheessa on laadittu YVA-ohjelma. Arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta sekä suunnitelma (työ-ohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Arviointiohjelmassa on lisäksi esitetty

perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehdoista sekä suunnitelma tiedottamisesta hankkeen aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

Hankkeesta vastaava toimitti YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle 17.9.2013. Yhteysviranomaisena kuulutti YVA-ohjelman nähtävillä olosta muun muassa paikallisissa sanomalehdissä sekä internet-sivuillaan. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 30.9.2013–13.11.2013. Työ- ja elinkeinoministeriö kokosi annetut mielipiteet ja lausunnot yhteen ja antoi oman lausuntonsa ohjelmasta 13.12.2013.

### 2.2.2 Arviointiselostus

YVA-ohjelman sekä siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta laaditun arviointityön tulokset on koottu tähän YVA-selostukseen. Selostuksessa on esitetty:

- ympäristön nykytilan kuvaus,
- arvioitavat vaihtoehdot,
- hankevaihtoehdon ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys,
- hankkeen vaihtoehtojen vertailu sekä vertailu noin 1 800 megawatin laitokseen vuoden 2008 YVAN tulosten perusteella
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot,
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi,
- kuvaus vuorovaikutuksen ja osallistumisen järjestämisestä YVA-menettelyn aikana,
- kuvaus yhteysviranomaisen YVA-ohjelmasta antaman lausunnon huomioimisesta arviointiselostuksen laadinnassa.

Kansalaisilla ja eri sidosryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteitä ja antaa lausuntoja YVA-selostuksesta työ- ja elinkeinoministeriön ilmoittamana nähtävilläolonaikana. Yhteysviranomaisena kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. YVA-menettely päättyy kun yhteysviranomaisena antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

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

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet on esitetty kuvassa 2-1.

## 2.3 Kansainvälinen kuuleminen

Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeeseen sovelletaan Espoon sopimuksen mukaista valtioiden välistä arviointimenettelyä. Sopimuksen osapuolilla on oikeus osallistua Suomessa tehtävään ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli arvioitavan hankkeen haitalliset ympäristövaikutukset saattavat kohdistua kyseiseen valtioon. Vastaavasti Suomella on oikeus osallistua toisen valtion alueella sijaitse-

van hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn, mikäli hankkeen vaikutukset saattavat kohdistua Suomeen.

YVA-menettelyyn osallistuvat kohdevaltiot laittoivat YVA-ohjelman ja -selostuksen julkisesti nähtäville mahdollisia lausuntoja ja mielipiteitä varten. Samoin YVA-selostus laitetaan nähtäville. Nähtävilläoloaikana järjestetään mahdollisesti kuulemistilaisuuksia. Kansainvälisessä kuulemisessa toimivaltaisena viranomaisena toimii ympäristöministeriö (YM). Ympäristöministeriö keräsi YVA-ohjelmasta saadut lausunnot ja mielipiteet ja välitti tiedot yhteysviranomaiselle huomioitavaksi yhteysviranomaisen lausunnossa YVA-ohjelmasta. YVA-selostuksen osalta toimitaan samoin (Kuva 2-1).

## 2.4 YVA-menettelyn ja kansainvälisen kuulemisen aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty kuvassa 2-2. Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu elokuussa 2013 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyi, kun YVA-oh-

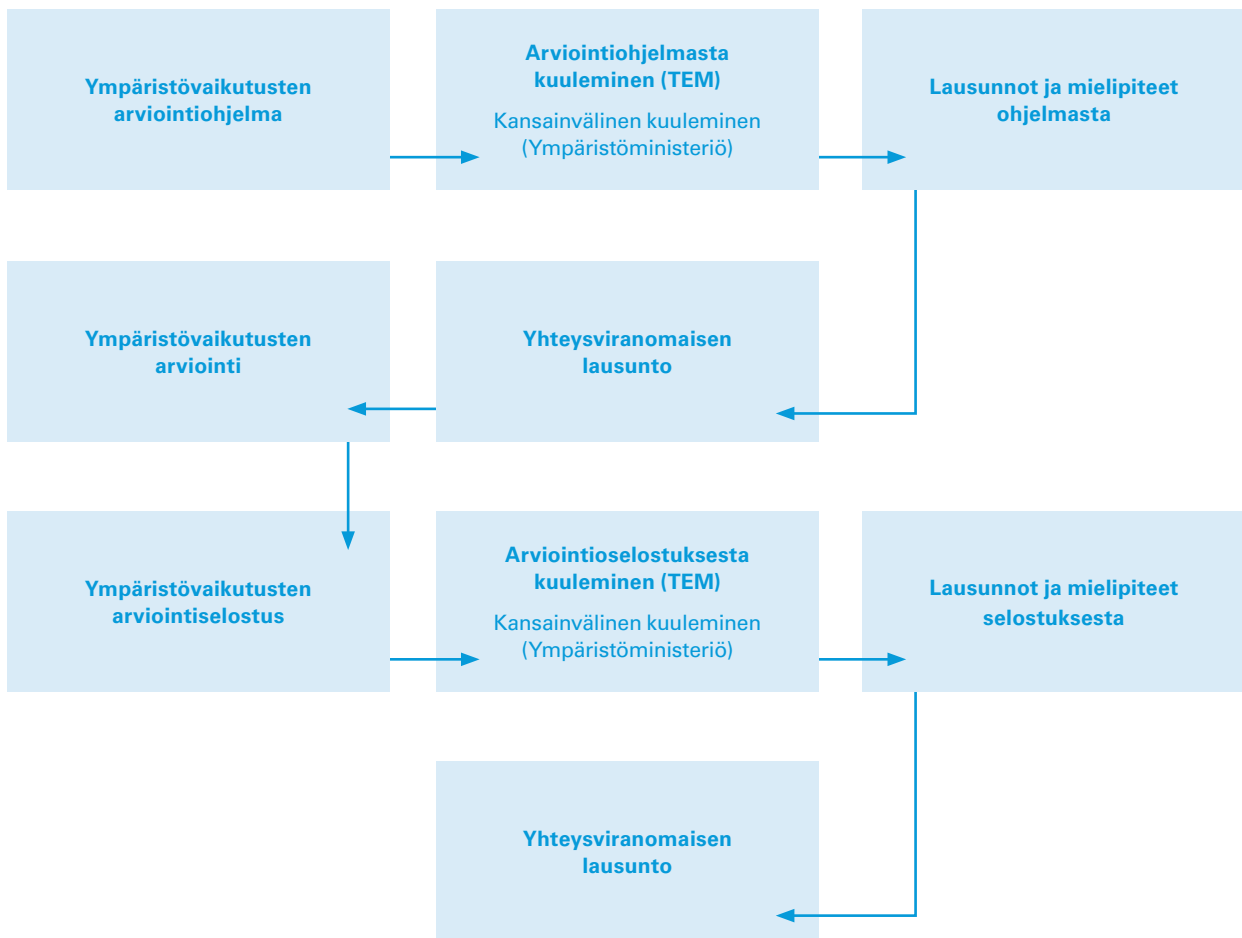
jelma jätettiin yhteysviranomaiselle syyskuussa 2013. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehtiin vuoden 2013 syyskuun ja vuoden 2014 helmikuun välisenä aikana. YVA-selostus jätettiin yhteysviranomaiselle helmikuussa 2014. YVA-menettely päättyi yhteysviranomaisen lausuntoon kesäkuussa 2014.

Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen YVA-ohjelmasta alkoi samanaikaisesti kuin YVA-ohjelman kuuleminen Suomessa ja se kesti 60 päivää. YVA-selostuksen kansainvälinen kuuleminen toteutetaan vastaavasti.

## 2.5 YVA-menettelyn osapuolet

Hankkeesta vastaavana toimii Fennovoima Oy sekä yhteysviranomaisena työ- ja elinkeinoministeriö. Kansainvälisen kuulemisen menettelyä koordinoi ympäristöministeriö.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laatimisesta on vastannut konsulttityönä Pöyry Finland Oy. Ohjelman ja selostuksen laadintaan ovat osallistuneet Sito Oy, Suomen YVA Oy, Brenk Systemplanung GmbH ja useat Fennovoiman asiantuntijat. Arviointityöstä on vastannut joukko eri osa-alueiden asiantuntijoita. Seuraa-



Kuva 2-1. YVA-menettelyn vaiheet.

Työn vaihe	2013					2014						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
<b>YVA-ohjelma</b>												
Arviointiohjelman laatiminen	■											
Arviointiohjelma viranomaiselle		■										
Arviointiohjelma nähtävillä			■									
Yhteysviranomaisen lausunto					■							
<b>YVA-selostus</b>												
Arviointiselostuksen laatiminen			■									
Arviointiselostus yhteysviranomaiselle							■					
Arviointiselostus nähtävillä								■				
Yhteysviranomaisen lausunto											■	
<b>Osallistuminen ja vuorovaikutus</b>												
Yleisötilaisuudet			■					■				
<b>Espoon sopimuksen mukainen kuuleminen</b>												
YM ilmoittaa YVA-ohjelmasta		■										
Kansainvälinen kuuleminen			■									
YM pyytää lausuntoja YVA-selostuksesta							■					
Kansainvälinen kuuleminen								■				

**Kuva 2-2.** YVA-menettelyn ja kansainvälisen kuulemisen suunniteltu aikataulu.

vassa on esitetty arviointityöhön osallistuneet asiantuntijat vastuualueineen:

- DI Minna Jokinen, projektipäällikkö (Pöyry)
- MMM Anna-Katri Räihä, projektkoordinaattori (Pöyry)
- FM Ville Koskimäki sekä FM & YTL Kalle Reinikainen, ihmisiin kohdistuvat vaikutukset (Pöyry)
- DI Carlo di Napoli, meluvaikutukset (Pöyry)
- FM Soile Turkulainen, luontovaikutukset (Pöyry)
- FM Eero Taskila, kalatalousvaikutukset (Pöyry)
- Maisema-arkkitehti Mariikka Manninen vaikutukset maankäyttöön, yhdyskuntarakenteeseen ja kulttuuriympäristöön sekä maisemaan (Pöyry)
- FM Riku Hakoniemi, vaikutukset maaperään, kallioperään ja pohjavesiin (Pöyry)
- DI Minna Jokinen, vaikutukset ilmanlaatuun (Pöyry)
- MMM Anna-Katri Räihä, liikennevaikutukset (Pöyry)
- DI Henni Simpanen, jätteiden ja niiden käsittelyn vaikutukset, radioaktiivisten päästöjen vaikutukset (Pöyry)
- DI Pekka Saijonmaa, vaikutukset energiamarkkinoihin (Pöyry)
- FM Lauri Erävuori ja FM Merilin Pienimäki, vesistövaikutukset (Sito Oy)
- DI Hannu Lauri, jäähdytysvesimallinnus (Suomen YVA Oy)
- Dr Olaf Nitzsche ja Dr Ralf Kunz, vakavan ydinonnettomuuden mallinnus (Brenk Systemplanung GmbH)
- DI, KTM Janne Liuko, DI Ilkka Männistö ja TKT Leena Torpo, poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset (Fennovoima)

Tärkeässä osassa YVA-menettelyssä ovat kansalaiset ja viranomaiset, jotka vaikuttavat YVA-menettelyn kulkuun muun muassa antamalla lausuntoja ja mielipiteitä. Tämän hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvat tahot on esitetty kuvassa 2-3.

## 2.6 Viestintä ja osallistuminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Vuoropuhelun yhtenä keskeisimmistä tavoitteista on ollut eri osapuolten näkemysten kokoaminen ja hyödyntäminen YVA-menettelyn aikana.

### 2.6.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet

Työ- ja elinkeinoministeriö järjesti YVA-ohjelmasta kaikille avoimen tiedotus- ja keskustelutilaisuuden Pyhäjoella 17.10.2013. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli mahdollisuus esittää näkemyksiään ja kysyä hankkeesta ja YVA-menettelystä. Tilaisuuteen osallistui noin 40 henkilöä. Yleisötilaisuudessa esiin nousivat erityisesti hankkeen talous- ja työllisyysvaikutukset, ydinvoimalaitoksen terveysvaikutukset ja turvallisuus sekä hankkeen etenemiseen liittyvät asiat.

tukset, ydinvoimalaitoksen terveysvaikutukset ja turvallisuus sekä hankkeen etenemiseen liittyvät asiat.

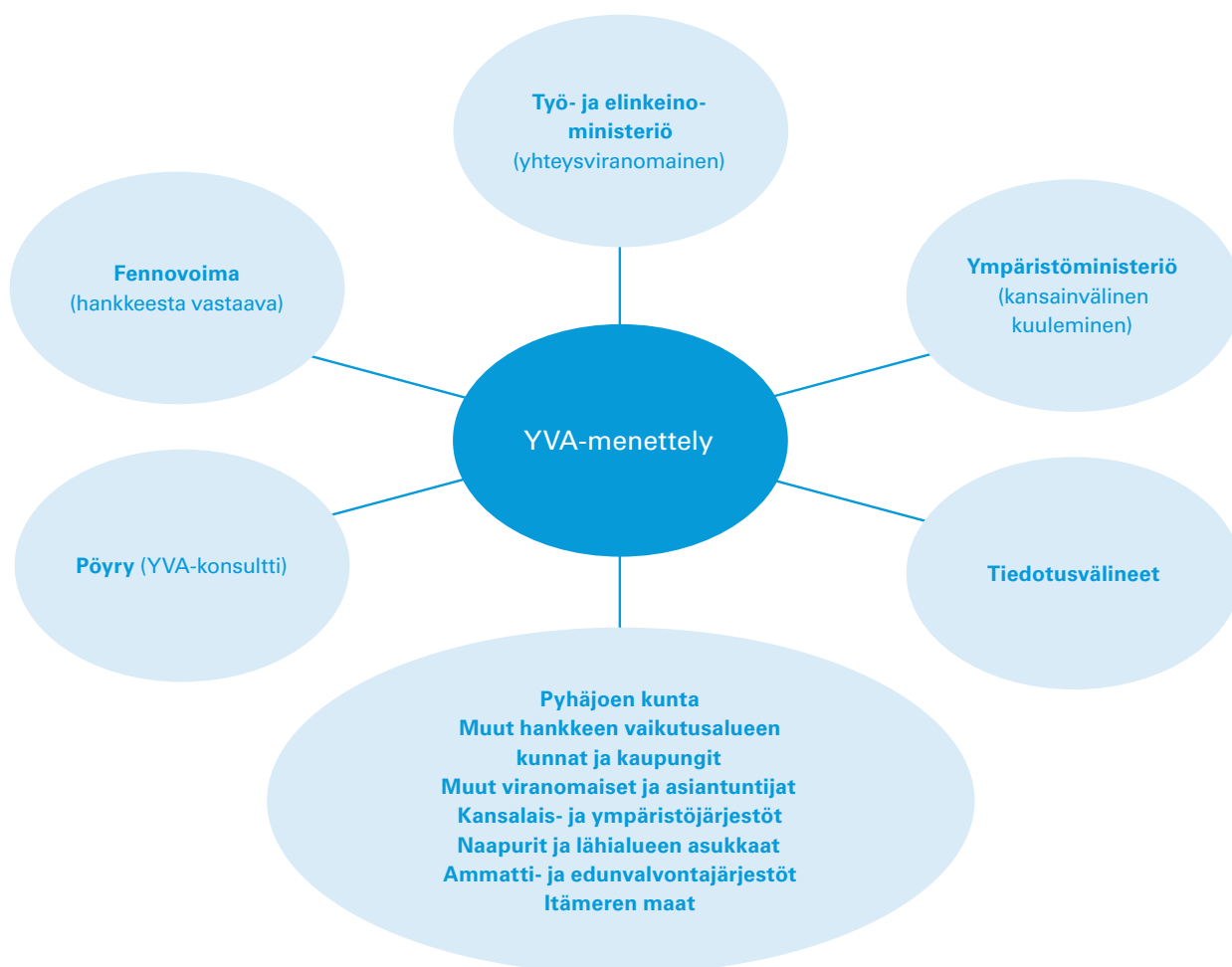
Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään maaliskuussa 2014. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä. Tilaisuudesta tiedotetaan tarkemmin alueen lehdissä sekä yhteysviranomaisen internet-sivuilla.

### 2.6.2 Asukaskysely ja sidosryhmähaastattelut

Ympäristövaikutusten arviointiin sisältyvän sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhtenä osana tehtiin asukaskysely sijaintialueen lähiympäristön vakituksille ja loma-asukkaille. Asukaskyselyllä selvitettiin lähiympäristön asukkaiden suhtautumista hankkeeseen sekä heidän näkemyksiään hankkeen ympäristövaikutuksista.

Lisäksi järjestettiin kolme sidosryhmähaastattelua, joissa keskusteltiin ydinvoimahankkeesta ja sen aiheuttamista myönteisistä ja kielteisistä sosiaalisista vaikutuksista.

Asukaskyselyn ja sidosryhmähaastatteluiden kuvaus ja tulokset on esitetty luvussa 7.10.



Kuva 2-3. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.



### 2.6.3 Muu viestintä

YVA-ohjelma ja -selostus julkaistaan työ- ja elinkeinoministeriön internetsivustolla ([www.tem.fi](http://www.tem.fi) > Energia > Ydinenergia > Uusien ydinvoimahankkeiden YVA). Dokumentit ovat myös saatavilla Fennovoiman internetsivustolla, jonka YVA-osiossa on myös muuta tietoa hankkeesta. Asiakirjat ovat lisäksi saatavilla Fennovoiman Pyhäjoen toimistolla.

## 2.7 Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 13.12.2013 (liite 1). Lausunnossaan työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Fennovoiman ympäristövaikutusten arviointiohjelma kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla.

Taulukossa 2-1 on esitetty ne asiat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tuli kiinnittää huomiota vaikutusten arviointiselvitysten tekemisessä ja arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukon oikean puoleisessa sarakkeessa on esitetty, miten yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon arviointiselostuksessa.

## 2.8 Lausunnot ja mielipiteet arviointiohjelmasta

Yhteysviranomainen pyysi ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta lausunnot seuraavilta tahoilta: ympäristöministeriö, ulkoasiainministeriö, sisäasiainministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, puolustusministeriö, valtiovarainministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Säteilyturvakeskus, Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Turvallisuus ja kemikaalivirasto, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Energiategollisuus ry ET, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Akava ry, Suomen Ammatti-liittojen Keskusjärjestö SAK ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Suomen Yrittäjät ry, WWF, Greenpeace, Suomen Luonnonsuojeluliitto ry, Museovirasto, Fingrid Oyj, Posiva Oy ja Jokilaaksojen pelastuslaitos sekä seuraavat kunnat: Pyhäjoki,

Raahe, Alavieska, Merijärvi, Siikajoki, Oulainen, Kalajoki.

Työ- ja elinkeinoministeriö ei saanut vastausta seuraavista organisaatioista: ulkoasiainministeriö, Suomen ympäristökeskus, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Suomen Yrittäjät ry ja WWF sekä seuraavat kunnat: Raahe ja Alavieska.

Valtioiden välisessä Espoon sopimuksen mukaisessa arviointimenettelyssä ympäristöministeriö ilmoitti hankkeesta seuraaville muiden maiden viranomaisille: Swedish Environmental Protection Agency (Ruotsi), Ministry of Environment (Tanska), Ministry of Environment (Norja), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Saksa), Ministry of Environment (Puola), Ministry of Environment (Liettua), Ministry of Environment (Latvia), Ministry of Environment (Viro), Ministry of Natural Resources (Venäjä) ja Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (Itävalta).

Ruotsi, Tanska, Norja, Puola, Saksa (Schleswig-Holsteinin ja Niedersachsenin osavaltiot), Latvia, Venäjä, Viro ja Itävalta osallistuvat YVA-menettelyyn ja ovat antaneet lausuntonsa YVA-ohjelmasta. Liettua ei osallistu menettelyyn, mutta se haluaa Suomelta hankkeen YVA-selostuksen sekä mahdollisen rakentamisluvan.

Lisäksi yhteysviranomainen sai muita lausuntoja tai mielipiteitä yhteensä 24 kappaletta. Kotimaisia järjestöjä näistä oli neljä ja yksityishenkilöiltä saatiin 20 lausuntoa tai mielipidettä. Muista maista lausuntoja tai mielipiteitä antoivat kaksi järjestöä sekä viisi yksityishenkilöä.

Yhteysviranomaisen lausunnossa todettiin, että muiden tahojen lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin asioihin on syytä kiinnittää huomiota siltä osin kuin on tarpeen YVA-selostuksen tekemisessä ja esille tulleisiin kysymyksiin on vastattava huomioiden YVA-lain ja -asetuksen vaatimukset YVA-selostuksen sisällölle. Kansainvälisen kuulemisen osalta yhteysviranomainen edellytti, että lausunnoissa esille tulleisiin asioihin vastataan YVA-selostuksen englanninkielisessä versiossa.

Taulukoihin 2-2, 2-3, 2-4 ja 2-5 on koottu yhteysviranomaiselle toimitettujen kotimaisten ja ulkomaisten lausuntojen ja mielipiteiden keskeinen sisältö sekä esitetty niiden käsittely YVA-selostuksessa. Joihinkin kysymyksiin on vastattu taulukoiden teksteissä.

**Taulukko 2-1.** Yhteysviranomaisen lausunnon käsittely YVA-selostuksessa.

Yhteysviranomaisen lausunto	Käsittely YVA-selostuksessa
<p>Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Fennovoiman ympäristövaikutusten arviointiohjelma kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla. Annetuissa lausunnoissa ohjelmaa on pidetty pääosin asianmukaisena ja kattavana. Ministeriö toteaa, että arviointiohjelmaa on kuitenkin tarkastettava ja ympäristövaikutusten arviointiselostus laadittava siten, että kaikki tässä luvussa esitetyt yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat huomioidaan asianmukaisesti.</p> <p>Lisäksi lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty muitakin kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin hankkeesta vastaavan on syytä kiinnittää huomiota siltä osin kun on tarpeen YVA-selostuksen tekemiseen. Arviointiselostuksessa hankkeesta vastaavan on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava esille tulleisiin kysymyksiin huomioiden YVA-lain ja -asetuksen vaatimukset YVA-selostuksen sisällölle.</p>	<p>Yhteysviranomaisen lausunnon on koottu lausunnot ja mielipiteet luvun 2.8 taulukoihin sekä esitetty vastaukset niihin.</p>
<p>Lausunnoissa ja mielipiteissä YVA-ohjelmasta selkeästi osoitetut puutteet tai virheelliset tiedot on korjattava. Ministeriö esittää, että hankkeesta vastaava liittyy YVA-selostukseen taulukon, jossa on eritelty yhteysviranomaisen esille tuomat asiat, hankkeesta vastaavan vastine niihin ja mahdollinen viittaus kyseiseen YVA-selostuksen kohtaan.</p>	<p>Yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon tätä YVA-selostusta laadittaessa. Lausunnon esille tuotuihin asioihin on esitetty vastine tässä taulukossa 2.1 sekä luvussa 2.8 esitetyissä taulukoissa ja tarpeen mukaan viittaus YVA-selostuksen lukuun, jossa kyseessä oleva asia on käsitelty.</p>
<p>Kansainvälisessä arvioinnissa esitettyihin kysymyksiin on lisäksi vastattava YVA-selostuksen englanninkielisessä versiossa. Maiden omille kielille käännettävän materiaalin tulee olla riittävä ja sen tulee sisältää Espoon sopimuksen liitteen II tiedot. Arviointiselostukseen tulee liittää omana kappaleena kuvaus valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista. Materiaalista tulee käydä ilmi, miten Espoon sopimuksen puitteissa YVA-menettelyyn osallistuvien maiden kommentit on otettu huomioon. Naapurimaa Ruotsin eri organisaatioiden lausuntoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota.</p>	<p>Englanninkielisen YVA-selostuksen liitteessä 2 on esitetty vastaukset kansainvälisessä kuulemisessa esitettyihin kysymyksiin. Erillisiin kommentteihin on vastattu myös luvun 2.8 taulukoissa.</p> <p>Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset on esitetty luvussa 7.14.</p>
<p>Ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee hankkeen eri toteutusvaihtoehtoja vertailla mahdollisimman monipuolisesti ja vertailu on esitettävä YVA-selostuksessa.</p>	<p>Hankkeessa arvioitavat vaihtoehdot on kuvattu luvussa 1.4 mukaan lukien nollavaihtoehto sekä vuonna 2008 arvioidut vaihtoehdot. Hankkeen ja vuoden 2008 YVAssa tarkastellun 1800 MW laitoksen ominaisuuksien ja ympäristövaikutusten vertailu on esitetty luvussa 8, samoin kuin hankkeen toteuttamatta jättäminen.</p>
<b>Hankekuvaus ja vaihtoehdot</b>	
<p>Ministeriö edellyttää, että arviointiselostukseen tulee sisällyttää valitun laitostyyppin syventävä tekninen erittely. Samoin on esitettävä tämän tyyppin ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelun perusteet radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten osalta sekä arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista.</p>	<p>Valitun laitostyyppin tekninen kuvaus on esitetty luvussa 3.2.1. Turvallisuussuunnittelun perusteet on kuvattu luvussa 4 ja samalla esitetty voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täytyminen.</p>
<p>Useissa lausunnoissa ja mielipiteissä on kiinnitetty huomiota asutuksen sijoittumiseen alueella. Ministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa on havainnollisesti kuvattava asutuksen sijoittuminen voimalaitosta ympäröivällä alueella sekä esitettävä kuvaus suojavyöhykkeestä sekä sen vaikutuksesta asukkaisiin. Myös mahdolliset evakuoimistoimet on kuvattava yleispiirteisesti. Edelleen on kuvattava käynnissä olevat eräiden maa-alueiden lunastusmenettelyt ja mahdolliset avoinna olevat kaava-asiat.</p>	<p>Hankealueen ympäristön asutuksen sijoittuminen on esitetty luvussa 7.10.1. Suojavyöhykkeitä, vaikutuksia asukkaisiin ja mahdollisia evakuoimistoimia on tarkasteltu luvussa 4.5.3 ja luvussa 7.13.</p> <p>Maa-alueiden lunastusmenettely on kuvattu luvussa 1.5. Hankkeen edellyttämä kaavoitus on esitetty luvussa 7.2.</p>

Yhteisviranomaisen lausunto	Käsittely YVA-selostuksessa
<p>Arviointiohjelmassa esitellään lyhyesti ns. nollavaihtoehto, jossa todetaan, että Suomen kasvava sähkön tarve katettaisiin tuonnin lisäämisellä tai muiden toimijoiden voimalaitoshankkeilla.</p> <p>Useissa lausunnoissa on kuitenkin esitetty edellä mainitun lisäksi tarkasteltavaksi myös energiansäästöä ja energian käytön tehostamista sekä muita sähköntuotantovaihtoehtoja. Ministeriö toteaa, että hankkeesta vastaava on pelkästään osakkaille sähköä tuottava yritys. Tällöin sillä ei ole itsellään mahdollisuutta merkittäviin säästö- tai käytön tehostamistoimiin. Ministeriö katsoo, että arviointiselostuksessa voitaisiin arvioida lyhyesti hakijan omistajien omia energiansäästötoimia ja käytön tehostamistoimia.</p>	<p>Fennovoiman suunnitellun ydinvoimalaitoksen energiatehokkuutta on kuvattu luvussa 3.4.2.</p> <p>Fennovoiman osakkaiden energiansäästötoimet on esitetty vuoden 2008 YVAssa. Niihin viitataan lyhyesti luvussa 7.18.4.</p>
Vaikutukset ja niiden selvittäminen	
<p>YVA-ohjelmassa esitetään, että jäähdytys- ja jätevesien sekä veden oton vaikutukset veden laatuun, biologiaan ja kalastoon, erityisesti vaelluskalakantoihin ja kalatalouteen sekä muuhun eliöstöön arvioidaan. EU:n meristrategiadirektiivin (2000/56/EY) perusteella uudistettu merensuojelulainsäädäntö on huomioitava. Maa-alueilla on kuvattava riittävässä määrin hankkeen vaikutukset eliöstöön ja esimerkiksi suojeltaviin lajeihin.</p>	<p>Vaikutukset vesistöön ja kalastoon on esitetty luvussa 7.4. Uudistettu merensuojelulainsäädäntö on otettu huomioon taulukossa 6-1 ja vesistövaikutusten arvioinnissa luvussa 7.4. Luontovaikutuksia maa-alueilla on tarkasteltu luvussa 7.6.</p>
<p>Ministeriö katsoo, että jäähdytysvesien vaikutukset ovat merkittävien normaalikäytön aikaisista ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutuksista. Tästä johtuen tehtävissä mallinuksissa tarkasteltaessa lämpenemisen ympäristövaikutuksia tulee käyttää saatavissa olevaa pohjamateriaalia laajasti hyväksi. Jäähdytysvesien laskenta tulee esittää konservatiivisesti. Laskentatulosten epävarmuudet tulee esittää havainnollisesti. Leviämislaskelmat tulee esittää havainnollisesti ja sen mallinnuksen menetelmät on kuvattava.</p>	<p>Jäähdytysvesimallinnus on tehty vuosien 2009–2013 kesätilanteisiin ja talvien 2010–2011 ja 2012–2013 tilanteisiin. Laskenta on tehty konservatiivisesti olettaen suurin mahdollinen lämpökuorma.</p> <p>Jäähdytysvesimallinnuksen perusteet ja lämpökuorman leviäminen sekä vaikutusten arviointimenetelmät ja niihin liittyvät epävarmuudet on esitetty luvussa 7.4.2.</p>
<p>Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnissa ei tule rajoittaa vain suojavyöhykkeeseen tai pelastustoiminnan varautumisalueeseen. Ministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa on esiteltävä erilaisia radioaktiivisia päästöjä aiheuttavia onnettomuustilanteita ja kuvattava havainnollistavien esimerkkien avulla vaikutusalueiden laajuutta sekä päästöjen vaikutuksia ihmisiin ja luontoon.</p>	<p>Ydinvoimalaitoksen poikkeus- ja onnettomuustilanteita ja niihin varautumista on kuvattu luvussa 4.4.</p> <p>Poikkeus- ja onnettomuustilanteita ja niiden mahdollisia vaikutuksia ihmiseen sekä luontoon on kuvattu ja havainnollistettu luvuissa 7.13 ja 7.14. Onnettomuuden vaikutusten arvioimiseksi on oletettu vakava reaktorionnettomuus ja mallinnettu päästön leviäminen, laskeuma ja väestön säteilyannos.</p> <p>Arvioinnissa on tarkasteltu erilaisia onnettomuustilanteita, joiden kesken päästön kesto (24 tuntia tai 72 tuntia) ja koko (INES 6 tai INES 7) vaihtelee.</p> <p>Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia on arvioitu myös laajasti suojavyöhykkeen ja varautumisalueen ulkopuolella.</p>

Yhteisviranomaisen lausunto	Käsittely YVA-selostuksessa
<p>Arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n luokitusjärjestelmää (INES, The International Nuclear and Radiological Event Scale) ja YVA-selostuksessa tulee esittää selkeä yhteenveto tehtyjen tarkastelujen perusteista. Myös mahdollisen vakavan onnettomuuden jälkihoitotoimien kuvaus on sisällytettävä YVA-selostukseen. Arvioinnin tulee myös käsitellä radioaktiivisten aineiden mahdollisesti aiheuttamia ympäristövaikutuksia Itämeren alueen maihin sekä Norjaan ja Itävaltaan.</p> <p>Suomessa on Valtioneuvoston asetuksessa ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013) 10 §:ssä asetettu vakavan onnettomuuden raja-arvoksi 100 TBq cesium-137 -päästölle ja tätä arvoa on käytetty lähdeterminä, jota on käytetty kuvaamaan suomalaisissa ympäristövaikutusten arvioinnissa INES 6 -luokan onnettomuutta. Useissa lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty myös INES 7 -luokan onnettomuuden sisällyttämisestä tehtäviin tarkasteluihin. TEM katsoo, että hankkeesta vastaavan on tarkoituksenmukaista esittää vertailua Suomessa käytetyn tarkastelun ja INES 7 -luokan sisältävän tarkastelun välillä.</p>	<p>Vakavan onnettomuuden ympäristövaikutuksia on tarkasteltu luvussa 7.13, jossa on myös määritelty tarkasteltujen onnettomuuksien INES-luokitus. Luvussa on esitetty onnettomuusmallinnuksen perusteet ja lähtöarvot. Jälkihoitotoimia on myös kuvattu samassa luvussa.</p> <p>Luvussa 7.14 on esitetty onnettomuustilanteen vaikutukset Norjassa ja Itävallassa sekä esimerkinomaisissa Itämeren maissa. Samassa luvussa on esitetty vertailua valtioneuvoston asetuksen raja-arvon mukaisen päästön ja INES 7-luokan onnettomuustilanteen välillä.</p>
<p>Poikkeustilanteina tulee myös tarkastella mahdollisia ilmastomuutoksen aiheuttamia ilmiöitä ja niihin varautumista (merenpinnan vaihtelut, muut poikkeukselliset sääilmiöt), joita on tarkasteltu useissa lausunnoissa. Maankohoamisen vaikutukset sekä alueella esiintyvät ahtojäät tulee myös ottaa huomioon.</p>	<p>Luvussa 3.3.1 on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Ulkoisten uhkien hallintaa on käsitelty luvussa 4.3.</p>
<p>YVA-menettelyyn liittyvissä sosioekonomisissa tarkasteluissa tulee arvioida mm. YVA-ohjelman yleisötilaisuudessa edellytetyt hankkeen työllistämisaikutukset niin rakentamisen aikana kuin tuotantolaitoksen toiminta-aikana kaikkien paikkakuntien ja alueiden erityispiirteet huomioon ottaen. Käytetyt menetelmät on kuvattava ja niiden valinta perusteltava.</p>	<p>Hankkeen työllistämisaikutukset rakentamisen ja käytön aikana on arvioitu luvuissa 7.10.4 ja 7.10.5. Arviointimenetelmät on esitetty luvussa 7.10.2.</p>
<p>YVA-ohjelman mukaan hankkeesta vastaava selvittää ydinpoltoaineen tuottamisen ja kuljetusten ympäristövaikutukset mukaan lukien raaka-aineen louhinta ja malmin rikastus, konversio, isotooppiväkevöinti ja ydinpoltoaineen valmistus. Ympäristövaikutusten arviointi perustuu olemassa oleviin selvityksiin. Ministeriö pitää perusteltuna, että hankkeesta vastaava tarkastelee yleisellä tasolla koko ydinpoltoaineen hankintaketjun ympäristövaikutuksia ja lisäksi yhtiön mahdollisuuksia vaikuttaa tähän ketjuun. Myös mahdollinen sekaoksididynpoltoaineen käyttömahdollisuus on kuvattava.</p>	<p>Ydinpoltoaineen tuotantoketju on kuvattu luvussa 3.7.2 sekä sen laatu- ja ympäristötavoitteita luvussa 3.7.3. Ydinpoltoaineen tuotantoketjun vaikutuksia on tarkasteltu yleisellä tasolla luvussa 7.15.</p> <p>Fennovoima ei suunnittele käyttävänsä sekaoksididynpoltoainetta ydinvoimalaitoksessaan. Sekaoksidipoltoainetta ja sen valmistusta on kuvattu yleisesti luvussa 3.7.1.2.</p>
<b>Ydinjätehuolto</b>	
<p>Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että selostuksessa tulee tarkastella ydinjätehuoltoa kokonaisuutena. Kokonaiskuvan saamiseksi tarkoituksenmukaista tarkastella myös voimalaitosjätteiden huoltoa riittävästi. Tarkastelun tulee myös eritellä ydinvoimalaitoksen purkujätteiden käsittely.</p> <p>Loppusijoituslaitoksen rakenne tulee tehdä selväksi esimerkiksi sopivalla kuvituksella.</p>	<p>Voimalaitosjätteen käsittely on kuvattu luvussa 3.12, käytetyn ydinpoltoaineen käsittely luvussa 3.13 ja purkujätteen käsittely luvussa 3.14. Niiden vaikutukset on arvioitu luvussa 7.11 ja 7.12.</p> <p>Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen rakennetta on havainnollistettu kuvassa 3-13.</p>
<p>Käytetyn ydinpoltoaineen huolto tulee kuvata yleispiirteittäin, samalla tasolla kuin ydinpoltoainehuolto on kuvattu. Käytetyn ydinpoltoaineen huolto laitospaikalla on kuvattava ja käytetyn ydinpoltoaineen välivarastoinnin kuvaukseen tulee sisällyttää visualisointi. Käytetyn ydinpoltoaineen huollon kuvaukseen on sisällytettävä myös mahdolliset käytetyn ydinpoltoaineen kuljetukset pois Pyhäjoelta.</p>	<p>Käytetyn ydinpoltoaineen huolto on kuvattu yleisellä tasolla luvussa 3.13 ja välivarastointilaitoksen rakennetta havainnollistettu kuvissa 3-14 ja 3-15.</p> <p>Käytetyn ydinpoltoaineen kuljetukset loppusijoitukseen on esitetty luvussa 3.13.2 ja vaikutukset arvioitu luvussa 7.11.3.4.</p>

Yhteisviranomaisen lausunto	Käsittely YVA-selostuksessa
<p>Ministeriö toteaa, että Fennovoiman YVA-ohjelman mukaan Fennovoiman hankkeen ympäristövaikutusten arviointi ei kata käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta. Tämä on ydinenergialain mukaan mahdollista. Täten Fennovoiman hankkeen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen ympäristövaikutusten arviointi tulee toteuttaa erikseen, kun Fennovoiman suunnitelmat ydinjätehuollon järjestämiseksi tarkentuvat. YVA-selostuksessa tulee kuitenkin kuvata Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen huollon suunnitelmien kehittyminen vuodesta 2008 nykyiseen tilanteeseen.</p>	<p>Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle toteutetaan aikanaan oma YVA-menettely.</p> <p>Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen huollon suunnitelmien tilannetta on kuvattu luvuissa 1.7.2 ja 3.13.3.</p>
Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä	
<p>TEM katsoo, että ympäristövaikutusten arviointimenettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt voidaan hoitaa arviointiohjelmassa esitetyllä tavalla. Tiedotuksessa ja vuorovaikutuksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon riittävästi hankkeen koko vaikutusalue kuntarajoista riippumatta sekä kaikki väestöryhmät. Ministeriö pyytää edelleen harkitsemaan, miten osallistumisen vaikuttavuus tuodaan esille arviointiselostuksessa.</p>	<p>YVA-ohjelmasta annettujen lausuntojen ja mielipiteiden huomioiminen on esitetty tässä taulukossa. Muussa osallistumisessa esiin tulleita asioita on esitetty luvussa 2 ja 7.10.</p> <p>YVA-menettelyn aikana on toteutettu asukaskysely ja pienryhmähaastattelut. Näissä selvityksissä ja 17.10.2013 yleisötilaisuudessa saadut kommentit on otettu huomioon tässä YVA-selostuksessa. Palaute otetaan huomioon hankkeen myöhempien vaiheiden tiedotus- ja vuorovaikutustilanteissa (luku 10.4).</p>
<p>Tehdyn asukaskyselyn otantamenetelmät ja toteutustavat on kuvattava ja niiden käyttö perusteltava YVA-selostuksessa. Mahdolliset havaitut puutteet ja niiden korjaaminen on myös esitettävä.</p>	<p>Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhteydessä luvussa 7.10 on esitetty asukaskyselyn otantamenetelmät, toteutustavat ja niiden käyttö.</p>

## 2.8.1 Yhteisviranomaisen pyytämät viranomaislausunnot

**Taulukko 2-2.** Yhteisviranomaisen pyytämät viranomaislausunnot yhteisviranomaisen kokoaman lausunnon mukaisesti sekä niiden käsittely YVA-selostuksessa.

TEMin pyytämät viranomaislausunnot	Käsittely YVA-selostuksessa
<b>Sosiaali- ja terveysministeriö</b>	
Uudessa YVA-selostuksessa tulee ottaa huomioon uudet ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyiden turvaamiseksi esitetyt vaatimukset, jotka on kirjattu lausunnoille keväällä 2013 lähetettyyn ehdotukseen valtioneuvoston asetukseksi (astunut voimaan 25.10.2013). Uusien vaatimusten myötä suunnitteluperustaisen ydinvoimalaitosonnettomuuden kokonaispäästöraja kasvaa ja samalla edellytetään, ettei pahankaan onnettomuuden sattuessa ole tarve tehdä evakuoitavia viittä kilometriä kauemmaksi laitokselta.	Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt on esitetty luvussa 4.5.3. Niiden osalta on otettu huomioon valtioneuvoston asetuksen (VNA 716/2013) uudet vaatimukset. Vaatimukset on myös huomioitu vakavan onnettomuustilanteen tarkastelussa luvussa 7.13.1.
<b>Maa- ja metsätalousministeriö</b>	
Maa- ja metsätalousministeriö toteaa, että meriveden pinnan noususkenaarioista on päivitettyä tietoa tältä vuodelta ja olisi syytä tarkistaa vuoden 2013 tilanne ja tarvittaessa päivittää korkeuskenaario. Lisäksi arviointiohjelmaan olisi tarpeellista lisätä selvä kannanotto voimalan vaaraa aiheuttavien toimintojen rakentamiskorkeudesta suhteessa merivedenpinnan noususkenaarioihin.  Fennovoiman tarkoituksena on arvioida käytön aikaisia vaikutuksia muun muassa kalastoon, erityisesti vaelluskalakantoihin ja kalatalouteen. Maa- ja metsätalousministeriö pitää jopa tärkeämpänä kalatalouden kannalta, että hankkeen vaikutukset kalatalouteen arvioidaan myös rakentamisen aikana	Luvussa 3.3.1 on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Ulkoisten uhkien hallintaa on käsitelty luvussa 4.3.  Arvio rakentamisen aikaisista vaikutuksista kalatalouteen on esitetty luvussa 7.4 Vesistöt ja kalatalous.
<b>Ympäristöministeriö</b>	
Hankkeessa tulee arvioida myös melun etenemistä ja tasoa veden alla, sekä vaikutuksia eläimiin.	Luvussa 7.4.3 on kuvattu hankkeen rakentamisen aikaiset vaikutukset vesistöihin ja kalatalouteen ja arvioitu meluvaikutukset veden alla.
Lämpötilan nousun on todettu tutkimuksissa vaikuttavan vieraslajien menestymiseen normaalisti kylmillä vesialueilla. Kasvava meriliikenne ja jäähdytysveden lämmittäminen merivesi mahdollistavat vieraslajien asettumisen alueelle. Vieraslajien tiedetään aiheuttaneen putkien tukkeutumista, vedenkierron estymistä ynnä muita ongelmia ydinvoimalaitoksilla. Tältä osin riskinarviointi on tarpeen, kuin myös varautuminen vieraslajien ennakkotorjuntaan ja mahdolliseen jälkitorjuntaan.	Lämpötilan nousun vaikutusta vieraslajeihin ja vieraslajien torjuntaan on tarkasteltu luvussa 7.4.4.
Alueella ja sen läheisyydessä on vuosien 2012 ja 2013 VELMU-pisteitä (vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden arviointi ohjelma). Näistä saatu tieto tulee huomioida arvioinnissa. VELMU-pisteet tuottivat tietoa myös pohjaeläimistä.	Hanhikiven niemen läheisyydessä on inventoitu vedenalaisten luontotyyppien ja lajien monimuotoisuutta kesällä 2009 ja 2012 Fennovoiman toimesta. Nämä tulokset on hyödynnetty vaikutusten arvioinnissa. Kesällä 2013 on VELMU-hankkeen yhteydessä tutkittu vesikasvillisuutta Hanhikiven niemen läheisyydessä. Alleco Oy:ltä saadun tiedon perusteella käsitys alueen vesiluonnosta pysyy samanlaisena kuin Fennovoiman aiemmin tekemien tutkimusten perusteella.  Luvussa 7.4.1.6 on kuvattu vesiluonnon nykytilaa ja luvussa 7.4.1.7 pohjaeläinten nykytilatiedot.
Kalojen uhanalaisuus tulee ottaa huomioon. Karisiika on (VU), vaellussiika on (EN) ja se tulisi erityisesti huomioida samoin kuin meritaimen (CR), lohi on (VU).	Luvussa 7.4.1.8 on esitetty tiedot kalastosta ja kalalajien uhanalaisuus on otettu huomioon.
Kaavoituksen osalta ministeriö toteaa tietojen olevan ajan tasalla, mutta pyytää tuomaan esille arviointiselostuksessa mahdolliset hankkeesta johtuvat lisäkaavamuutostarpeet ja näiden vaikutukset.	Hanke ei aiheuta lisäkaavamuutostarpeita. Kaavoitus on käsitelty luvussa 7.2.

TEMin pyytämät viranomaislausunnot	Käsittely YVA-selostuksessa
Ydinpolttoaineen osalta ministeriö haluaa tarkempaa kuvausta ydinjätehuollon toimenpiteistä ja loppusijoituksen järjestämisen vaihtoehdoista sekä tuoreen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin sisältyvistä riskeistä.	Ydinjätehuollon toimenpiteet ja loppusijoituksen järjestämisen vaihtoehdot on esitetty luvussa 3.13. Tuoreen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ympäristövaikutukset on arvioitu luvuissa 7.15.4 ja 7.11.3.4.
<b>Säteilyturvakeskus</b>	
Arviointiohjelmaa on täsmennettävä voimalaitoksen kuvauksen, päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten suunnitteluperusteiden sekä -tavoitteiden osalta ja esitettävä arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista.	Ydinvoimalaitoksen kuvaus, suunnitteluperusteet, päästöjen hallinta sekä tavoitteet on esitetty luvussa 3. Tietoa ydinvoimalaitosten turvallisuusvaatimuksista on esitetty luvussa 4.
YVA-selostuksessa on tarkasteltava sijaintipaikan soveltuvuuteen sekä paikan valintaan liittyviä kysymyksiä ja ydinjätehuollon vaihtoehtoja. Voimalaitosalueella toteutettavat ydinjätehuollon toimenpiteet on kuvattava kattavasti ympäristö- ja säteilyvaikutuksineen.	Ydinvoimalaitoksen laitospaikan valintaa, turvallisuutta ja olosuhteita on esitelty luvussa 3.3. Voimalaitosjätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen jätehuolto on tarkasteltu luvuissa 3.12 ja 3.13 Fennovoiman tämän hetkisten suunnitelmien mukaisesti. Luvuissa 7.11 ja 7.13.3 on käsitelty jätehuollon ympäristö- ja säteilyvaikutuksia.
STUK on lausunnossaan esittänyt erillishuomautuksia koskien hankekuvauksen täsmenämistä organisaation, ydinpolttoaineen laatu- ja ympäristötavoitteiden sekä laitosvaihtoehdon osalta. STUK korostaa uusien asetusten, ohjeiden sekä vaatimusten huomioimista YVA-selostuksessa. Selostuksessa tulee viitata voimassa oleviin asetuksiin sekä kuvata muutosten mahdollisia vaikutuksia hankkeeseen.	Hankekuvauksen on esitetty luvussa 3, jossa on käsitelty mm. laitosvaihtoehtoa, sekä ydinpolttoaineen laatu- ja ympäristötavoitteita. Hankevastaava on esitelty luvussa 1. YVA-selostuksessa on viitattu voimassa oleviin asetuksiin ja YVL-ohjeisiin ja kuvattu niiden vaatimuksia luvussa 4 Ydinturvallisuus.
STUK odottaa myös täydennyksiä valmiusjärjestelmää koskevaan tekstiosuuteen. Lainsäädännön ja STUK:in ohjeiston mukainen varautuminen ja toiminta valmiustilanteessa on kuvattava ja erotettava selkeämmin.	Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyjä ja toimintaa valmiustilanteessa on esitetty luvussa 4.5.3.
Fennovoiman on kuvattava YVA-selostuksessa sijaintipaikan osalta asutuksen täsmällinen jakautuminen lähiympäristössä sekä lähimmät herkätkohteet, kuten koulut, päiväkodit ja sairaalat.	Asutus ja herkätkohteet on kuvattu luvussa 7.10 päivitetyn tiedoin, ja lisäksi nämä on esitetty karttakuvin.
YVA-ohjelmassa ei ole esitetty enimmäisarvioita reaktoriin ladatun ydinpolttoaineen määrästä ja sen keskimääräisestä palamasta. Arviot on esitettävä YVA-selostuksessa, koska niillä on merkitystä onnettomuustilanteiden radioaktiivisten päästöjen suhteen.	Reaktoriin liittyviä teknisiä tietoja on esitetty luvuissa 1 ja 3 sekä luvun 8 taulukossa 8-1. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 7.13. Kyseisessä luvussa on ilmoitettu myös polttoaineniippukohtaisen palaman maksimiarvo (7.13.1.1).
Käytön aikaisten radioaktiivisten päästöjen ja poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnille on esitettävä yhteenvedo tarkastelujen perusteista. Arvioinnissa ja selostuksen laatimisessa on otettava huomioon etenkin vakavien onnettomuustilanteiden vaikutusten osalta, että aiempaan Fennovoiman YVA-menettelyyn verrattuna nyt on voimassa uusi valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitosten turvallisuudesta ja että STUK:in uusi YVL-ohje ydinlaitosten päästöjen rajoittamisesta on tullut voimaan menettelyn aikana.	Radioaktiivisia päästöjä vesistöön on tarkasteltu luvussa 7.4 ja ilmaan luvussa 7.3. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi arviointimenetelmien on kuvattu luvussa 7.13. Huomioon on otettu uusi valtioneuvoston asetus sekä STUKin uusi YVL-ohje.
YVA-selostuksessa on arvioitava, onko luonnon nykyisillä ja ennustettavilla olosuhteilla vaikutusta voimalaitoksen turvallisuuteen, radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen ympäristössä ja sijaintipaikan valintaan. Myös Hanhikivenniemen alueen niin sanottujen perustilaselvitysten tuloksia on esitettävä YVA-selostuksessa.	Luvussa 3.3 on esitetty voimalaitoksen sijaintipaikan valintaan vaikuttaneita tekijöitä. Valintaan ovat vaikuttaneet alueen nykyiset ja ennustettavat olosuhteet huomioon ottaen turvallisuusvaatimukset. Samassa luvussa on kuvattu alueen geologisia, hydrologisia ja meteorologisia olosuhteita ja esitetty niiden vaikutuksia voimalaitoksen turvallisuuteen. Luvussa 4.3 on esitetty ydinvoimalaitoksen ulkoisten uhkien hallintaa ja huomioimista laitoksen suunnittelussa.
Meri- ja ilmaliikenteen sijainti ja mahdolliset vaikutukset ajatellun laitospaikan suhteen on kuvattava YVA-selostuksessa.	Luvussa 7.8 on kuvattu meri- ja ilmaliikenteen sijainti sekä esitetty hankkeen mahdolliset vaikutukset näihin.

TEMin pyytämät viranomaislausunnot	Käsittely YVA-selostuksessa
<b>Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus</b>	
<p>YVA-selostuksessa tulee erityisesti arvioida sitä, aiheuttaako YVA-menettelyssä oleva hanke tarvetta muuttaa voimassa tai vireillä olevia kaavoja.</p> <p>ELY-keskuksen mukaan arviointimenettelyssä on otettava huomioon uusimmat ilmastoskenaariot ja niiden vaikutukset merenpinnankorkeuksiin tulvakorkeuksia arvioitaessa.</p>	<p>Hankkeen vaikutukset maankäyttöön ja rakennettuun ympäristöön on esitetty luvussa 7.2.</p> <p>Luvussa 3.3. on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Ulkoisten uhkien hallintaa on käsitelty luvussa 4.3.</p>
<b>Jokilaaksojen pelastuslaitos</b>	
<p>YVA-ohjelmassa turvallisuusasiat on otettu huomioon, mutta rakentamisen aikaiset riskit sekä päivittäisten riskien hallinta on jäänyt vähemmälle huomiolle. Pelastuslaitos edellyttää rakentamisen aikaiseen turvallisuuteen monipuolista riskien analysointia sekä toivoo selvitystä suuronnettomuuksien vaikutuksista viiden ja kahdenkymmenen kilometrin vyöhykkeiden sisällä. Lisäksi pelastuslaitos toivoo arviota hankkeen turvallisuusorganisaation perustamisesta ja aikataulusta.</p>	<p>Rakentamisen aikaista poikkeus- ja onnettomuustilanteiden hallintaa on käsitelty luvussa 3.6.3.</p> <p>Ydinvoimalaitoksen ulkoisten uhkien ja poikkeus- ja onnettomuustilanteiden hallintaa on kuvattu luvussa 4. Vakavan onnettomuuden vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 7.13.</p>



## 2.8.2 Muut yhteysviranomaisen pyytämät lausunnot

**Taulukko 2-3.** Muut yhteysviranomaisen pyytämät lausunnot yhteysviranomaisen kokoaman lausunnon mukaisesti sekä niiden käsittely YVA-selostuksessa.

Muut TEM:n pyytämät lausunnot	Käsittely YVA-selostuksessa
<b>Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry</b>	
<p>Hankkeen vaikutukset ilmastopolitiikkaan ja energiamarkkinoihin ovat positiiviset, eikä laitoksen tarve ole vähentynyt vuoteen 2008 verrattuna. Tämä on hyvä tuoda perustellen esiin YVA-selostuksessa. SAK:n mukaan YVA-ohjelma painottuu käytön aikaisiin vaikutuksiin ja erityisesti rakentamisvaiheen vaikutukset työllisyyteen ja sosiaalisiin oloihin on myös perusteltua käsitellä YVA-selostuksessa riittävän syvällisesti.</p>	<p>Hankkeen vaikutuksia energiamarkkinoihin on tarkasteltu luvussa 7.16.</p> <p>Rakentamisvaiheen vaikutuksia työllisyyteen ja sosiaalisiin oloihin on esitetty luvussa 7.10.4.</p>
<b>Greenpeace</b>	
<p>Greenpeace nostaa lausunnoissaan esille tarpeen edellisen YVA-ohjelman jälkeen tapahtuneiden muutosten huomioimisesta nykyisessä YVA-menettelyssä. Näitä muutoksia Greenpeacen lausunnon mukaan ovat tarkentunut käsitys vakavan ydinonnettomuuden vaikutuksista, matalammat sähkönkulutuksen kasvunusteet, laitostyyppin ja -toimittajan muutos, tarkentunut rakennuspaikka sekä Posivan nykyisten omistajien negatiivinen näkemys ydinjätteen varastoinnista.</p> <p>YVA-ohjelmaan tulisi myös sisällyttää arvio INES 7-luokan onnettomuudesta ja vaikutuksista kaikissa mahdollisissa sääolosuhteissa sekä näiden aiheuttamista evakointitarpeista. Varavoiman tarvetta ja vaikutuksia sähköverkkoon tulisi arvioida yllättävän alasajon sattuessa sekä selvittää varautumisesta luonnonkatastrofeihin ottaen huomioon ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset laitoksen käyttöaikana. Lisäksi Greenpeace hakee tietoa polttoaineen hankinnasta ja ominaisuuksista ja ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisuista.</p>	<p>Ydinvoimaonnettomuustilanteet on kuvattu luvussa 4 ja niiden vaikutuksia arvioitu luvussa 7.13. Sähkönkulutuksen kasvunusteet on otettu huomioon luvussa 7.18.3. Laitostyyppiä ja muita teknisiä asioita kuten polttoaineen hankintaa ja ominaisuuksia on kuvattu luvussa 3. Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja vaikutusten arviointi luvussa 7.11.</p> <p>Ydinturvallisuuteen liittyvät näkökohdat on esitetty luvussa 4 ja vakavan ydinonnettomuuden osalta on esitetty INES 7-luokitus. Ydinonnettomuusmallinnuksen tulokset on kuvattu luvussa 7.13 ja 7.14.</p>
<b>Suomen luonnonsuojeluliitto</b>	
<p>SLL ei pidä kotimaisen sähkönkulutuksen jatkuvaa kasvua uskottavana kehityssuuntana ja nostaa vahvasti esille energiansäästön ja -tehokkuuden parantamisen mahdollisuudet. Lausunnoissaan SLL perääkin tulevaisuuden energiatrendien hahmottamiseen parannuksia sekä laskelmien laatimista tuoreiden kulutustietojen ja ennusteiden perusteella.</p>	<p>Vaikutuksia energiamarkkinoihin on käsitelty luvussa 7.16 sekä sähköenergian tarvetta ja säästömahdollisuuksia luvussa 7.18.3 ja 7.18.4.</p>
<p>Ympäristövaikutusten osalta SLL hakee Fennovoimalta esitystä vertailuluvuista muiden Rosatomin laitosten radioaktiivisista päästöistä veteen ja ilmaan. Lisäksi SLL pitää jäähdytysveden ottoa epäselvänä ja toteaa, ettei satama-altaan ruoppauksista ole tietoa tai selvityksiä. Muusta vedenhallinnasta SLL nostaa esiin käyttöveden hankinnan epäselvyyksiä ja kysyy miten makean veden hankinta aiotaan järjestää.</p>	<p>Laitoksen tekninen kuvaus, mm. päästöt veteen ja ilmaan, jäähdytysvesijärjestelyt ja vedenhankinta on esitetty luvussa 3. Ruoppauksen vaikutuksia on arvioitu luvussa 7.4.</p>
<p>SLL pitää laitosaluetta liian matalana ydinvoimalaitokselle ja toteaa, ettei tien linjaamisen ja korottamisen vaikutuksia maisemaan ja lähialueen luonnontilaan ole toistaiseksi arvioitu ja pyytää tätä suoritettavaksi uudessa arvioinnissa.</p>	<p>Hankkeen vaikutuksia maisemaan on käsitelty luvussa 7.7 ja vaikutuksia luonnonympäristöön luvussa 7.6.</p>

## 2.8.3 Kansainvälisen kuulemisen lausunnot

**Taulukko 2-4.** Yhteysviranomaisen kokoamat kansainvälisen kuulemisen lausunnot sekä niiden käsittely YVA-selostuksessa.

Kansainvälisen kuulemisen lausunnot	Käsittely YVA-selostuksessa
<b>Ruotsi</b>	
Ruotsin ilmatieteen laitos Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut SMHI toteaa lausunnossaan, että vakavassa reaktorionnettomuudessa radioaktiiviset päästöt leviävät hyvin laajalle alalle. Tämän vuoksi YVA-ohjelmassa esitetty tehtävien tarkastelujen rajautuminen vain 1 000 kilometrin säteelle Pyhäjoelta on puutteellinen ja radioaktiivisten aineiden maantieteellistä leviämistä tulee laajentaa. Lisäksi SMHI kiinnittää huomiota normaalikäytön päästöihin erityisesti meriveteen ja mahdollisen satamatoiminnan aiheuttamiin riskeihin.	Kaukana laitokselta vakavan onnettomuuden aiheuttama lisäriski on häviävän pieni muihin elintavoista ja yhteiskunnasta johtuviin riskeihin verrattuna. Ydinonnettomuustilanteen ja mahdollisten muiden onnettomuustilanteiden vaikutukset on arvioitu luvuissa 7.13 ja 7.14. Luvussa 7.13 on esitetty mallinnuksen perusteet.  Radioaktiiviset päästöt vesistöön on arvioitu luvussa 7.4.
Länsstyrelsen i Norrbotten län kiinnittää lausunnossa huomionsa ilmastomuutokseen ja edellyttää YVA-selostuksessa pitkäaikaista tarkastelua veden korkeuden muutoksiin ja äärimmäisiin sääilmiöihin. Muita lausunnon antaneita lääninhallituksia ovat Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg ja Uppland.	Luvussa 3.3.1 on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Luvussa 4.3 on tarkasteltu varautumista ulkoisiin uhkiiin.
Nätverket kärnkraftfritt Bottenviken esittää 13 kansalaisjärjestön, viiden puoluejärjestön ja eräiden yksityishenkilöiden lausunnossa syvän huolensa hankkeen johdosta. Se kiinnittää huomionsa voimalaitoksen jäähdytysveden vaikutuksiin Pohjanlahden veteen ja esimerkiksi Perämeren muikun mätäin (Kalixlöjrom), ahjojoiden vaikutuksiin sekä tehtäviin onnettomuustarkasteluihin.	Jäähdytysveden vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 7.4. Luvussa 3.3.1 on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet on käsitelty luvuissa 7.13 ja 7.14.
Skellefteåssa on kerätty useiden paikallisten ja alueellisten ympäristönsuojelujärjestöjen, ydinvoimaa vastustavien järjestöjen ja poliittisten puolueiden toimesta noin 1000 hengen nimilista. Sillä vaaditaan 22 kohdan lisäselvityksiä YVA-selostukseen. Nämä liittyvät Pohjanlahden ympäristöön, radioaktiivisiin päästöihin ja lämpöpäästöihin, koko uraanin hyödyntämisketjuun uraanin kaivostoiminnasta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen ja INES 7-luokan onnettomuuden seurauksiin.	Radioaktiivisten päästöjen vaikutuksia vesistöön on tarkasteltu luvussa 7.4 ja ilmaan luvussa 7.3.  Jäähdytysveden vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 7.4. Ydinpolttoaineen tuotantoketjua on kuvattu luvussa 3.7 ja sen vaikutusten arviointi luvussa 7.15. Käytetyn polttoaineen jätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja sen vaikutusten arviointi luvussa 7.11. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle tullaan toteuttamaan aikanaan oma YVA-menettely.  Poikkeus- ja onnettomuustilanteet sekä niiden arviointimenetelmät on kuvattu luvussa 7.13 ja 7.14.
<b>Itävalta</b>	
Itävalta edellyttää, että mahdolliset Fennovoiman hankkeen vaikutukset Itävaltaan on arvioitava. Tällöin olisi käytettävä radioaktiivisten päästöjen lähtökohtana onnettomuustilanteessa ns. worst case scenario-lähdetermejä (pahimman kuviteltavissa olevan onnettomuuden tapausta). Fennovoiman lähtökohtana olevan onnettomuuden lähde-termi 100 TBq Cs-137 käyttö ei ole raportin mukaan riittävää. Raportissa esitetään sellaisia lähdetermejä, joilla olisi vaikutuksia Itävallan maaperälle.	Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset on kuvattu luvussa 7.14. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet sekä niiden arviointimenetelmät on kuvattu luvussa 7.13.
<b>Saksa</b>	
Schleswig-Holstein on esittänyt kysymyksiä laitostyyppin suunnitteluperusteista onnettomuustilanteiden estämiseksi ja hallitsemiseksi ja ulkoisten uhkien hallitsemiseksi.  Lisäksi osavaltio on kiinnostunut tuoreen ja käytetyn polttoaineen ydinpolttoaineen kuljetuksista ja niiden mahdollisista vaikutuksista osavaltioon.	Laitostyyppin suunnitteluperusteita on esitetty luvuissa 3.2 ja 4.2. Laitospaikan turvallisuutta ja ulkoisten uhkien hallintaa on kuvattu luvuissa 3.3 ja 4.3. Luvussa 4.5 on kuvattu poikkeus- ja onnettomuustilanteiden hallintaa. Luvussa 3.7.2.4 on kuvattu ydinpolttoaineen kuljetuksia ja luvussa 3.13.2 käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusmenettelyjä loppusijoitukseen.

## 2.8.4 Muut lausunnot ja mielipiteet

**Taulukko 2-5.** Yhteysviranomaisen kokoamat muut lausunnot ja mielipiteet sekä niiden käsittely YVA-selostuksessa.

Muut lausunnot ja mielipiteet (Suomi)	Käsittely YVA-selostuksessa
<b>Pro Hanhikivi ry</b>	
<p>Pro Hanhikivi ry on esittänyt lausunnossaan, että Fennovoiman ydinvoimahanke on muuttunut siinä määrin, että hankkeen voidaan katsoa palanneen alkuun.</p> <p>Pro Hanhikivi edellyttää Fennovoiman ottavan huomioon YVA-selostusta tehtäessä seuraavat aihepiirit: 1) Fennovoiman omistus on selvitettävä tarkemmin, 2) Mankala-yhtiön vastuut on kuvattava, 3) yhtiön ydinvoimaosaaminen on selvitettävä, 4) työllistämisaikutukset on selvitettävä, 5) mahdollisten lunastuslupien saamatta jäämisen vaikutukset on selvitettävä, 6) liityntä kantaverkkoon on esitettävä, 7) ydinjätehuollon ratkaisut on esitettävä tarkemmin ja 8) on esitettävä selvitys Fennovoiman hankkeen aiheuttamasta varavoiman ja säätövoiman tarpeesta. Tämän lisäksi Pro Hanhikivellä on vaatimuksia YVA-menettelyn suhteen, hankkeen viestinnän ja osallistumisen suhteen, arvioidavien vaihtoehtojen ja hankekuvauksen suhteen, ympäristön nykytilan suhteen sekä käytettyjen menetelmien suhteen. Edelleen haittojen lieventämisen kuvausta tulisi syventää ja hankkeen vaikutusten seurannassa olisi syytä esimerkkien tasolla kuvata sitä, miten vuoden 2008 ympäristövaikutusten arvioinnin seuranta on toteutunut.</p>	<p>Yhtiön tämän hetkistä omistusrakennetta on kuvattu luvussa 1.2.</p> <p>Työllistämisaikutuksia on arvioitu luvussa 7.10.</p> <p>Voimajohtolinjan osalta tehdään oma YVA-menettely. Tämän hetkinen tieto liittynästä kantaverkkoon on esitetty luvussa 13.18.2.</p> <p>Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja siihen liittyviä vaikutuksia arvioitu luvussa 7.11.</p> <p>Varavoiman kapasiteetin lisästarve selviää hankkeen suunnittelun edetessä.</p> <p>Nykytilakuvaus on esitetty luvussa 7. Hankkeen ympäristövaikutusten lieventämiseen liittyviä näkökohtia on kuvattu luvussa 9.</p>
<p>Pro Hanhikivi huomauttaa, että kaikki viiden kilometrin säteellä asuvat kiinteistön haltijat eivät ole saaneet asukaskyselyä, mikä on merkittävästi heikentänyt hankkeen avoimen käsittelyn periaatetta sekä kansalaisten osallistumismahdollisuuksia.</p>	<p>Osoitteiden poiminnasta ja osoitetietojen käsittelystä vastasi Fonecta, jolla on pääsy Väestörekisterikeskuksen osoitetietoihin. Viiden kilometrin säteellä otannan kooksi tuli 142 osoitetta, joka vastaa likimain Tilastokeskukselta saatuja vastaavia tietoja. Tilastokeskuksen tiedot ovat vuodelta 2012, kun taas Fonectan saamat tiedot ovat ajantasaisia tietoja Väestörekisteristä. Fonectan poiminnassa on huomioitava, että siinä ei ollut niitä henkilöitä, joilla on voimassa suoramarkkinointi- tai osoitetietojen luovutuskielto. Otannan arvioidaan tavoittaneen merkittävän osan viiden kilometrin säteellä asuvista asukkaista. Tämä otanta on määritelty viiden kilometrin säteellä laitoksen sijaintipaikasta eikä siinä ole huomioitu suojavyöhykkeeseen sisältyvää Parhalahden kylää.</p> <p>Asukaskyselyn lisäksi sosiaalisia vaikutuksia kartoitettiin mm. sidosryhmähaastatteluilla, joiden avulla saatiin tietoa alueen eri sidosryhmien näkemyksistä. Lisäksi kaikilla sidosryhmillä on ollut mahdollisuus antaa mielipiteensä hankkeesta yhteysviranomaiselle YVA-ohjelman nähtävilläoloaikana. Samoin YVA-selostuksesta sidosryhmät voivat antaa mielipiteensä.</p>
<b>Yksityishenkilöt</b>	
<p>Yksityishenkilön antamassa lausunnossa nostettiin esille muun muassa kysymyksiä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta sekä ydinpolttoaineen hankinnasta ja näiden ympäristövaikutuksista. Lisäksi lausunnossa tuotiin esille lisätarkastelujen tarve ympäristöön, ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvista vaikutuksista. Lausunnossa pyydettiin myös Fennovoiman selvitystä hankkeen vaikutuksista sähköverkkoihin sekä Suomen energiamarkkinoihin huomioiden nykyiset vuoden 2008 jälkeen alentuneet ennusteet sähkönkulutuksen kehityksestä.</p>	<p>Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja niiden vaikutusten arviointi luvussa 7.11.</p> <p>Ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia on tarkasteltu luvussa 7. Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan on esitetty luvussa 7.10.</p> <p>Vaikutukset energiamarkkinoihin on käsitelty luvussa 7.16.</p>

<b>Muut lausunnot ja mielipiteet (Suomi)</b>	<b>Käsittely YVA-selostuksessa</b>
<p>Kahden yksityishenkilön lausunnon mukaan laitospaikan mataluudesta aiheutuvat turvallisuusriskit on selvitettävä. Ydinjätteen välivarastoinnin turvallisuuden ja loppusijoituksen osalta lausunnossa pyydetään esitettäväksi selvää suunnitelmaa. Muina hankkeen vaikutuksina pyydetään selvitettäväksi vaikutukset asumisviihtyvyyteen, elinkeinojen harjoittamiseen, turvallisuuteen, sosiaaliseen tilanteeseen sekä pakkolunastushakemusten vaikutus perustuslaillisiin oikeuksiin. Lisäksi lausunnossa nostetaan esille tarve asukaskyselyn järjestämisestä Parhalahden kylän asukkaille sekä vapaa-ajan asukkaille.</p>	<p>Luvussa 3.3.1 on tarkasteltu laitospaikan olosuhteita ja ääri-ilmiöitä, jotka otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13. Ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia on tarkasteltu luvussa 7.10. YVA-selostuksen aikana järjestettiin asukaskysely ja sen tulokset on esitetty luvussa 7.10.3.</p>
<b>Muut lausunnot ja mielipiteet (kansainvälinen kuuleminen)</b>	<b>Käsittely YVA-selostuksessa</b>
<p>Ruotsalainen kansalaisjärjestö MKG - Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning keskittyy lausunnossaan käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn ja loppusijoitukseen. Järjestön mielestä uutta ydinvoimalaitosta rakennettaessa ydinjätteen pitkäaikainen kestävä ja ympäristöllisesti hyväksyttävä loppusijoitus pitää olla turvattu. Niin ikään järjestö toteaa YVA-ohjelmasta löytyvän hyvin vähän tietoa Fennovoiman aikomuksista suoriutua käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittelystä. Järjestö on huolissaan käytetyn ydinpolttoaineen lupakäsittelyyn liittyvistä epävarmuuksista sekä Ruotsissa että Suomessa.</p>	<p>Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja niiden vaikutusten arviointi luvussa 7.11. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle tullaan toteuttamaan aikanaan oma YVA-menettely.</p>
<p>Saksalainen Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg on esittänyt lausunnossaan, että myös Saksassa järjestetään kuuleminen YVA-ohjelmasta. Järjestö vetoaa Espoon ja Århusin sopimuksiin. Sen lisäksi esitetään kymmenen kohdan ohjelma vaatimuksista lisäselvityksiksi, kuten INES 7-tason onnettomuuden ottamista tarkasteluun sekä ydinjätehuollon tarkempaa käsittelyä. Järjestö vastustaa ydinvoimalaitoksen rakentamista Pyhäjoelle.</p>	<p>Turvallisuuteen liittyviä asioita on kuvattu luvussa 4 ja poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi esitetty luvussa 7.13 ja 7.14. Ydinjätehuoltoa on kuvattu luvussa 3.13 ja niiden vaikutusten arviointi luvussa 7.11.</p>

## 2.9 Suunnittelun ja YVAn vuorovaikutus

YVA-menettelyn yhtenä tavoitteena on tukea hankkeen suunnitteluprosessia tuottamalla hankkeen ympäristövaikutuksia koskevaa tietoa. Tarkoituksena on tuottaa tietoa mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa, jotta ympäristövaikutusten huomioon ottaminen toteutuisi koko suunnitteluprosessissa alusta lähtien. YVA-selostus sekä YVA-menettelyn aikana toteutunut sidosryhmävuorovaikutus ja kertynyt aineisto toimivat tärkeänä tukena hankkeen tarkemmalle jatkosuunnittelulle.

YVA-selostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto liitetään mahdollisiin hanketta koskeviin lupahakemuksiin, ja lupaviranomaiset käyttävät niitä oman päätöksentekonsa perusaineistona.

# 3

## Hankkeen tekninen kuvaus



### 3.1 Ydinvoimalaitoksen toimintaperiaatteet

Ydinvoimalaitoksella tuotetaan sähköä samaan tapaan kuin fossiilisia polttoaineita käyttävillä lauhdevoimalaitoksilla kuumentamalla vettä höyryksi ja antamalla höyryn pyörittää turbogeneraattoria. Pääsääntöinen ero ydinvoimalaitoksen ja perinteisen lauhdevoimalaitoksen välillä on veden kuumentamiseen tarvittavan lämmön tuotantotavassa: ydinvoimalaitoksessa lämpö tuotetaan reaktorissa atomiytimien haljetessa vapautuvalla energialla, kun taas lauhdevoimalaitoksella vesi kuumennetaan polttamalla kattilassa esimerkiksi hiiltä.

Tässä hankkeessa tarkasteltava laitostyyppi on painevesireaktori. Painevesireaktorin toimintaa on tarkemmin kuvattu luvussa 3.2. Painevesireaktorissa (Kuva 3-1) reaktorista tuleva korkeapaineinen vesi johdetaan höyrystimiin, jossa erillisen sekundääripiirin vesi höyrystyy ja höyry johdetaan pyörittämään turbiinia ja sähkögeneraattoria.

Suomessa ydinvoimalaitokset käyttävät polttoaineenaan isotoopin U-235 suhteen väkevöityä uraanidioksidia (UO<sub>2</sub>). Väkevöity uraanidioksidi sisältää U-235-isotooppia 3-5 prosenttia, kun luonnonuraanissa tätä isotooppia on alle yksi prosentti. Polttoaine on reaktorissa keraamisina tabletteina kaasutiiviisti suljetuissa putkissa eli polttoainesauvoissa, jotka on koottu polttoaineniipuksi (Kuva 3-2).

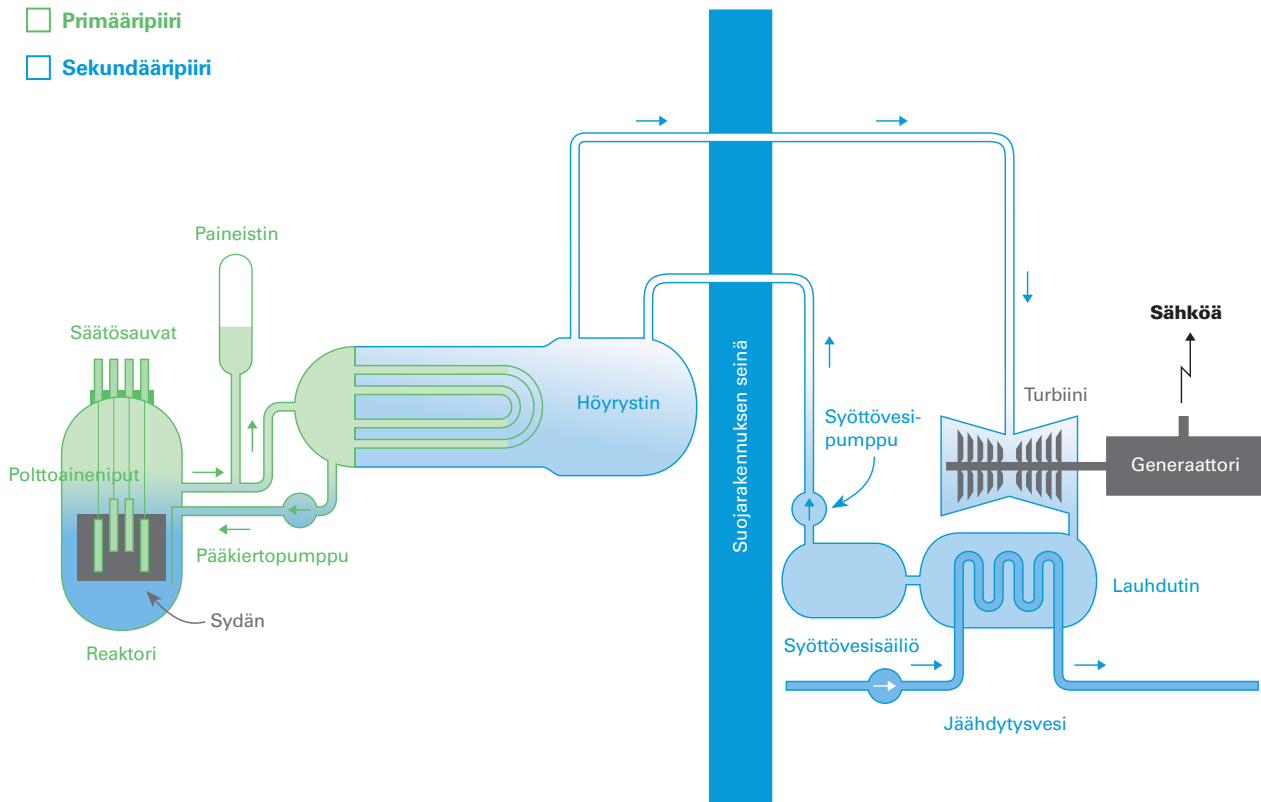
Uraanin käyttö polttoaineena perustuu atomiytimien halkeamisreaktiossa eli fissiossa syntyvään lämpöön.



**Kuva 3-2.** Polttoainetabletit, polttoainesauvat, polttoaineniippu.

Neutronien osuessa halkeamiskelpoiseen atomiytimeen se hajoaa kahdeksi kevyemmäksi ytimestä. Samalla vapautuu uusia neutroneita, neutriinoja ja energiaa. Ytimen halkeamisessa syntyvät neutronit voivat puolestaan aiheuttaa uusia fissioita, mikä mahdollistaa ketjureaktion syntymisen. U-235-ytimien halkeamisesta muodostuu itseään ylläpitävä hallittu ketjureaktio, mikä mahdollistaa hallitun lämmöntuotannon.

Ydinvoimalaitoksessa, kuten muissakaan lämpövoimalaitoksissa (esimerkiksi kivishiili-, öljy- tai kaasuvoimalaitoksissa), tuotettua lämpöä ei ole mahdollista muuttaa kokonaan sähköksi. Tämän vuoksi osa tuotetusta lämmöstä poistetaan voimalaitokselta lauhduttimilla, joissa höyrysturbiineilta tuleva matalapaineinen höyry luovuttaa energiaa ja muuttuu takaisin vedeksi. Lauhdutinta jäähdytetään Suomessa suoraan vesistöistä otettavalla jäähdytysvedellä,



**Kuva 3-1.** Painevesireaktorin toimintaperiaate.

joka palautetaan 10-12 °C lämmentyneenä takaisin vesistöön. Ydinvoimalaitoksella saadaan muunnettua sähköenergiaksi runsas kolmannes reaktorissa syntyvästä lämpöenergiasta.

Ydinvoimalaitos sopii parhaiten peruskuormalaitokseksi, mikä tarkoittaa, että sitä käytetään jatkuvasti tasaisella teholla lukuun ottamatta muutaman viikon mittaisia 12-24 kuukauden välein suoritettavia huoltoseisokkeja. Laitoksen suunniteltu toiminta-aika on vähintään 60 vuotta.

## 3.2 Laitostyyppin kuvaus

Yleisin käytössä oleva reaktorityyppi on niin sanottu kevytvesireaktori. Myös Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten reaktorit ovat kevytvesireaktoreita. Kevytvesireaktorissa käytetään tavallista vettä ketjureaktion ylläpitämiseen ja reaktorin jäädyttämiseen sekä lämmön siirtämiseksi reaktorisydäimestä voimalaitosprosessiin. Kevytvesireaktoreiden tyyppivaihtoehdot ovat kiehumisvesireaktori ja painevesireaktori. Tässä hankkeessa käsitellään vain painevesireaktorityyppiä.

Painevesireaktorissa polttoaine lämmittää vettä, mutta korkea paine (noin 160 bar) estää veden kiehumisen. Reaktorissa veden lämpötila on kuumimmillaan noin 330 °C astetta. Reaktorilta korkeapaineinen kuuma vesi johdetaan höyrystimiin, joissa vesi jakautuu pieniin lämmönsiirtoputkiin. Reaktorista tulleesta kuumasta vedestä lämpö siirtyy lämmönsiirtoputkien seinämän läpi erilliseen kiertooppiiriin (sekundääripiiri) veteen, joka on matalammassa paineessa (60-70 bar). Sekundääripiirin vesi höyrystyy, ja höyry johdetaan turbiinille, joka pyörittää sähkögeneraattoria (Kuva 3-1).

Reaktorijärjestelmän ja sekundääripiirin ovat koko ajan erillään, joten sekundääripiirin vesi ei ole radioaktiivista.

Suomessa Loviisan voimalaitoksen nykyiset reaktorit ja Olkiluotoon rakenteilla olevan uuden voimalaitosyksikön reaktori ovat tyyppiltään painevesireaktoreita.

### 3.2.1 Rosatomin painevesilaitos

Rosatomin AES-2006 painevesilaitos (Kuva 3-3) on moderni, niin sanottu kolmannen sukupolven ydinvoimalaitos, josta on olemassa kaksi eri versiota. Fennovoiman laitosversio olisi AES-2006/V491. Luvun 1 taulukossa 1-1 on esitetty laitoksen perustietoja.

AES-2006 laitokset perustuvat pitkän käyttökokemuksen omaavaan VVER-teknologiaan, jota on kehitetty ja käytetty jo yli 40 vuoden ajan. Fennovoiman hankkeessa oleva laitosversio on VVER-laitossarjan uusien kehitysaskel. VVER-laitoksia on käytetty muun muassa Loviisassa turvallisesti jo yli 30 vuoden ajan.

AES-2006 laitoksia on tilattu useaan maahan, ja lisäksi kyseistä laitostyyppiä rakennetaan parhaillaan Venäjällä ja Valko-Venäjällä. Kaikkiaan AES-2006 laitoksia on rakenteilla tai sopimusvaiheessa kolmetoista. Venäjällä rakenteilla on Sosnovy Borin Leningrad II-vaiheen ensimmäinen laitos, jonka rakennustyöt alkoivat 2008. Lisäksi sekä Kaliningradiin että Novovoroneziin on rakenteilla molempiin kaksi laitosyksikköä.

Laitoksen turvallisuussuunnittelun tavoitteena on alusta lähtien ollut täyttää IAEA:n turvallisuusohjeet ja standardit, eurooppalaiset EUR-vaatimukset (European Utility Requirements) sekä Venäjän omat kansalliset määräykset ja vaatimukset. Fennovoiman laitosta suunnitellaan edelleen eteenpäin siten, että se täyttää myös suomalaiset viranomaisvaatimukset. Luvussa 4 on esitetty ydinvoimalaitoksen suunnitteluun ja rakentamiseen liittyviä turvallisuusvaatimuksia ja -periaatteita.

Turvallisuusratkaisuiltaan AES-2006/V491 vastaa länsimaaisia kolmannen sukupolven ydinvoimalaitoksia. Laitoksen turvallisuus perustuu sekä aktiivisiin että passiivisiin järjestelmiin. Aktiivisilla järjestelmillä tarkoitetaan järjestelmiä, jotka tarvitsevat toimiakseen erillistä käyttövoimaa, esimerkiksi sähköä. Tärkeänä turvallisuuspiirteenä AES-2006:ssa on lisäksi passiivisia turvallisuusjärjestelmiä, jotka



**Kuva 3-3.** Rosatomin AES-2006 painevesireaktori.



toimivat luonnonkierron ja painovoiman ajamana. Ne ovat sähkönsyötöstä riippumattomia, ja niiden toiminta voidaan ylläpitää siinäkin epätodennäköisessä tilanteessa, että kaikki sähkönsyöttö on menetetty ja varavoimakoneet eivät ole käytettävissä.

Aktiivisia järjestelmiä, joilla jäähdytetään reaktoria sammuttamisen jälkeen, on neljä rinnakkain. Niistä yksi riittää toteuttamaan turvallisuustoiminnon. Aktiiviset turvallisuusjärjestelmät saavat käyttövoimansa dieselyrmennetusta sähkönsyötöstä. Reaktorin jäähdyttämiseen käytettävät turvallisuusjärjestelmät on sijoitettu turvallisuusrakennukseen neljään toisistaan erilliseen tilaan. Vaihtoehtoisesti reaktoria voidaan jäähdyttää passiivisilla järjestelmillä poistamalla lämpöä höyrystimistä suojarakennuksen ulkopuolisiin altaisiin.

Reaktorin tehon säätämiseksi reaktorityypissä on 121 säätösauvaa 12 ryhmässä. Säätösauvojen määrä on suuri verrattuna muihin painevesilaitoksiin, mikä lisää turvallisuutta. Säätösauvajärjestelmä on suunniteltu siten, että sähkön menetys johtaa säätösauvojen putoamiseen reaktoriin painovoiman vaikutuksesta. Säätösauvoista riippumatta reaktori saadaan sammutettua ja reaktorin tehoa voidaan säätää myös syöttämällä boorihappoa reaktoriin.

Laitostyypissä on kaksinkertainen suojarakennus. Suojarakennuksen sisempi kuori on tehty esijännitetyistä teräsbetonista, joka pystyy vastaanottamaan onnettomuustilanteiden ylipaineesta johtuvat vetojännitykset. Suojarakennuksen ulompi kuori on teräsbetonista valmistettu paksumpi rakenne, joka pystyy vastaanottamaan myös ulkoiset törmäyskuormat, mukaan lukien matkustajalentokoneen törmäys.

Laitoksen suunnittelussa varaudutaan myös vakavaan reaktorionnettomuuteen, eli tilanteeseen, jossa osa reaktorin sydäimestä sulaa. Vakavien onnettomuuksien varalle suojarakennuksessa on sydänsieppari. Sydänsieppari sijaitsee reaktorin alapuolella ja se ottaa vastaan reaktorisydämen siinä tapauksessa, että sydän sulaa reaktoripaineastian läpi. Sydänsieppari jäähdyttää sydänsulaa ja estää sen haitalliset vaikutukset suojarakennuksen rakenteisiin. Sydänsulaa jäähdytetään yläpuolelta ruiskuttamalla sitä vedellä. Sydänsulan ruiskuttaminen vähentää radioaktiivisten aineiden leviämistä suojarakennuksessa. Sydänsiepparissa höyrystyvä vesi jäähdytetään reaktorirakennuksen passiivisella jäähdytysjärjestelmällä. Tällä tavoin suojarakennus kyetään pitämään ehjänä vakavissakin onnettomuuksissa, mikä rajoittaa päästöjen leviämistä suojarakennuksen ulkopuolelle.

### 3.3 Laitospaikan turvallisuus

Pyhäjoen Hanhikiven niemi valittiin laitospaikaksi vuonna 2011. Siinä vaiheessa vaihtoehtoisina sijoituspaikkoina oli jäljellä Simon Karsikko ja Pyhäjoen Hanhikiven niemi. Sijoituspaikan valinnassa otettiin huomioon useita eri tekijöitä. Erityisesti painotettiin turvallisuutta, teknistä toteutettavuutta, ympäristö- ja luontoasioita, rakentamiskustannuksia sekä seutukunnan halua ja kykyä vastaanottaa hanke. Näiden aihekokonaisuuksien alla tarkasteltiin kymmeniä yksityiskohtia.

Turvallisuuden kannalta tärkeitä olivat erityisesti lähiympäristön väestö ja toiminnot, turva- ja valmiusjärjestelmien

tehokas toteuttaminen, jäähdytysveden oton ja poiston järjestäminen luotettavasti eri tilanteissa sekä maa- ja kallioperän ominaisuudet.

Tarkastelussa ei syntynyt merkittäviä eroja Hanhikiven niemen ja Karsikon välillä. Hanhikiven niemen valintaa puolsivat lopulta muun muassa ehyempi kallioperä ja matalamat seismiset suunnitteluarvot, jotka vaikuttavat ydinvoimalarakennuksen ja sen sisälle asennettavien laitteiden mitoittamiseen.

#### 3.3.1 Laitospaikan olosuhteet

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioidaan kattavasti erilaiset luonnon ääri-ilmiöt, onnettomuudet sekä ihmisen toiminta laitospaikan läheisyydessä. Laitospaikan olosuhteita on selvitetty lukuisissa erilaisissa tutkimuksissa ja selvityksissä, joiden avulla varmistetaan, että ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on varauduttu kaikkiin tekijöihin riittävällä tavalla.

Ilmatieteen laitoksen toteuttamassa meriveden pinnan korkeustutkimuksessa on arvioitu keskimääräisen vedenkorkeuden muutosta ja poikkeuksellisen matalan ja korkean meriveden pinnan esiintymisen todennäköisyyksiä Pyhäjoen merialueella. Tutkimus pohjautuu kattavaan kansainväliseen kirjallisuuskatsaukseen valtamerien pinnan tason muutoksista seuraavan sadan vuoden aikana. Todennäköisimmän skenaarion mukaan keskimääräinen vedenpinnankorkeus tulee hieman laskemaan kuluvan vuosisadan aikana, koska Perämerellä maankohoaminen vaikuttaa merenpintaan enemmän kuin globaali meriveden pinnannousu. Laitoksen rakentamiskorkeuden valinnassa käytetään riittäviä marginaaleja, jotta merkittäväkään meriveden pinnannousu kuluvan vuosisadan aikana ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen. (Johansson ym. 2008, 2010)

Meriveden pinnanvaihteluiden lisäksi on tehty selvityksiä muista mereen liittyvistä ilmiöistä, joilla voisi olla vaikutusta laitoksen jäähdytysveden ottoon. Näitä ovat esimerkiksi ahtojäät, suppopato eli alijäähtyneeseen veteen muodostuneiden jääkiteiden aiheuttama patoutuminen, sedimenttien kulkeutuminen sekä mittava öljyonnettomuus merellä. Tehtyjen selvitysten perusteella laitoksen merivedenottoon liittyvät suunnitteluratkaisut valitaan siten, että eri ilmiöiden mahdolliset vaikutukset on huomioitu kattavasti.

Ilmatieteen laitos on arvioinut myös lämpötiloihin, sateeseen, lumikuormaan ja tuuleen liittyvien ääri-ilmiöiden esiintymisen todennäköisyyksiä Pyhäjoella sekä ilmastomuutoksen vaikutusta näiden ilmiöiden esiintymiseen. Tutkimuksen pohjana ovat ennusteet maailman ilmaston kehityksestä, joiden pohjalta on mallinnettu paikallisten sääilmiöiden esiintymistä. (Ilmatieteen laitos 2008a)

Taulukossa 3-1 esitetään joidenkin luonnonilmiöiden ääriarvot, joiden toistuvuustasoksi Pyhäjoella on arvioitu 1000 vuotta. Ilmoitetut arvot saavutetaan siis keskimäärin kerran tuhannessa vuodessa. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa varaudutaan huomattavasti taulukossa esitetyjä arvoja voimakkaampiin sääilmiöihin.

Maa- ja kallioperätutkimuksissa on arvioitu maanjäristysten esiintymistä ja todennäköisyyksiä laitospaikalla ja sen

### Taulukko 3-1.

Luonnonilmiöiden ääriarvoja jotka toistuvat Pyhäjoella keskimäärin kerran tuhannessa vuodessa.

Luonnonilmiöiden ääriarvoja		
Merenpinnan korkeus (cm) N2000-järjestelmässä vuonna 2075 (ja vuonna 2008)	min	-179 (-152)
	max	+201 (+228)
Lämpötila, hetkellinen (°C)	min	-42,8
	max	33,9
Lämpötila, 24 tunnin keskiarvo (°C)	min	-35,3
	max	22,0
Sademäärä (mm)	24 h	84,6
	7 vrk	126,7
Lumikuorma (kg/m <sup>2</sup> )		190,5
Tuulennopeus (m/s)	puuska, 3 s	34,7
	keskituuli, 10 min	31,2

läheisyydessä, tutkittu laitospaikan seismisiä ominaisuuksia sekä kartoitettu laitospaikalla esiintyviä siirroksia erilaisten luotausten ja kalliotutkimusten avulla. Tehtyjä selvityksiä hyödynnetään laitoksen rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden suunnitteluratkaisuissa.

Lisäksi laitospaikalla on tehty lukuisia muita tutkimuksia, jotka ovat liittyneet muun muassa laitospaikan geologisiin ja geofysikaalisiin ominaisuuksiin, kallioperään, pohjaveteen ja vedenlaatuun.

Laitospaikan läheisyydessä tapahtuvan ihmisen toiminnan vaikutukset laitoksen turvallisuuteen on arvioitu. Laitospaikan välittömässä läheisyydessä ei sijaitse suurta teollisuutta, kaasuputkia, rautateitä, lentokenttiä eikä satamia, joten vaarallisten aineiden kuljetukseen, käsittelyyn ja varastointiin liittyvät riskit on arvioitu hyvin pieniksi. Onnettomuudesta johtuva lentokoneen törmäminen laitokseen on arvioitu erittäin epätodennäköiseksi, ja toisaalta laitos suunnitellaan kestäväksi myös suuren liikennealentokoneen törmäys.

Fennovoima on esittänyt Säteilyturvakeskukselle laitospaikkaan liittyvät tutkimukset ja selvitykset alkuperäisen periaatepäätöshakemuksen yhteydessä vuonna 2009. Tämän jälkeen tehdyt laitospaikkaselvitykset on toimitettu Säteilyturvakeskukselle lokakuussa 2013 yhdessä muiden selvitysten kanssa, joiden perusteella Säteilyturvakeskus valmistautuu antamaan keväällä 2014 työ- ja elinkeinoministeriölle lausunnon AES-2006 -laitosvaihtoehdon turvallisuudesta.

## 3.4 Paras käyttökelpoinen tekniikka ja laitoksen energiatehokkuus

### 3.4.1 Paras käyttökelpoinen tekniikka

Ydinvoimalaitos suunnitellaan ja rakennetaan ensisijaisesti turvalliseksi. Ydinvoimalaitoksen käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilytaso pidetään niin pieninä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Niiden rajoittaminen toteutetaan soveltamalla parhaita käyttökelpoisia tekniikoita ja menettelyjä. Radioaktiiv-

isia aineita sisältävien nesteiden ja kaasujen sekä käytetyn polttoaineen ja voimalaitosjätteiden käsittelymenetelmiä on kuvattu tässä luvussa 3. Laitoksen turvallisuussuunnittelun lähtökohtia on esitetty luvussa 4.

Muiden päästöjen ja tavallisten jätteiden käsittelyssä sovelletaan myös mahdollisimman tehokkaita ja teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia menetelmiä. Mahdollisia sovellettavia tekniikoita kuvataan tässä luvussa muun muassa jätevesien, jätehuollon ja energiatehokkuuden osalta.

### 3.4.2 Energiatehokkuus

Ydinvoimalaitos suunnitellaan mahdollisimman energiatehokkaaksi tavoitteinaan mahdollisimman suuri sähköntuotanto ja mahdollisimman pieni voimalaitostointojen energiakulutus ja hukkalämmön poisto jäähdytysveden mukana mereen. Turvallisuus on suunnittelun lähtökohta, ja siksi energiatehokkuuden parantavat ratkaisut tai tehostamistoiminnot harkitaan tapauskohtaisesti.

Turbiinilaitoksen mitoituksella ja teknisillä ratkaisuilla voidaan merkittävästi vaikuttaa ydinvoimalaitoksen energiatehokkuuteen. Oikein mitoitettuna turbiinin hyötysuhde voi olla jopa muutaman prosenttiyksikön parempi kuin laitoksessa, jossa turbiinia ei ole optimoitu käyttöolosuhteisiin. Turbiinin optimoinnissa huomioidaan Perämeren kylmä meriveden lämpötila valitsemalla turbiiniin sopivan pituiset turbiinisiivet ja riittävän suuri turbiinin ulosvirtauspinta-ala. Näin saadaan reaktorilaitoksella tuotettu höyry paisumaan turbiinissa mahdollisimman tehokkaasti luovut-taen liike-energiaa, joka pyörittää turbiinia ja joka muuntuu generaattorissa sähköksi.

Sähköntuotannon hyötysuhteen on arvioitu olevan noin 39 % talvisaikaan jäähdytysveden ollessa kylmää. Osa tuotetusta sähköstä käytetään ydinvoimavoimalaitoksen prosesseissa erityisesti jäähdytys- ja prosessivesien pumppaamisessa käyttökohteisiinsa sekä ilmastointiin. Kun laitoksen tarvitsema omakäyttösähkö vähennetään laitoksen tuottamasta sähköstä, kokonaisnettohyötysuhde on noin 36 %, kun se tyypillisesti pohjoismaisissa ydinvoimalaitoksissa on 30-34 %.

Ydinvoimalaitoksessa ei ole mahdollista muuttaa reaktorin tuottamaa lämpöä kokonaan sähköksi. Tämän vuoksi osa tuotetusta lämmöstä poistetaan voimalaitokselta lauhduttamalla.

Lauhdutinta jäähdytetään suoraan merestä otettavalla vedellä, joka palautetaan noin 10-12 °C lämmentyneenä takaisin vesistöön. Toinen vaihtoehto lauhduttamiseen olisi siirtää ylimääräinen lämpö suoraan ilmakehään jäähdytystornien avulla. Lauhduttimen suora jäähdytys tasaisen kylmällä merivedellä on kuitenkin sähköntuotannon kannalta parempi ratkaisu. Lauhduttimen suorajäähdytys merivedellä voi olla hyötysuhteeltaan jopa kaksi prosenttiyksikköä parempi kuin jäähdytystornilla, mikä merkitsee noin 1 200 megawatin ydinvoimalaitoksissa 60 megawattia suurempaa sähkön tuotantoa.

Vuonna 2012 voimaan tullessa Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivissä 2012/27/EU veloitetaan sähköntuotantoyhtiöitä tarkastelemaan sähkön- ja lämmön yhteistuotantoa kustannus-hyötyanalyysin kautta. Vaikka direktiivissä on annettu vapautus ydinvoimaloille, on Fennovoima tehnyt alustavat teknilliset ja taloudelliset selvitykset sähkön ja lämmön yhteistuotannolle. Selvityksissä on todettu, että valitulla turbiinitekniikalla höyryn ottaminen kaukolämmön tuottamiseen olisi teknisesti mahdollista, mutta taloudellisesti sähkön- ja lämmön yhteistuotanto ei ole kannattavaa, sillä kaukolämmön tarve Raahan seutukunnassa on erittäin pieni. Mereen johdettavan lämpötehon vähenemä olisi enimmillään noin 1 % talviaikaan (*Fennovoima Oy 2009a*). Koska kaukolämmön tarve olisi pieni, olisi sähkön- ja lämmön yhteistuotannossa syntyvät mahdolliset myönteiset ympäristövaikutukset vähäiset. Kaukolämmön siirtäminen Ouluun noin 90 kilometrin päähän ei ole myöskään todettu taloudellisesti mielekkääksi ottaen huomioon Oulun nykyinen kaukolämmön tuotantorakenne sekä pitkä siirtoetäisyys (*Fennovoima Oy 2009a*). Osa turbiinin höyrystä käytetään kuitenkin laitosalueen rakennusten lämmitykseen.

Mikäli tulevaisuudessa Pyhäjoen läheisyyteen tulee tarvetta kaukolämmön tuottamiseen, voidaan hukkalämpöä ottaa talteen tehokkaasti lämpöpumpuilla. Lämpöpumput, jotka saavat lämpölähteensä lauhduttimen läpi kulkeneesta merivedestä, tuottavat arviolta 3,5 MW lämpöä 1 MW säh-

kön kulutuksella ja tarvittaessa myös kaukokylmää.

Huomattavia säästöjä voimalaitosprosessien sähkön kulutuksessa saadaan vähentämällä virtausten kitka- ja painehäviöitä, parantamalla prosessien lämmön talteenottoa, pienentämällä lämpöhäviöitä ja mitoittamalla laitteistojen ja sähkölaitteiden toimintapisteet parhaalle hyötysuhteelle. Edellä mainitut asiat huomioidaan voimalaitoksen suunnittelussa ja käytössä.

### 3.5 Laitosalueen rakennukset ja maankäyttötarve

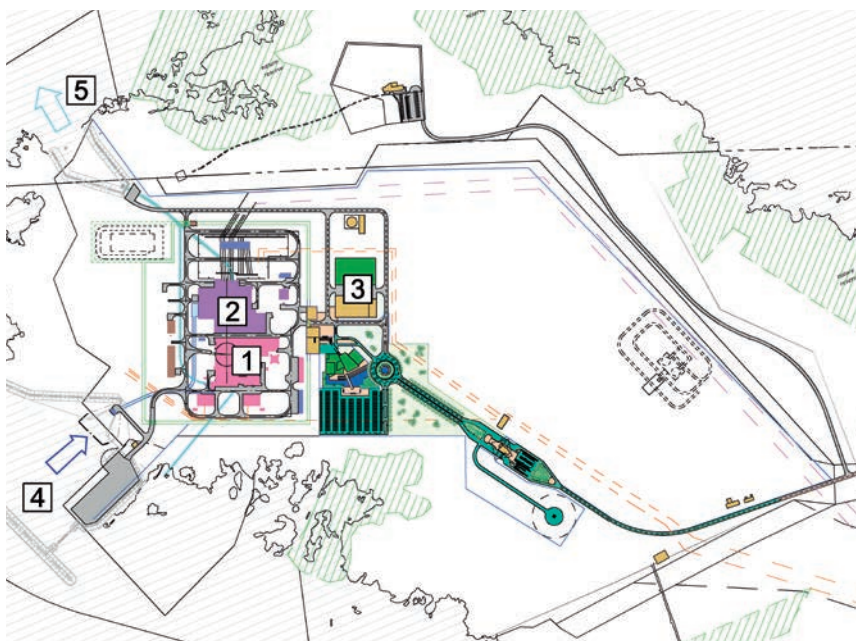
Ydinvoimalaitoksen rakennukset sijoittuvat Hanhikiven niemen keski- ja pohjoisosaan Pyhäjoen ydinvoimalaitoksen asemakaavaan merkityn energiahuollon korttelialueelle. Korttelialueen koko on 134,6 hehtaaria. Rakennusoi-keutta energiahuollon korttelialueelle on osoitettu yhteensä 300 000 kerrosneliömetriä. Kaikki ydinvoimalaitoksen keskeiset toiminnot sijoittuvat tälle korttelialueelle.

Laitosalueen alustava layout on esitetty kuvassa 3-4. Kuvassa punaisella maalatulla alueella on reaktorisaareke ja sen pohjoispuolella turbiinisaareke.

Pyhäjoen ja Raahan ydinvoimalaitosalueen asemakaavoissa on osoitettu korttelialueita myös ydinvoimalaitoksen tukitoiminnoille tarvittaville rakennuksille.

Ydinvoimalaitokseen sisältyy muun muassa seuraavat rakennukset ja rakenteet:

- reaktorin suojarakennus ja apurakennukset
- rakennus voimalaitosjätteen käsittelyä varten
- tuoreen polttoaineen varasto
- käytetyn polttoaineen välivarasto
- matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustilat
- valvomorakennus
- varavoimageneraattorit



**Kuva 3-4.** Ydinvoimalaitosalueen alustava layout.

- 1) reaktorisaareke
- 2) turbiinisaareke
- 3) toimisto- ja apurakennukset
- 4) satama-alue ja jäähdytysveden otto (nuolella merkitty)
- 5) jäähdytysveden purku

- turbiinirakennus
- sähkörakennus
- muuntaja ja kytkinkentät
- meriveden pumppaamo
- vesien käsittelyyn liittyvät säiliöt ja rakenteet
- hallinto- ja toimistorakennukset (sisältäen terveystaseman, ruokalan ym. aputiloja)
- koulutus- ja vierailukeskus
- porttirakennus
- paloasema, palovesipumppaamo ja säiliöt
- muut apu- ja huoltorakennukset (esimerkiksi konepaja- ja varastorakennukset).

Energiahuollon korttelialueelle tulevien rakennusten ja rakennelmien tarvitsema alue on noin 50 hehtaaria, josta turbiinisaarekkeen ja reaktorisaarekkeen rakennusten osuus on yhteensä noin 30 hehtaaria. Reaktorirakennuksen pinta-ala on noin 2 400 m<sup>2</sup> ja turbiinirakennuksen noin 6 500 m<sup>2</sup>. Reaktorirakennuksen enimmäiskorkeus on noin 70 metriä. Korkein rakenne on 100-120 metrin korkuinen ilmastoinnin poistoilmapiippu.

Matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila sijaitsee maan alla ja sinne johtavan luolan suuaukko sijaitsee aidatulla voimalaitosalueella. Loppusijoituslaitoksen sijainti esitetään ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksessa. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto on suunniteltu sijaitsevan voimalaitosrakennusten länsipuolella.

Aluevaraukset tarvitaan myös rakentamisen aikaisille työmaatoiminnoille, maa-ainesten välivarastoinnille, pysäköinnille ja majoitukseen. Lisäksi voimalaitosyksikön rakenteisiin kuuluvat muun muassa jäähdytysveden ottoon ja poistoon liittyvät tunnelit ja rakenteet sekä satama-allas aallonmurtajineen ja satamalaitureineen merikuljetuksia varten.

## 3.6 Ydinvoimalaitoksen rakentaminen

### 3.6.1 Rakennustyömaan kuvaus

Ydinvoimalaitoksen rakentaminen on mittava projekti. Rakentamisen ensimmäisessä vaiheessa, joka kestää noin kolme vuotta, rakennetaan laitoksen tarvitsema infrastruktuuri sekä toteutetaan maa- ja vesirakentamistyöt. Voimalaitosalueelle rakennetaan noin neljän kilometrin pituinen yhdystie valtatieltä 8. Yhdystien rakentamisen yhteydessä valmistellaan myös liittyminen kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon, ja työmaa liitetään 20 kilovoltin sähköverkkoon.

Maarakennustyöt aloitetaan laitosalueen puiden kaadolla ja pintamaan poistamisella, jota seuraa tarvittavien teiden rakentaminen alueelle. Maa-alueella toteutettavat maanrakennustyöt sisältävät kallioperän räjäytystöitä ja louhintaa jäähdytysvesitunnelien ja voimalaitoskaivannon rakentamiseksi sekä laitosalueen ja tukialueiden täyttöä, korottamista ja tasoitusta. Samanaikaisesti maarakennustöiden kanssa toteutetaan vesirakentamistöitä, jotka sisältävät louhintaa ja kaivutöitä meriväylän ja satama-alueen sekä jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden rakentamiseksi.

Maa- ja vesirakennustöiden on arvioitu alkavan vuonna 2015 ja kestävän noin kaksi vuotta.

Rakennusvaiheen tarpeisiin laitosalueelle rakennetaan väliaikaisia rakennuksia kuten konttori- ja varastorakennuksia, ruokala- ja sosiaalituloja ja betoniasema. Lisäksi rakennetaan joitain pysyviä rakennuksia ja rakennelmia kuten porttirakennus sekä laitosaluetta ympäröivä aita.

Varsinainen voimalaitosrakentaminen aloitetaan, kun infrastruktuuri ja maa- ja vesirakentamistyöt on saatu päätökseen. Voimalaitosrakentaminen kestää 5-6 vuotta mukaan lukien laitoksen asennustyöt. Laitoksen käyttöönotto kestää 1-2 vuotta. Tavoitteena on, että ydinvoimalaitoksen käyttö alkaisi vuoteen 2024 mennessä.

Työmaalla työskentelee enimmillään arviolta 3 500 henkilöä. Laitosalueen läheisyyteen rakennetaan pysäköintialue ja majoitusalue, johon majoittuu osa rakennustyömaan työntekijöistä.

### 3.6.2 Maa- ja vesirakennustyöt

#### 3.6.2.1 Vesirakenteet

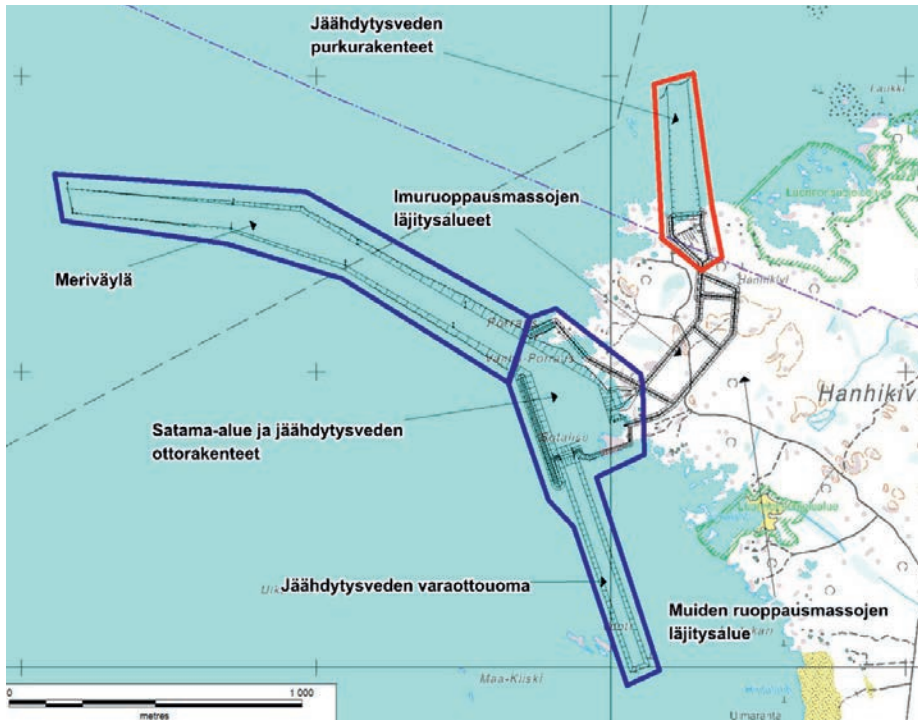
Kuvassa 3-5 on esitetty voimalaitoksen tarvitsemien vesirakenteiden suunniteltu sijainti. Satama-allas, meriväylä, jäähdytysveden varaottouoma ja jäähdytysveden ottorakenteet sijoittuvat Hanhikiven niemen länsi- ja luoteisosaan. Jäähdytysveden purkurakenteet sijoittuvat pohjoisrannalle.

Hanhikiven niemen länsirannalle rakennettava meriväylä ja satama-allas ovat tarpeen ydinvoimalaitosta palvelevalle meriliikenteelle. Merenkulkuyhteyttä tarvitaan voimalaitoksen rakentamisen ja vuosihuoltojen aikana koneiden ja laitteiden kuljetuksiin sekä myöhemmin tulevaisuudessa muun muassa mahdollisesti käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamiseen. Lisäksi laivaväylä ja satama-allas toimivat osana laitoksen jäähdytysvedenottorakenteita.

Suunnitellun satama-altaan vesisyvyys on 10 metriä ja kääntöaltaan pituus 200 metriä. Satama-altaan eteläosaan sijoitetaan satamalaituri, jonka pituus on noin 120 metriä. Alustavien suunnitelmien mukaan satama-allasta rajaavien aallonmurtajien harja on 4 metrin korkeudessa merenpinnasta ja aallonmurtajien yhteispituus on noin 650 metriä. Aallonmurtajan eteläisestä reunasta lähtevän jäähdytysveden varaottouoman pituus on 700 metriä, pohjan leveys 40 metriä ja syvyys kuusi metriä. Meriväylän pituus on 2,4 kilometriä, harausvyvyys on 8,1 metriä ja pohjan leveys 80 metriä.

Jäähdytysvesi otetaan voimalaitokselle satama-altaan itäisen laidan kautta ja se johdetaan voimalaitokselle kallio-tunnelissa, joka on noin 200 metriä pitkä. Tunnelin poikkileikkauksen pinta-ala on noin 40-45 m<sup>2</sup>. Jäähdytysveden ottopaikan valinnassa ja sijoituksessa on huomioitu jäähdytysveden ottoa vaikeuttavat ilmiöt kuten levien, hiekan, alijäähtyneen veden ja mahdollisten ahojaiden aiheuttamat vaikutukset. Ottorakenne on mitoitettu siten, että virtausottoaukon suulla pysyy matalana (virtausnopeus noin 0,2-0,3 m/s). Tällä vähennetään jäähdytysveden mukana kulkeutuvan kiintoaineksen määrää.

Jäähdytysvesitunnelin suu suojataan 15-17 metriä leveällä betonirakenteella, johon kiinnitetään karkeavälppä karkean



**Kuva 3-5.** Meriväylän, satama-alueen, jäähdytysveden ottorakenteiden, jäähdytysveden varaottouoman ja jäähdytysveden purkurakenteiden suunniteltu sijainti Hanhikiven niemellä. Purkurakenteiden alue on rajattu punaisella, muut rakenteet sinisellä värillä.

kiintoaineksen poistamiseksi jäähdytysvedestä. Betonirakenne rakennetaan vesirakentamistöiden yhteydessä työpaidon suojassa. Voimalaitoksen käytön aikana betonirakenne jää suurimmaksi osaksi veden alle. Pinnalle näkyy laituria muistuttava betonirakenne.

Lämmennyt jäähdytysvesi johdetaan voimalaitokselta noin 300 metriä pitkää tunnelia pitkin Hanhikiven niemen pohjoisrannalle merialueelle purettavaksi. Vesirakentamisen yhteydessä rakennetaan jäähdytysveden purkurakenteet, joihin kuuluvat betoninen purkurakenne, purku-uoma ja uoman alkuosaa suojaavat penkereet. Ruopattavan purku-uoman pituus on 600 metriä, syvyys -3 metriä ja pohjan leveys noin 70 metriä. Purku-uoman alkupäästä ja purkurakennetta suojaavien läntisen ja itäisen penkereen pituudet ovat 200 metriä ja 150 metriä.

### 3.6.2.2 Maansiirtomassat

Maansiirtotöissä syntyy suuria määriä kaivu-, louhinta- ja ruoppausmassoja. Suurimmat massamäärät syntyvät satama-altaan ja meriväylän ruoppausmassoista sekä laitosalueen kaivu- ja louhintamassoista. Maansiirtotöissä syntyvä kiviaines pyritään hyödyntämään laitosalueella erilaisissa täyttöissä ja tasauksissa ja aallonmurtajien rakentamisessa satama-alueelle ja jäähdytysveden purkualueelle. Koska Hanhikiven niemen maanpinnan taso on matala, maanpintaa korotetaan ydinvoimalaitoksen rakennusten alueella 4,5 metriin meren pinnan tasolta. Kiviainesta joudutaan mahdollisesti kuljettamaan myös muualta laitosalueen täyttöihin.

Vesirakentamisessa ruopattu irtomaata pyritään sijoittamaan myös laitosalueen täyttöihin. Täyttöihin kelpaamattomat massat, kuten savea sisältävät massat, läjitettäisiin erilliselle läjitysalueelle mereen. Suunniteltu meriläjitysalue

sijaitsee Hanhikiven niemestä noin 9,5 kilometriä lännen suuntaan ja se on laajuudeltaan noin 190 hehtaaria.

Niemen alueelta poistettua pintamaata, noin 100 000-150 000 m<sup>3</sup> (irtotilavuus), ei voida juurikaan hyödyntää laitosalueella ja se kuljetetaan erikseen sovituille maanläjitysalueille. Taulukossa 3-2 on esitetty arvio muodostuvien massojen määristä ja niiden hyödyntämisestä.

### 3.6.3 Rakennustyömaan turvallisuus, työvoiman hallinta ja ympäristöasiat

Rakennustyömaan turvallisuuden ja ympäristöasioiden hallinta suunnitellaan ja ohjeistetaan ennen rakennustöiden alkua ja rakennustöiden edetessä. Perustana suunnittelussa on toimintaan ja kuhunkin työvaiheeseen liittyvät tunnistetut turvallisuus- ja ympäristöriskit ja tavoitteena niiden poistaminen ennalta. Fennovoima ja laitostoimittaja nimeävät turvallisuus- ja ympäristöriskien hallintaan sekä toiminnan päivittäiseen valvontaan omat organisaationsa, joiden vastuulla on myös yhteistoiminta eri viranomaistahojen ja alueellisen pelastuslaitoksen edustajien kanssa.

Ydinvoimahanketta ja työmaata koskevat turvallisuus- ja ympäristövaatimukset ja työmaan erityispiirteet perehdytetään työntekijöiden perehdyttämiskoulutuksissa ennen työmaalle töihin tuloa. Lisäksi koulutuksia toteutetaan eri työvaiheissa tarpeen mukaan. Työmaalla huolehditaan siitä, että työntekijät saavat tarvitsemansa koulutuksen ja ohjeistuksen ymmärtämällään kielellä.

#### 3.6.3.1 Työturvallisuus

Valtioneuvoston asetuksen (205/2009) rakennustyön turvallisuudesta mukaisesti Fennovoima varmistaa, että rakennustyöt suunnitellaan ja toteutetaan turvallisesti ja

**Taulukko 3-2.** Ydinvoimalaitoksen rakentamisessa syntyvien massojen arvioidut määrät.

Rakentamisessa syntyvät massat	Määrä irtotilavuus m <sup>3</sup>
Pintamaiden poisto	110 000
Laitosalueen kaivu- ja louhintamassat	300 000
Jäähdytysvesitunneleiden louhintamassat	60 000
Meriväylän ruoppaus- ja louhintamassat	380 000
Satama-altaan ja jäähdytysveden ottorakenteen ruoppaus-, kaivu ja louhintamassat	750 000
Jäähdytysveden varaottouoman ruoppaus- ja louhintamassat	110 000
Jäähdytysveden purkurakenteiden ruoppaus-, kaivu- ja louhintamassat	140 000

aiheuttamatta haittaa työntekijöiden terveydelle. Työmaalla toteutetaan nolla tapaturmaa -periaatetta, jonka mukaan työtapaturmat ja onnettomuudet ovat ennalta ehkäistävissä töiden ja työvaiheiden huolellisella suunnittelulla ja toteuttamisella. Perustana suunnittelussa on kuhunkin työvaiheeseen liittyvät tunnistetut turvallisuusriskit ja tavoitteena niiden poistaminen ennalta.

Fennovoiman vastuulla on laatia rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten niin sanottu turvallisuusasiakirja, jossa esitetään hankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaaratekijät ja hankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta koskevat tiedot. Lisäksi Fennovoima laatii työmaata koskevat yleiset turvallisuusäännot ja menettelyohjeet, joita kaikki työmaalla työskentelevät noudattavat.

Rakennustyömaalle nimetyt päätoteuttajan vastuulla on laatia, kouluttaa ja ottaa käyttöön varsinaiset turvallisuus- ja työmaasuunnitelmat ja turvallisuusohjeet. Turvallisuus-suunnitelmassa osoitetaan, miten rakennustyöt aiotaan toteuttaa turvallisesti niin, että vaara- ja haittatekijät poistetaan tai niistä aiheutuvat terveydelle ja turvallisuudelle aiheutuvat vaarat hallitaan. Turvallisuussuunnitelmassa esitetään työmaata koskevat yleiset työturvallisuusvaatimukset sekä Fennovoiman esittämät turvallisuusvaatimukset ja -tiedot. Työmaasuunnitelmassa esitetään suunnitelma työmaa-alueen käytöstä, kuten rakennustarvikkeiden purku- ja lastauspaikat, työkoneiden ja maamassojen sijainnit, työmaan järjesty- ja siisteysvaatimukset ja rakennusaikaiset liikennejärjestelyt.

Turvallisuus- ja työmaasuunnitelman laadinnan yhteydessä tehdään niitä koskeva riskienarviointi, jossa käydään läpi muun muassa työmaalla suoritettavat vaaralliset työt ja työvaiheet, onnettomuusvaarat, työhygieniä, työmaan johtaminen sekä eri urakoitsijoiden ja eri toimintojen yhteensovittaminen.

Pääurakoitsija laatii ja ottaa käyttöön työmaata koskevan työturvallisuuden hallintajärjestelmän. Työturvallisuutta koskevien ohjeiden laadinnassa huomioidaan riskiarviointien tulokset ja lainsäädännön vaatimukset.

### 3.6.3.2 Työvoiman hallinta

Tilajavastuulain (1233/2006) mukaan tilaajan on selvitettävä, että sen kanssa alihankinnoista tai vuokratyöstä sopimuksia tekevät yritykset täyttävät työnantajina lakisääteiset

velvoitteensa harmaan talouden torjumiseksi. Työvoiman käyttöä rakennustyömaalla hallitaan ja valvotaan ja harmaata taloutta torjutaan laatimalla ennalta yhteistyökäytännöt ammatti- ja työnantajaliittojen, laitostoimittajan sekä eri viranomaisten kanssa. Fennovoima on koonnut keskeisten suomalaisten työmarkkinajärjestöjen edustajista työryhmän, joka pohtii ennalta ratkaisuja työmaan työmarkkinahaasteisiin.

Fennovoima valmistelee työmaalle kattavaa tietojärjestelmää, jonka avulla tilajavastuulain ja työlainsäädännön noudattamista voidaan ajantasaisesti valvoa. Lisäksi työmaan läheisyyteen valmistellaan viranomaispistettä, jossa työntekijät ja yritykset voivat asioida ja saada neuvontaa.

### 3.6.3.3 Laitosturvallisuus

Rakentamisen aikaisilla turvajärjestelyillä varmistetaan, että rakennustyömaalle ei kohdistu lainvastaista toimintaa. Turvajärjestelyt kattavat vartioinnin ja valvonnan, työmaan rakenteellisen suojaamisen sekä hallinnolliset menettelyt.

Työmaata ympäröi vahva metalliverkkoaita. Aitalinjaa valvotaan aitalinjan yhteyteen kiinteästi asennetulla tallentavalla kameravalvontajärjestelmällä. Työmaa-alue ja aitalinja valaistaan. Aitalinjan lisäksi kameravalvonta käsittää työmaa-alueen sekä alueen tiet lainsäädännön vaatimukset huomioiden.

Rakentamisen aikaisen vartioinnin tavoitteena on ylläpitää hyvää perusturvatasoa ja ennalta ehkäistä vaarantavia tilanteita. Päivittäisen perusturvaton säilyttämisen lisäksi vartiointi puuttuu myös työmaan toimintoja uhkaaviin tilanteisiin. Kaikille työmaalle tuleville henkilöille suoritetaan turvatarkastus. Henkilön kulkuoikeus varmistetaan biometrisellä kulunvalvontajärjestelmällä. Biometrinen tunnistus voi olla esimerkiksi sormenjälkeen perustuva. Kulunvalvonnalla valvotaan ja rajoitetaan liikkumista työmaalla.

Ajoneuvoliikenne ja pysäköinti suunnitellaan siten, että liikenneturvallisuus ja muut turvallisuusasiat on otettu huomioon. Alueelle asetetaan nopeusrajoitus ja ajoneuvojen nopeuksia myös valvotaan. Hälytysajoneuvojen pääsy työmaa-alueelle ja mahdollisten evakuointien suorittaminen varmistetaan kaikissa olosuhteissa.

Voimalaitosalueelle tullaan hakemaan jo sen rakentamisen aikana poliisilain (872/2011) mukaista liikkumis- ja oleskelurajoitusta.

### 3.6.3.4 Pelastustoiminta

Rakennustyömaan turvallisuusasioista vastaavat henkilöt suunnittelevat ja sopivat yhdessä alueellisen pelastuslaitoksen ja poliisilaitoksen kanssa käytännön toiminnasta mahdollisissa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Tällaisia poikkeustilanteita ovat muun muassa vakavat työtapaturmat, tulipalot ja öljy- ja kemikaalivuodot. Rakennustyömaa varustetaan ensisammutukseen ja vuotojen torjuntaan sekä ensiaputoimintaan tarvittavilla välineillä ja laitteilla. Työntekijöitä koulutetaan toimimaan erilaisissa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Lisäksi työmaalle perustetaan palotorjuntaan ja ensiaputoimintaan erikoistuneet ryhmät.

### 3.6.3.5 Ympäristönsuojelu

Fennovoima laatii rakennusprojektille myös ympäristöohjeistuksen, joka sisältää ympäristöasioiden hallintaan liittyvät yleiset vaatimukset rakennustyömaalla. Näitä vaatimuksia ovat muun muassa rakennusjätteiden lajitteluun ja käsittelyyn liittyvät periaatteet ja ulkomeluun ja luonnossa liikkumiseen liittyvät rajoitukset. Pää toteuttajan vastuulla on laatia ja ottaa käyttöön oma ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ja ympäristöohjeistus. Näin varmistetaan, että työmaan osapuolet hoitavat ympäristöasiat säädösten, lupien sekä parhaiden käytäntöjen mukaisesti.

## 3.7 Ydinpolttoaineen hankinta

Sähköteholtaan noin 1 200 megawatin ydinvoimalaitos käyttää vuosittain polttoaineena noin 20-30 tonnia väkevöityä uraania. Tämän polttoainemäärän tuottamiseen tarvitaan 200-350 tonnia luonnonuraania. Luonnonuraanin sijaan polttoaineen valmistukseen voidaan käyttää myös niin sanottua sekundäärisistä lähteistä peräisin olevaa uraania.

Ydinvoimalaitoksella on tavanomaisesti noin yhden vuoden käyttöä vastaava polttoainevarasto. Tarvittaessa ydinpolttoainetta voidaan helposti varastoida huoltovarmuussyistä myös pidempien käyttöaikojen tarpeeksi.

Käytettäessä luonnonuraania ydinpolttoaineen tuotannon vaiheita ovat: raakauraanin louhinta ja rikastus, konversio, isotooppirikastus eli väkevöinti ja polttoainennippujen valmistus. Fennovoima suunnittelee käyttävänsä polttoaineena luonnonuraanin lisäksi sekundäärisistä lähteistä peräisin olevaa polttoainetta, kuten jälleenkäsiteltyä uraania. Tällöin raakauraanin louhinta ja rikastus jäävät kokonaan pois tuotantoketjusta.

Ydinpolttoaineen tuotantoketjua luonnonuraanista on kuvattu yleisellä tasolla luvussa 3.7.2.

### 3.7.1 Polttoaineen saatavuus

Uraania ostetaan maailmanlaajuisilta markkinoilta. Maailman ydinvoimalaitosten uraanin tarve vuonna 2012 oli noin 65 000 tonnia maailman ydinvoimakapasiteetin ollessa 372 gigawattia. WNA:n (World Nuclear Association eli Maailman ydinvoimajärjestö) perusskenaarion mukaan ydinvoiman tuotantokapasiteetti kasvaa vuoteen 2030 men-

nessä tasolle 520 gigawattia sen myötä uraanin kysyntä nousee 90 000 tonniin vuodessa. (WNA 2013)

Luonnonuraanin tuotanto kattaa nykyisin noin 85 % uraanin kysynnästä. Muu osuus markkinoilla olevasta uraanista on peräisin polttoaineuraanin väkevöinti-prosessissa syntyneen köyhdytetyn uraanin uudelleenväkevöinnistä, käytetyn polttoaineen uudelleenkäsitteystä sekä uraanivarastoista.

#### 3.7.1.1 Uraanin tuotanto

Uraani on suhteellisen yleinen alkuaine, jota esiintyy erilaisina pitoisuuksina lähes kaikkialla maapallolla. Esimerkiksi graniitissa uraanin pitoisuus on tyypillisesti 0,0004 prosenttia ja merivedessä pitoisuus on tuhannesosa siitä. Korkeimmat uraanipitoisuudet ovat eräillä Kanadan kaivosalueilla ja paikoin jopa yli 20 prosenttia. Tällä hetkellä taloudellisesti hyödynnettävissä esiintymissä uraanin pitoisuus on vähintään 0,1 prosenttia.

Uraanin tuotantomäärä vuonna 2012 oli vajaa 70 000 tonnia. Suurimmat uraanin tuottajamaat vuonna 2012 olivat Kazakstan 36,5 prosentin osuudella, Kanada 15 prosentin osuudella ja Australia 12 prosentin osuudella uraanin kokonaistuotannosta. Muita suuria tuottajamaita ovat viime vuosina olleet Nigeria, Namibia ja Venäjä (Kuva 3-6). (WNA 2013)

Suurimpia luonnonuraanin tuotantoyrityksiä ovat KazAtomProm, AREVA ja Cameco, joiden osuus kokonaistuotannosta vuonna 2012 oli noin 45 prosenttia.

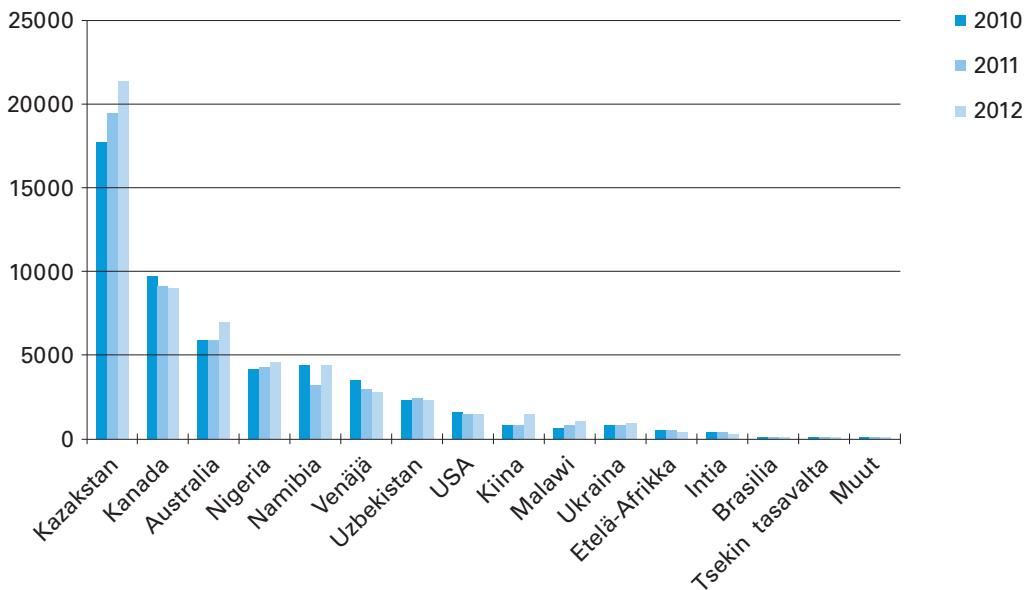
Vaikka jo nykyisin tunnetut varannot ovat riittäviä turvaamaan myös odotettavissa olevan ydinvoiman tuotantokapasiteetin lisäyksestä aiheutuvan kysynnän kasvun, kartoitetaan maailmalla jatkuvasti kuitenkin uusia uraanivarantoja. Uusien kaivosten avaaminen riippuu uraanin kysynnästä ja maailmanmarkkinahinnasta.

#### 3.7.1.2 Sekundääriset uraanin lähteet

Noin 15 prosenttia uraanin tarpeesta katetaan tällä hetkellä niin sanotuista sekundäärisistä lähteistä peräisin olevalla uraanilla. Luonnonuraanin lisäksi muita uraanin lähteitä ovat sotilaallisesta käytöstä, ydinaseista ja sukellusveneistä peräisin olevan korkeasti väkevöidyn (U-235 -pitoisuus yli 20 prosenttia) uraanin sekoittaminen köyhdytettyyn uraaniin, polttoaineuraanin väkevöinti-prosessissa syntyneen köyhdytetyn uraanin uudelleenrikastus sekä käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely. Lisäksi maailmalla on jonkin verran raaka-ainemarkkinoilla toimivien sijoittajien keräämiä uraanivarastoja. Tulevaisuudessa esimerkiksi jälleenkäsitteystä saatavan uraanipolttoaineen määrä arvioidaan nousevan jopa kaksinkertaiseksi.

Uraanin väkevöinnistä on toimitettu jonkin verran köyhdytettyä uraania uudelleenväkevöitäväksi Venäjälle. Köyhdytettyä uraania varastoidaan, koska se on ydinpolttoaineen raaka-aine ja sitä voidaan tulevaisuudessa hyödyntää polttoaineen valmistuksessa. Köyhdytettyä uraania käytetään myös sekaoksidipolttoaineen eli uraanioksidin ja plutoniumoksidin seoksen valmistuksessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyssä erotettu plutonium voidaan kierrättää sekaoksidipolttoaineeksi ja



**Kuva 3-6.** Luonnonuraanin tuotantomäärät (tonnia) maittain vuosina 2010-2012 (WNA 2013).

köyhdytetty uraani voidaan kierrättää käytettäväksi uudelleen ydinpolttoaineena. Plutonium voidaan käyttää suoraan sekaoksidipolttoaineen valmistuksessa, uraanin kierrätys ydinpolttoaineeksi vaatii uudelleen väkevöinnin. Jälleenkäsittelylaitoksia on Ranskassa, Britanniassa, Venäjällä ja Japanissa. Sekaoksidipolttoainetta valmistetaan muun muassa Ranskassa ja Britanniassa.

Sekaoksidipolttoaineen käyttö on sallittua useissa Euroopan maissa sekä Japanissa. Fennovoima suunnittelee käyttävänsä jälleenkäsiteltyä uraania polttoaineena mutta ei kuitenkaan sekaoksidipolttoainetta.

### 3.7.1.3 Uraanimarkkinoiden näkymät tulevaisuudessa

Uraanin hinta on laskenut Fukushima-onnettomuuden jälkeen tasaisesti ja sen oletetaan olevan alimmillaan tätä selostusta laadittaessa. Tästä eteenpäin hinnan oletetaan maltillisesti nousevan, eikä suuria hintapiikkejä ole ennustettu.

Toisin kuin fossiilisista polttoaineista tuotetun energian tapauksessa, ydinvoiman tuotannossa polttoaineen osuus tuotantokustannuksista on vähäinen. Uraanin hinnan osuus uraanipolttoaineen kustannuksissa on alle kolmannes. Huomattavallakaan uraanin hinnan nousulla ei näin ole merkittävää vaikutusta ydinvoiman tuotantokustannuksiin.

Myös tulevaisuudessa uraania saadaan pääasiassa nykyisistä tuottajamaista.

### 3.7.1.4 Uraanipolttoaineen eri tuotantovaiheisiin liittyvä saatavuus

Konversioyrityksiä on maailmassa kuusi ja niiden laitoksia sijaitsee muun muassa Ranskassa, Iso-Britanniassa, Venäjällä ja USAssa. Laitokset eivät toimi tällä hetkellä niiden täydellä kapasiteetilla. (WNA 2013)

Väkevöintimarkkinoita hallitsee neljä toimittajaa AREVA (Ranska), Urenco (Iso-Britannia, Saksa, Alankomaat), Tenex (Venäjä) ja USEC (Yhdysvallat). Suuria väkevöintilaitoksia on muun muassa Ranskassa, Saksassa, Iso-Britanniassa ja Venäjällä. Lisäksi pienempiä laitoksia on lukuisia, väkevöintikapasiteettia on muun muassa Japanissa ja Kiinassa. Väkevöinnin kapasiteettia on myös mahdollisuus kasvattaa.

Polttoainesauvojen kuorissa käytettävää zirkoniumia on hyvin saatavilla. Uraanipolttoaineen valmistukseen käytettävä osuus zirkoniumin maailmankokonaiskulutuksesta on ollut viiden prosentin luokkaa.

Polttoaineriippujen toimittajia on yhteensä viisi. Kevytvesireaktoreihin soveltuvien polttoaineriippujen tuotantolaitoksia on muun muassa Ruotsissa, Saksassa, Espanjassa, Ranskassa, USAssa ja Venäjällä. Fennovoiman suunnitteleman 1200 MW:n laitoksen polttoainetta valmistetaan tällä hetkellä vain Venäjällä, mutta on oletettavaa, että tulevaisuudessa polttoainetta valmistetaan myös muualla.

## 3.7.2 Polttoaineen tuotantoketju

Ydinpolttoaineen tuotannon vaiheet luonnonuraania käytettäessä ovat uraanimalmin louhinta ja rikastus, konversio uraaniheksafluoridiksi ( $UF_6$ ), väkevöinti isotoopin U-235 suhteen, polttoainetablettien ja polttoainesauvojen valmistus sekä polttoaineriippujen kokoonpano.

### 3.7.2.1 Uraanin louhinta ja puhdistus

Uraanin louhinta ja malmin rikastus ovat normaalia kaivos-toimintaa. Luonnonuraania tuotetaan maanalaisilla kaivoksilla, avolouhoksilla sekä maanalaisella uuttamismenetelmällä. Vuonna 2012 luonnonuraanin kokonaistuotannosta tuotettiin maanalaisilla kaivoksilla 35 prosenttia, avolouhoksilla 20 prosenttia ja uuttamismenetelmällä 45 pro-



senttia (WNA 2013). Valittava louhintamenetelmä riippuu muun muassa esiintymän uraanipitoisuudesta sekä alueen geologisista ominaisuuksista ja pohjavesiolosuhteista.

Tavanomaisissa kaivoksissa malmi louhitaan kalliosta, murskataan ja jauhetaan. Syvällä kalliosta sijaitsevien uraaniesiintymien tapauksessa uraania louhitaan maanalaisista tunneleista. Kaivostoiminnassa muodostuu kaivosjätteitä, rikastushiekkaa ja sivukiveä sekä jätevesiä.

Malmijauhe viedään rikastuslaitokselle, jossa uraani erotetaan malmista, tyypillisesti rikkihapon avulla. Malmin sisältämästä uraanista saadaan talteen tavallisesti 75-90 prosenttia. Happoliuoksesta uraani rikastetaan uuttamalla erilaisilla liuottimilla, minkä jälkeen uraani saostetaan ammoniakkin avulla  $U_3O_8$ :ksi (triuraanioktaoksidi). Rikastusprosessista saatavaa lopputuotetta kutsutaan uraanirikasteeksi (yellow cake, Kuva 3-7).

Uuttamismenetelmässä maahan porataan reikiä, joiden kautta maaperässä kierrätetään hapanta tai emäksistä liuosta (Kuva 3-8). Uraanimineraali liukenee kierrätettävään liuokseen, joka kierrätetään maan pinnalla olevaan laitokseen ja käsitellään pohjaveden happamuudesta riippuen joko liuotin-erotus- tai ioninvaihtomenetelmällä. Saostusvaiheesta saatava seos ( $U_3O_8$ ) kuivataan korkeassa lämpö-



**Kuva 3-7.**  
Uraanirikaste  
(yellow cake).

tilassa. Uuttamismenetelmä on jo pitkään ollut käytössä muun muassa Yhdysvalloissa ja Kazakstanissa ja menetelmän osuus uraanin tuotannossa on kasvussa.

### 3.7.2.2 Konversio ja väkevöinti

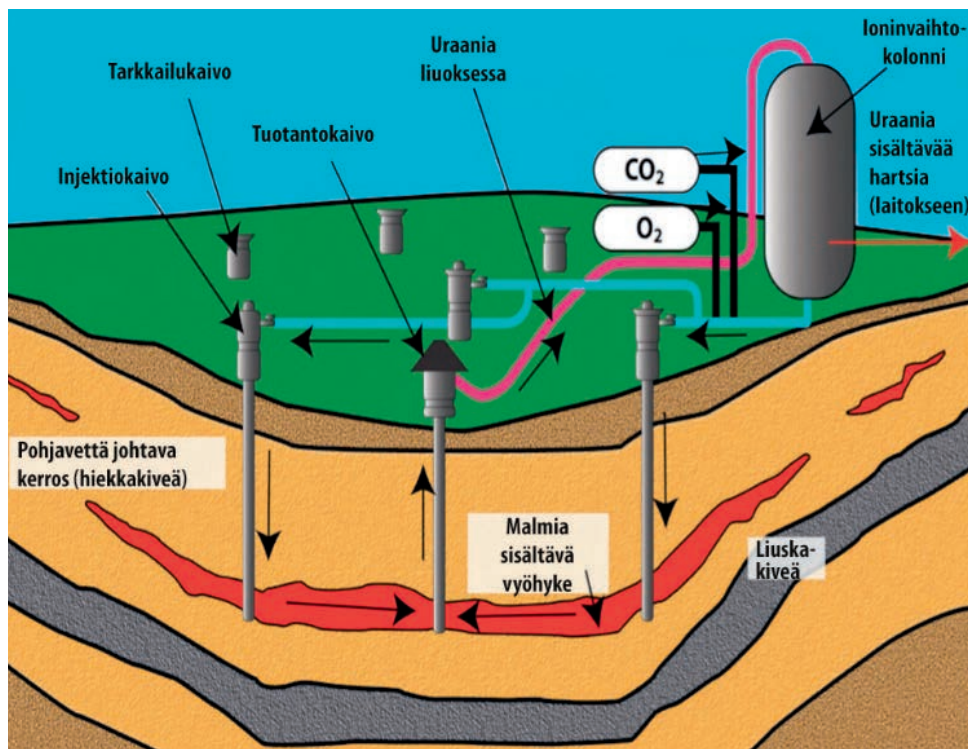
Väkevöintiä varten uraanirikaste (yellow cake) muunnetaan konversiolaitoksella kemiallisissa prosesseissa kaasumaiseen muotoon, uraaniheksafluoridiksi ( $UF_6$ ). Prosesseissa käytetään erilaisia kemikaaleja ja lämpöenergiaa.

Luonnonuraanissa isotooppi U-235:n osuus on 0,7 prosenttia. Kevytvesireaktoreissa uraanin on oltava muodossa, jossa U-235:n osuus on noin 3-5 prosenttia. Väkevöinti tapahtuu joko kaasudiffuusion avulla tai nykyisin enenevässä määrin energiankulutukseltaan huomattavasti alhaisemmalla sentrifugi- eli linkomenetelmällä. Sentrifugierotuksessa uraanin massaltaan erilaiset isotoopit erottuvat toisistaan keskipakovoiman avulla.

Väkevöintiprosessissa alkuperäisen uraanin määrästä 10-15 prosenttia saadaan väkevöitynä uraanina ja 80-90 prosenttia on niin sanottua köyhdytettyä uraania. Köyhdytettyä uraania voidaan käyttää lähinnä sotilaallisesta käytöstä peräisin olevan uraanin laimentamiseen käytettäväksi siviilireaktoreissa.

Konversiolaitoksella kaasumaisia ja nestemäisiä epäpuhtauksia syntyy fluorin valmistuksessa ja uraaniyhdisteen fluorauksessa sekä liuosten puhdistusprosesseissa. Merkittävimmät konversiolaitoksilla tarkkailtavat kaasumaiset epäpuhtaudet ovat fluorivety ( $HF$ ), fluori ( $F_2$ ) ja uraani-isotoopit ( $U$ ).

Sentrifugilaitoksen toiminnasta ja kunnossapidosta syntyy jonkin verran kaasumaisia radioaktiivisia päästöjä. Muun muassa sentrifugilaitoksen kaasupesureista peräisin olevat jätevedet ovat hieman radioaktiivisia.



**Kuva 3-8.** Maanalainen uuttamismenetelmä.

### 3.7.2.3 Polttoainenippujen valmistus

Polttoainetehtaalla tapahtuvat valmistusvaiheet ovat uraanihexafluoridin konvertointi uraanidioksidiksi, pellettien valmistus, polttoainesauvojen valmistus ja polttoainesauvoista muodostuvien nippujen kokoonpano (Kuva 3-9).

Uraanidioksidi varastoidaan polttoainetehtaalla tynnyreissä. Uraanidioksidijauheesta puristetaan pellettejä, jotka ovat halkaisijaltaan noin yksi senttimetriä ja pituudeltaan noin kaksi senttimetriä. Sylinterin muotoiset pelletit ladataan zirkoniumseoksesta tehtyihin 3-4 metrin pituisiin suojakuoriin. Tästä muodostunut polttoainesauva täytetään heliumilla ja lopulta suljetaan tiiviisti. Kokoonpanossa polttoainesauvoista muodostetaan halkaisijaltaan noin 30 senttimetrin nippuja. Painevesireaktorissa polttoainenippusa on tyypillisesti noin 300 polttoainesauvaa.

Väkevöity uraani sisältää vain vähäisiä määriä säteilyn kannalta haitallisempia uraanin hajoamistuotteita, kuten radiumia, radonia tai poloniumia.

Tuotantolaitokselta ulos johdettava poistoilma ja jätevedet puhdistetaan tarpeen mukaan ennen niiden johtamista ympäristöön. Laitokselta ulos menevä ilma johdetaan suodattimen kautta.

### 3.7.2.4 Kuljetukset ja varastointi ydinpolttoaineen tuotantoketjussa

Luonnonuraanirikaste pakataan rikastuslaitoksella 200 litran tynnyreihin, jotka lastataan kontteihin ja kuljetetaan laivalla tai junalla välivarastoon ja konversiolaitokselle. Uraanirikaste on vain heikosti radioaktiivista ja teräksiset kuljetuspakkaukset tarjoavat riittävän säteilysuojan. Kuljetus vaatii vain vaarallisten aineiden kuljetukseen soveltuvan kaluston.

Konversion jälkeen uraanihexafluoridi säilytetään kiinteässä olomuodossa paineistetuissa 8,45 tonnin säiliöissä,

joissa se myös kuljetetaan konversiolaitokselta junalla tai rekka-autoilla väkevöintilaitokselle. Uraanihexafluoridi on kemiallisesti erittäin myrkyllinen aine ja kuljetuksissa sovelletaan asianmukaisia varotoimenpiteitä.

Kuljetusta varten väkevöity uraani pakataan väkevöintilaitoksella kiinteässä muodossa samantyyppisiin säiliöihin kuin väkevöintilaitokselle tuotaessakin. Kuljetussäiliö on rakenteeltaan kaksinkertainen ja lämpösuojattu, jotta se kestää esimerkiksi onnettomuuksien yhteydessä mahdollisen tulipalon (Kuva 3-10).

Tuoreet ydinpolttoaine-elementit kuljetetaan polttoainetehtaalta ydinvoimalaitokselle erityisrakenteisissa pakkauksissa, jotka suojaavat polttoaine-elementtejä kuljetusten aikana (Kuva 3-11). Vähäisen radioaktiivisuuden vuoksi erityistä säteilysuojaa ei tarvita.

### 3.7.3 Ydinpolttoaineen hankinnalle asetettavat laatu- ja ympäristötavoitteet

Ydinpolttoaineelle asetettavat laadulliset vaatimukset liittyvät polttoaineen toiminnallisuuteen sekä luotettavuuteen. Toiminnallisuuteen kuuluvat muun muassa käytön joustavuus, korkea energian tuotto ja toiminta-aika reaktorissa. Luotettavuuteen kuuluu polttoainesauvojen säilyminen hyväkuntoisina kaikissa käyttöolosuhteissa ja myös poikkeuksellisissa olosuhteissa.

Polttoainenippujen suunnittelulle ja valmistukselle on määriteltävä tarkat laatustandardit. Polttoainevalmistajilla sekä ostajilla on käytössä perusteellisia laaduntarkastusohjelmia ja -menettelyjä sen varmistamiseksi, että valmiit polttoaineniput vastaavat asetettuja vaatimuksia. Laaduntarkastus pitää sisällään erityiset polttoaineen materiaaleille, kokoonpanolle ja niiden osille sekä niiden valmistuksessa käytettäville välineille suoritettavat testit ja tarkastukset. Laadun varmistus perustuu ulkopuolisen arvioijan suorittamaan tarkastuksiin sekä testi- ja tarkastustulosten



**Kuva 3-9.** Polttoainetabletit ja polttoainenippujen kokoonpano.



**Kuva 3-10.** Väkevöidyn uraanin kuljetussäiliöt. (E.ON 2008)



**Kuva 3-11.** Polttoainepippujen kuljetussäiliöt. (E.ON 2008)

valvontaan sen varmistamiseksi, että valmistusvaiheiden työprosessit ja niihin liittyvät tarkastukset suoritetaan vaatimusten mukaisesti ja että lopputuote vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Ohjelmien on vastattava tuottajan sekä ostajan kansallisen ydinvoimaviranomaisen vaatimuksia. Niiden lisäksi kaikki merkittävimmät ydinpolttoaineen toimittajat soveltavat toiminnassaan myös kansainvälisiä ISO 9000 -sarjan laadunhallintastandardeja.

Säteilyturvakeskus valvoo ydinenergia-asetuksen mukaisesti, että ydinpolttoaine suunnitellaan, valmistetaan, kuljetetaan ja varastoidaan ja sitä käsitellään ja käytetään annettujen säännösten ja määräysten mukaisesti. Mainittuja vaiheita koskevat vaatimukset esitetään Säteilyturvakeskuksen ydinmateriaalia koskevilla ydinvoimalaitosohjeissa.

Laatumäärittelyjen ohella ostajat kiinnittävät huomiota myös polttoaineen tuotantoprosessin ympäristönäkökohtiin. Ympäristövaikutuksiin liittyviä seikkoja arvioidaan ydinpolttoaineen ostajan oman ympäristöpolitiikan asettamien kriteereiden mukaisesti. Polttoaineen toimittajilta voidaan edellyttää ympäristönhallintajärjestelmää tai muuta todennusta siitä, että ympäristöasioita hoidetaan hyväksytävästi. Vähimmäisvaatimuksena on, että tuottajan toiminta on kansallisten lakien ja säästöjen mukaista.

WNA, WANO (World Association of Nuclear Operators eli Ydinvoiman käyttäjien maailmanlaajuinen yhdistys) sekä IAEA (International Atomic Energy Agency eli kansainvälinen atomienergiajärjestö) ovat laatineet kansainvälisiä ohjeita ja periaatteita niin turvallisuuden kuin ympäristön kannalta parhaista sovellettavista käytännöistä uraanipolttaineen tuotantovaiheissa. WNA:n periaatteet ovat erityisesti niitä maita varten, joissa kansallinen lainsäädäntö ei vielä ole sillä tasolla, että se takaisi muun muassa ympäristöasioiden huomioon ottamisen riittävällä tasolla. (WNA 2008)

Ydinpolttoaineen ostajat suorittavat auditointeja uraanin tuotantoketjun eri vaiheissa toimivissa yrityksissä ja tuotantolaitoksissa. Auditointien tarkoituksena on muun muassa käsityksen muodostaminen polttoaineen tuotantoketjussa toimivien yritysten ympäristönsuojelun hallinnan tasosta, ympäristöasioiden hoitoa koskevien säästöjen ja standardien soveltamisen tasosta sekä työturvallisuuden hallinnasta.

Auditoinneissa kiinnitetään huomiota muun muassa toiminnasta aiheutuviin päästöihin ja niiden seurantaan, kuljetuksiin, alihankintoihin, osallistumiseen paikalliselle väestölle järjestettäviin palveluihin, turvallisuuteen, riskianalyysiin, poikkeustilanteiden hallintaan sekä sätei-

lysuojeluun. Auditoinneissa kiinnitetään huomiota myös mahdollisiin parantamiskohteisiin, joista keskustellaan yhdessä tuotantoyrityksen kanssa.

## 3.8 Käytettävät kemikaalit

Kemikaalilainsäädännön mukaisesti käytettävät kemikaalit on valittava vähiten haitallisten kemikaalien joukosta, mikäli se on mahdollista. Ydinvoimalaitoksella käytetään erilaisia kemikaaleja noin 200 tonnia vuodessa. Kemikaaleista suurin osa on erilaisia happoja ja emäksiä, joita käytetään voimalaitoksen prosessiveden valmistuksessa ja laitoksen vesikiertojen happamuuden ja kemiallisten reaktioiden säätelyyn. Lisäksi kemikaaleja käytetään muun muassa suljetun höyrykierron laitteiden ja putkistojen puhdistukseen ja korroosion estämiseen. Eniten käytettyjen emästen ja happojen, kuten natriumhydroksidi, rikkihappo ja boorihappo, varastosäiliöt ovat kooltaan 20-50 m<sup>3</sup>. Muiden kemikaalien varastointi tapahtuu joko erilaisissa konteissa tai astioissa kemikaalivarastoiksi rakennetuissa tiloissa tai pienissä säiliöissä.

Voimalaitoksen prosessivesi valmistetaan vedenkäsittelylaitoksessa, jossa kunnalliselta vesilaitokselta tuleva niin sanottu raakavesi johdetaan ionivaihtimien kautta erilaisten vedessä olevien suolojen poistamiseksi. Tässä niin sanotussa täyssiulopoistossa käytetään rikkihappoa ja natriumhydroksidia. Prosessivedestä poistetaan happi hapenpoistokemikaalilla. Tavallisesti hapenpoistokemikaalina käytetään hydratsiinia, mutta sen vaarallisuuden takia pyritään käyttämään muuta kemikaalia, mikäli se soveltuu valittuihin voimalaitoksessa oleviin komponentteihin.

Vedenkäsittelykemikaaleja tarvitaan myös laitoksen vesikiertojen happamuuden ja kemiallisten reaktioiden säätelyssä. Tällaisia kemikaaleja ovat muun muassa ammoniakki- ja natriumfosfaatti. Painevesireaktorissa käytetään boorihappoa reaktorin tehon (reaktiivisuuden) säätämiseen.

Ydinvoimalaitoksen prosesseissa käytetään myös palavia nesteitä ja kaasuja. Esimerkiksi turbiinilaitoksen generaattorin jäähdytyksessä käytetään vetyä. Typpikaasua käytetään tiettyjen laitteiden käyttövoimaksi ja sitä voidaan myös käyttää hätäjähdytysvesisäiliöiden paineistamiseen. Muita palavia nesteitä ja kaasuja varastoidaan tarpeen mukaan kuten kaasumaista happea, asetonia ja asetyleeniä.

Varavoimakoneina käytettävien hätädieselgeneraattorien polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Laitokselle on suunnitella myös kolme 10 megawatin apuhöyrykattilaa, jotka on tarkoitettu höyryn tuottamiseen prosessille laitoshäiriötilanteessa ja laitoksen lämmitykseen. Apuhöyrykattiloiden polttoaineena on myös kevyt polttoöljy.

Varavoimakoneiden (hätädieselgeneraattorit) käyttöä varten varastoitavan kevyen polttoöljyn määrä on 1 000-2 000 tonnia vuodessa. Apuhöyrykattiloita varten varastoidaan ainakin noin 400 tonnia kevyttä polttoöljyä seitsemän päivän tarpeisiin.

Voimalaitosalueelle rakennetaan mahdollisesti myös kaasuturbiinilaitos. Laitosta käytettäisiin vain sähköverkon häiriötilanteissa. Varastoitavan kevyen polttoöljyn määrä on arviolta 4 000 m<sup>3</sup>, mikä riittää noin viideksi päiväksi.

Pyörivien koneiden (muun muassa turbiinien ja generaattorien laakerit, pumput) voiteluun käytetään voiteluöljyä. Lisäksi muuntajassa on suuri määrä jäähdytykseen tarkoitettua öljyä.

Kemikaali- ja polttoainejärjestelmien suunnittelussa pyritään ennalta minimoimaan erilaisten vuoto- ja onnettomuustilanteiden syntyminen. Suunnittelun tukena käytetään riskianalyysijä. Kemikaalien purkupaikat, varastosäiliöt ja varastot sekä kemikaalien annostelujärjestelmät rakennetaan vaarallisten kemikaalien turvallista varastointia ja käsittelyä koskevan lainsäädännön ja sen nojalla annettujen Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) ohjeiden ja SFS-standardien mukaisesti. Mahdollisten vuotojen varalta tilat, joissa on kemikaalisäiliöitä tai varastotiloja, viemäroidään suoja-altaisiin, lietteen- ja öljynerotuskaivoihin sekä neutralointialtaaseen. Myös kemikaalien purkupaikat allastetaan.

Kemikaalien varastoinnissa ja käytössä huomioidaan REACH-asetuksen mukaiset kemikaalien käyttäjän vastuut ja velvollisuudet sekä kunkin kemikaalin käyttöturvallisuustiedotteessa esitetyt ohjeet kemikaalin turvallisuudesta käsittelystä. Kemikaalien käsittelystä laaditaan ohjeet, jotka kattavat myös toiminnan mahdollisissa kemikaalien vuoto- ja onnettomuustilanteissa, ja laitoksen henkilökunta opastetaan kemikaalien turvalliseen käyttöön.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES) valvoo vaarallisten kemikaalien ja polttoaineiden käsittelyä ja varastointia. Ydinvoimalaitoksella varastoitavien vaarallisten kemikaalien määrän perusteella toiminta on laajamittaista, mikä edellyttää luvan hakemista TUKES:iltä.

Kemikaalien kuljetuksissa noudatetaan niitä koskevia turvallisuusohjeita ja -määräyksiä. Vaarallisten kemikaalien kuljetuksesta säädetään laissa vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994) sekä sen nojalla annetuissa alempiasteisissa säädöksissä.

## 3.9 Veden tarve ja hankinta

### 3.9.1 Jäähdytysveden tarve ja purku mereen

Jäähdytysveden tarve vaihtelee suhteessa tuotettavaan energiamäärään. Noin 1 200 megawatin laitos käyttää noin 40-45 m<sup>3</sup>/s merivettä lauhduttimien jäähdytykseen. Suunnitelman mukaan jäähdytysvesi otetaan rantaotona Hanhikiven niemen länsirannalla sijaitsevan satama-altaan kautta ja puretaan niemen pohjoisosasta.

Ennen jäähdytysveden johtamista lauhduttimiin siitä poistetaan suurimmat epäpuhtaudet tai kappaleet johtamalla se jäähdytysvesirakenteen suulla olevan noin 10 senttimetrin väleillä varustetun väljän läpi. Sen jälkeen jäähdytysvesi johdetaan hienomman väljän läpi ja lopuksi esimerkiksi ketjukorisuodattimien kautta. Ketjukorisuodattimien silmäkoko on noin 1 mm<sup>2</sup> ja niiden avulla poistetaan viimeisetkin sellaiset partikkelit, jotka voisivat aiheuttaa lauhduttimen putkien tai muiden jäähdytysvesijärjestelmän osien kulumista niiden läpi kulkiessaan. Lauhduttimen läpi kulkenut jäähdytysvesi johdetaan noin

10-12 °C astetta lämmenneenä takaisin mereen jäähditysveden poistokanavaa pitkin.

Jäähditysveden leviämistä ja vaikutuksia vesistöön ja luontoon tarkastellaan luvussa 7.4.

### 3.9.2 Käyttöveden tarve

Voimalaitoksella tarvitaan makeaa vettä sekä talouskäyttöön että laitoksen prosessivesien valmistukseen. Arvio voimalaitoksen makean veden tarpeesta rakentamisen ja käytön aikana on esitetty taulukossa jakeittain (Taulukko 3-3). Voimalaitoksen tarvitsema käyttöveden hankintakapasiteetti on noin 600 m<sup>3</sup>/vrk.

### 3.9.3 Käyttöveden hankinta ja käsittely

Ensisijaisena vaihtoehtona käyttöveden hankinnalle on keskitetty vedenhankinta kunnalliselta vesilaitokselta, joka vastaa veden laadusta. Muita vaihtoehtoja olisivat veden hankinta pohjavedestä, puhdistamalla makeasta pintavedestä esimerkiksi Pyhäjoesta tai suolanpoiston avulla merivedestä.

Pohjavesi on yleensä niin hyvälaatuista, ettei sitä tarvitse juurikaan käsitellä. Pyhäjoen alueella ei kuitenkaan ole riittävän antoisia pohjavesiesiintymiä. Pintaveden puhdistaminen talousvedeksi vaatii perusteellista käsittelyä, jota varten täytyy rakentaa erillinen käsittelylaitos. Lisäksi pintaveden laatu ja saatavuus vaihtelevat merkittävästi vuodenaikojen välillä. Pyhäjoen vedenlaatu ja virtaama eivät mahdollista jokiveden käyttöä voimalaitoksen vesihuoltotarpeisiin. Talousvettä voidaan myös valmistaa poistamalla suolat merivedestä käänteisosmoosin avulla. Vaihtoehdon etuna on varma raakaveden saanti. Menetelmä vaatisi kuitenkin erillisen vedentuotantolaitoksen.

Laitoksen tarvitsema prosessivesi valmistetaan talousvedestä poistamalla siitä kaikki suolat ioninvaihtimilla. Täyssuolanpoistolaitoksen kapasiteetiksi on suunniteltu noin 50 m<sup>3</sup>/h.

Voimalaitoksella käyttövesi varastoidaan raakavesi-, palo-vesi- ja puhdasvesisäiliöissä. Säiliöistä pumpataan vettä käyttöön tarpeen mukaan. Palovettä on suunniteltu säilytettävän kahdessa säiliössä, jotka molemmat ovat noin 1 200 m<sup>3</sup>. Raakavesisäiliön tilavuus tullaan mitoittamaan niin suureksi, että sillä varaudutaan seitsemän päivän käyttöveden saannin häiriöihin. Täyssuolanpoistettua vettä säilytetään kahdessa säiliössä. Toisen säiliön kapasiteetti riittää viikoksi laitoksen hätätilanteita varten ja sen tilavuus on arviolta 1 000-2 000 m<sup>3</sup>. Tämän säiliön vettä ei käytetä normaaleissa

käyttötilanteissa. Toisessa säiliössä oleva puhdas vesi riittää kolmeksi päiväksi voimalaitoksen normaaliin käyttöön ja säiliön tilavuus on arviolta 2 000-3 000 m<sup>3</sup>.

## 3.10 Jätevedet

Voimalaitoksella syntyy jätevesiä sekä veden käytöstä talousvetenä että voimalaitoksen toiminnoissa. Sosiaalijätevesiin kuuluvat esimerkiksi saniteettitilojen ja suihkujen jätevedet. Voimalaitostoiminnoissa syntyviä jätevesiä ovat esimerkiksi erilaiset pesuvedet sekä prosessivesien valmistuksen ja käytön jätevedet.

Voimalaitoksella syntyvien jätevesien määrää ja käsitteilyä on kuvattu jätevesijakeittain seuraavissa luvuissa.

### 3.10.1 Jäähditysveden puhdistuslaitteiston huuhteluedet

Jäähditysveden mukana laitokselle tulee levää, kaloja ja muuta kiinteää materiaalia. Ne poistetaan välppien ja erilaisten suodattimien avulla ja käsitellään biojätteenä. Jäähditysveden puhdistuslaitteistoon kerääntyvä aines huuhtellaan irti merivedellä ja huuhteluvesi johdetaan takaisin mereen. Jäähditysveden puhdistuslaitteiston huuhteluvesiä syntyy noin 50 m<sup>3</sup> tunnissa eli 1 200 m<sup>3</sup>/vrk.

### 3.10.2 Sosiaalijätevedet

Voimalaitoksella syntyvät sosiaalijätevedet tullaan käsittelemään kunnallisessa vedenpuhdistamossa.

Rakentamisen aikana sosiaalijätevesien kuormitus on voimalaitoksen käyttövaihetta suurempi, koska alueella toimivan henkilöstön määrä on suurempi. Sosiaalijätevesiä arvioidaan syntyvän rakennusvaiheessa noin 300-450 m<sup>3</sup>/vrk. Käyttövaiheessa sosiaalijätevesien määrän arvioidaan olevan normaalisti noin 150 m<sup>3</sup>/vrk ja vuosihuollon aikana noin 250 m<sup>3</sup>/vrk. Arviot rakennusvaiheesta ja käyttövaiheesta syntyvien sosiaalijätevesien aiheuttamasta vesistökuormituksesta on esitetty taulukossa 3-4. Rakennusvaiheen aiheuttama vuotuinen sosiaalijätevesikuormitus vastaa noin 1 500-2 300 ja käyttövaiheen aiheuttama kuorma noin 750 (huoltoseisokin aikana 1 200) kunnallisen jäteveden puhdistamon piirissä olevan henkilön aiheuttamaa vesistökuormitusta.

Käyttöveden tarve		m <sup>3</sup> /vrk
Rakennustöiden aikana	Talousvesi	300-450
	Betoniasema	100
Laitoksen toiminnan aikana	Talousvesi	150
	Prosessivesi	400-500
Vuosihuollon aikana	Talousvesi	250

**Taulukko 3-3.** Arvio käyttöveden tarpeesta voimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikana.

### 3.10.3 Pesulan jätevedet

Voimalaitoksen valvonta-alueella käytettyjen suojavarusteiden pesua varten on oma pesula. Radioaktiivisuuden vähentämiseksi pesulan jätevedet puhdistetaan suodattamalla lianerotinta käyttäen voimalaitoksen nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksessa. Mikäli veteen jää mitattavia pitoisuuksia radioaktiivisuutta, vettä puhdistetaan edelleen ioniselektiivistä suodatusta käyttämällä. Puhdistetut pesulan jätevedet johdetaan säteilymittauksen jälkeen jäähdytysveden poistokanavaan. Pesulan jätevesiä arvioidaan syntyvän noin 20 m<sup>3</sup>/vrk. Pesulajätevesien fosforikuormitus on noin 10 kg vuodessa.

### 3.10.4 Muut jätevedet

Prosessivedellä tarkoitetaan voimalaitoksen höyryprosessissa suljetussa kierrossa kiertävää vettä. Prosessivesien valmistuksessa käytettävä täyssuolanpoistomenetelmä edellyttää ionivaihtohartsien elvyttämistä. Suolanpoistolaitoksella ioninvaihtimien elvytykseen käytetään vettä, johon on lisätty natriumhydroksidia tai rikkihappoa. Elvytyksessä syntyvät happamat ja emäksiset vedet johdetaan neutralointialtaaseen. Neutralointialtaaseen kerätään myös suolanpoistolaitoksen käänteisosmoosilaitteista muodostuva rejektivesi. Vedet neutraloidaan pH-alueelle 5-9 ennen johtamista jäähdytysveden purkukanavaan. Suolanpoistolaitokselta syntyvät jätevedet eivät ole radioaktiivisia ja sisältävät lähinnä neutraloinnista syntyviä suoloja. Suolanpoistolaitokselta syntyvien jätevesien yhteenlaskettu määrä on arviolta noin 100 m<sup>3</sup>/vrk.

Lisäksi jätevesiä syntyy lähinnä suodattimien huuhtelu- ja dekantointivesistä, lattiodien pesuvesistä, laboratorion viemäri-vesistä ja dekontaminoinnissa eli radioaktiivisten komponenttien puhdistuksessa syntyneistä neutraloiduista jätevesistä. Niissä esiintyy radioaktiivisia aineita ja ne käsitellään voimalaitoksen nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksessa. Vesien puhdistus tehdään haihduttamalla ja suodattamalla ioniselektiivisen suodatinmassan läpi. Puhdistettu vesi johdetaan säteilymittauksen jälkeen jäähdytysveden mukana mereen.

Näitä jätevesiä arvioidaan syntyvän yhteensä noin 400 m<sup>3</sup>/vrk. Vuotuisen fosforikuormituksen arvioidaan olevan noin 10-40 kg ja vuotuisen typpikuormituksen arvioidaan olevan korkeintaan noin 4 500 kg/v. Painevesireaktorista aiheutuu vesistöön boorikuormitusta noin 6 000-9 000 kg/v.

### 3.10.5 Sade- ja perusvedet

Voimalaitosalueelta tulevat sade- ja perusvedet (perustusten kuivana pitämiseksi pois johdettava vesi) johdetaan tarvittavien lietteenerotuskaivojen ja öljynerottimien kautta mereen.

Rakentamisen aikana alueella tehdään räjäytys-, louhintaja- ja kivenmurskaustöitä. Työmaalta johdettavat perus- ja sadevedet sisältävät kiintoainetta ja mahdollisia öljy- ja tyyppiyhdisteitä enemmän kuin laitoksen käytön aikana piha-alueilta johdettavat vedet. Ne johdetaan tarvittavien selkeytysaltaiden ja öljynerottimien kautta mereen. Mereen johdettavan veden laatua ja määrää tarkkaillaan.

## 3.11 Tavanomaisten jätteiden jätehuolto

### 3.11.1 Rakentamisen aikainen jätehuolto

Rakentamisvaiheen jätehuollosta on säädetty jätelaissa (646/2011) ja valtioneuvoston asetuksessa jätteistä (179/2012). Näiden lisäksi jätehuollossa on sovellettava kunnallisia jätehuoltomääräyksiä. Ainakin seuraavat jätelajit lajitellaan erikseen jo rakennustyömaalla: metallijätteet, kyllästämättömät puujätteet, betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet, kipsijätteet, lasijätteet, muovijätteet, paperi- ja kartonkijätteet sekä maa- ja kiviaines. Vaarallisten jätteiden käsittelystä, varastoinnista ja kuljetuksesta huolehditaan säännösten mukaisesti.

Työmaan jätehuoltosuunnitelmassa ohjeistetaan jätehuollon kokonaisuus yksityiskohtaisesti ja etusijajärjestyksen mukaisesti. Etusijajärjestyksen ensisijaisena tavoitteena on jätteiden synnyn vähentäminen, toisena tavoitteena syntyneen jätteen uudelleen käyttö ja kolmantena jättemateriaalin kierrättäminen. Neljäntenä vaihtoehtona on jätteen muu hyödyntäminen, kuten energiahöydyntäminen. Viimeisenä vaihtoehtona on jätteen loppukäsittely eli jätteen asianmukainen sijoittaminen kaatopaikalle.

Työmaalla toimivat urakoitsijat veloitetaan lajittelemaan jätteet niiden syntypaikalla. Lajitelluista rakennusjätteistä hyödynnetään uudelleen tai kierrätetään mahdollisimman suuri osa, käyttökelpoisia jättemateriaaleja pyritään hyödyntämään jo työmaalla. Kaatopaikalle sijoitettavan rakennusjätteen määrää pyritään minimoimaan. Rakennustyömaalta lajitellut jätteet toimitetaan yrityksille, jotka on merkitty jätehuoltorekisteriin ja joilla on oikeus ottaa vastaan kyseistä jätteajetta.

**Taulukko 3-4.** Arvio puhdistettujen sosiaalijätevesien aiheuttamasta vesistökuormituksesta rakennusvaiheessa (300-450 m<sup>3</sup>/vrk) ja käyttövaiheessa (150 m<sup>3</sup>/vrk).

	pitoisuus, mg/l	rakennusvaihe, kg/v	käyttövaihe, kg/v
<b>Kokonaisfosfori (P)</b>	0,5	55-85	30
<b>Kokonaistyyppi (N)</b>	15-30	1 600-5 000	800-1 600
<b>Biologinen hapenkulutus (BOD<sub>5</sub>)</b>	15	1 600-2 500	800
<b>Kiintoaine (SS)</b>	5	550-850	300

### 3.11.2 Käyttövaiheen aikainen jätehuolto

Ydinvoimalaitoksella syntyy tavanomaisia jätteitä (muun muassa talous-, pakkaus-, metallijäte) sekä vaarallisia jätteitä (muun muassa akut, loisteputket, öljyiset suodatimet) kuten muillakin energiantuotantolaitoksilla tai teollisuuslaitoksilla.

Ydinvoimalaitoksen toiminnassa huolehditaan jätelain (646/2011) periaatteiden mukaisesti, että jätettä syntyy mahdollisimman vähän. Käytännössä ohjeistus tapahtuu osana laitoksen ympäristönhallintajärjestelmää, joka sisältää muun muassa ympäristöpäästöjen hallintaa koskevat menettelytavat ja määräykset. Tavanomaisesta jätteestä toimitetaan mahdollisimman suuri osa hyötykäyttöön. Laitokselta pois vietävät jätteet luovutetaan jatkokäsiteltäväksi asianmukaiset luvat omaaville jätehuoltoyrityksille.

Jättemäärät vaihtelevat vuosittain muun muassa suoritettavista huoltotoimenpiteistä riippuen. Tavanomainen jäte koostuu muun muassa rauta- ja peltiromusta, puu-, paperi- ja kartonkijätteestä sekä biojätteestä ja energiajätteestä. Vaarallisia jätteitä ovat muun muassa jäteöljyt ja muut öljyiset jätteet, loisteputket, liuotin- ja kemikaalijätteet sekä sähkö- ja elektroniikkaromu.

Tavanomaisen jätteen määräksi arvioidaan noin 400 tonnia ja vaarallisen jätteen määräksi noin 50 tonnia vuodessa.

Syntyvästä jättemäärästä suurin osa voidaan hyödyntää kierrättämällä tai energiantuotannossa. Lajitellut jätteet toimitetaan käsiteltäväksi ja loppusijoitettavaksi asianmukaisella tavalla. Tavanomaisten jätteiden ja vaarallisten jätteiden käsittelystä huolehtivat siihen tarvittavat luvat saaneet yritykset.

## 3.12 Voimalaitosjätteen jätehuolto

Muista voimalaitoksista poiketen ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyy tavanomaisten jätteiden lisäksi radioaktiivista jätettä, joka jaetaan kahteen pääluokkaan:

- hyvin matala-, matala- ja keskiaktiiviset voimalaitosjätteet
- runsasaktiivinen jäte eli käytetty polttoaine.

Ydinvoimalaitoksella syntyvien radioaktiivisten jätteiden huollossa lähtökohtana on, että jätteet eristetään lopullisesti ympäristöstä. Ydinjätehuoltovelvollinen eli käytännössä ydinvoimalaitoksen omistaja vastaa ydinjätehuollon toteuttamisesta ja kattaa sen kustannukset. Ydinenergilain mukaan ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Ydinenergia-asetuksessa tarkennetaan, että ydinjätteet on sijoitettava Suomen maa- tai kallioperään. Ydinjätteiden loppusijoitus suunnitellaan siten, että pitkäaikaisturvallisuuden varmistaminen ei edellytä loppusijoituspaikan valvontaa. Suomessa työ- ja elinkeinoministeriö ja Säteilyturvakeskus ovat vastuussa ydinjätehuollon periaatteiden, turvallisuusvaatimusten sekä säädösten noudattamisen valvonnasta.

### 3.12.1 Voimalaitosjätteen luokittelu

Voimalaitosjätteillä tarkoitetaan radioaktiivisten nesteiden ja kaasujen käsittelyssä sekä valvonta-alueella tehtävissä huolto- ja korjaustöissä kertyviä kiinteitä ja nestemäisiä jätteitä, jotka ovat hyvin matala-, matala- tai keskiaktiivisia. Suurimmassa osassa voimalaitosjätteistä on siinä määrin radioaktiivisia aineita, että jätteiden käsittelyssä, varastoinnissa ja loppusijoituksessa on noudatettava ydinenergilain (990/1987) mukaisia erityisvaatimuksia.

Voimalaitosjätteet jaotellaan aktiivisuuspitoisuuden mukaan matala- ja keskiaktiivisiin jätteisiin:

- Matala-aktiiviset jätteet eli jätteet, joiden aktiivisuus on niin vähäinen, että niitä voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin enintään 1 MBq/kg.
- Keskiaktiiviset jätteet eli jätteet, joiden aktiivisuus on niin suuri, että niitä käsiteltäessä tarvitaan tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin arvojen 1 MBq/kg ja 10 000 MBq/kg välillä.

Tämän Suomessa nykyisin käytössä olevan luokittelun lisäksi IAEA:n suositusten ja ydinenergia-asetuksen (736/2008) mukaisesti myös hyvin matala-aktiivinen jäte voidaan erottaa erikseen. Hyvin matala-aktiiviset jätteet ovat jätteitä, joiden aktiivisuus on niin vähäinen, että niitä voidaan käsitellä ilman säteilysuojauksia. Jätteen aktiivisuuspitoisuus tällöin on enintään 100 kBq/kg.

Fennovoima harkitsee edellä mainitun kaltaisen kolmiportaisen jätteiden luokittelun käyttöönottoa, koska tällöin kaikkein matala-aktiivisin jäte voitaisiin loppusijoittaa erikseen maaperään rakennettavaan pintaloppusijoitustilaan. Pintaloppusijoitustilan rakentamista on harkittu lähinnä siitä syystä, että sen rakentaminen voisi pienentää selvästi kallioperään rakennettavien loppusijoitustilojen laajuutta. Lopullinen päätös pintaloppusijoitustilan rakentamisesta tehdään, kun laitostoimittajan arvioimiin jättemääriin on saatu varmistus. Tällä hetkellä näyttää siltä, että hyvin matala-aktiivisen jätteen määrä on jäämässä niin pieneksi, että oman pintaloppusijoitustilan rakentaminen ei välttämättä ole järkevää.

Jätteet, joiden käsittely, varastointi ja loppusijoitus radioaktiivisena jätteenä ei ole säteilyturvallisuusperiaatteet huomioon ottaen tarkoituksenmukaista, voidaan vapauttaa valvonnasta viranomaisen asettamien aktiivisuusrajojen perusteella. Vapauttamismenettelyissä säteilyturvallisuuden perusvaatimuksena on se, että yhdeltä ydinvoimalaitokselta valvonnasta vapautetuista materiaaleista väestölle tai jätteiden käsittelypaikan työntekijöille aiheutuva vuosiansio ei ylitä 10 µSv. Valvonnasta vapautettu jäte ei ole enää voimalaitosjätettä ja se voidaan hävittää tai käyttää uudelleen tavanomaisten jätteiden tapaan. Hanhikiven voimalaitoksen kiinteiden jätteiden käsittelytiloihin tulee oma alue valvonnasta vapautettavan jätteen käsittelyä ja aktiivisuusmittauksia varten.

Voimalaitosjätteen käsittelyvaiheessa radioaktiivisen säteilyn terveysvaikutusten kannalta merkittävin radionuklidit on kobolttin isotooppi Co-60, joka voimakkaana gamma-säteilijänä aiheuttaa suurimman osan jätteen käsittelyyn

osallistuvien henkilöiden säteilyaltistuksesta. Co-60 on kuitenkin melko lyhytikäinen radionuklidi, joten se ei ole merkittävä voimalaitosjätteen loppusijoituksen kannalta. Loppusijoituksen kannalta merkittäviä ovat pitempi-ikäiset radionuklidit Sr-90 ja Cs-137, mutta nekin hajoavat merkityksettömälle tasolle noin 500 vuodessa. Tarkasteltaessa vielä pidempiä ajanjaksoja merkittävimpinä voidaan pitää hyvin pitkäikäisiä radionuklideja, kuten Tc-99, I-129, Cs-135 ja plutoniumin isotooppeja, mutta niiden määrä voimalaitosjätteessä on erittäin pieni.

### 3.12.2 Voimalaitosjätteen määrä, syntyperä ja laatu

Suurin osuus voimalaitosjätteestä on kuivaa jätettä, pääasiassa huolto- ja korjaustöiden yhteydessä syntyneitä kontaminoituneita jätteitä kuten suojavaatteita, muovia, paperia, eristemateriaalia, pieniä metalliesineitä, ilmastointisuodattimia, sähkökaapeleita ja puhdistusvälineitä. Ne ovat yleensä matala-aktiivisia.

Edellä mainittujen lisäksi voimalaitosjätettä ovat metallijätteet, märät jätteet, vaaralliset jätteet ja voimalaitoksen purkujätteet (luku 3.14).

Metallijätteitä ovat käytöstä poistetut työkalut, laitteet ja koneenosat, joiden pinnat ovat likaantuneet radioaktiivisista aineista. Ne ovat pääosin matala-aktiivisia. Lisäksi metallijätteitä ovat reaktorin paineastian sisältä poistetut neutronisäteilyn aktivoimat osat ja laitteet, jotka ovat keskiaktiivisia.

Märät jätteet ovat etupäässä voimalaitoksen vesienkäsittelystä kertyneitä radioaktiivisia konsentraatteja ja massoja, kuten käytettyjä ioninvaihtohartseja, suodatintukiaaineita, haihdutusjätteitä, korroosiolietettä, aktiivihililietettä sekä puhdistustoiminnoista kertyneitä lietteitä.

Tarpeettomien materiaalien tuomista valvonta-alueelle vältetään, jotta valvonta-alueella syntyvien jätteiden määrä pysyisi mahdollisimman vähäisenä. Jätteiden syntymistä voidaan ehkäistä myös huoltotöiden huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella, työmenetelmien valinnoilla, jätteiden tehokkaalla lajittelulla sekä suosimalla mahdollisuuksien mukaan uudelleen käytettäviä materiaaleja.

Taulukossa 3-5 on esitetty arvio noin 1 200 MW laitoksen tuottamien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden määrästä (Platom 2013a). Koko käyttöänsä aikana loppusijoitettavaa jätettä arvioidaan syntyvän noin 5 000 m<sup>3</sup>.

### 3.12.3 Voimalaitosjätteen käsittely

Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosohjeen (YVL-ohje D.4) mukaisesti ydinvoimalaitoksella tulee olla matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelyä ja varastointia varten riittävät tilat. Tiloihin tulee suunnitella järjestelmät, joilla voidaan turvallisesti käsitellä ja siirtää jätteitä sekä mitata niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrä ja laatu.

Voimalaitoksella syntyvien radioaktiivisten kiinteiden jätteiden lajittelu suoritetaan mahdollisuuksien mukaan jo syntypaikalla. Lajitellut jätteet kuljetetaan pois laitostiloista viivyttämättä. Varastointia tai loppusijoitusta varten huoltojätteet pakataan astioihin, tyypillisesti 200 litran tynnyreihin, jotka helpottavat jätteiden siirtoa, estävät radioaktiivisen kon-

taminaation leviämistä sekä vähentävät palovaaraa. Ennen pakkaamista varastointi- ja loppusijoitusastioihin jätteiden tilavuutta pienennetään erilaisilla menetelmillä esimerkiksi kokoon puristamalla tai paloittelemalla mekaanisin tai termisin menetelmin. Kokoon puristamalla jätteen tilavuutta saadaan pienennettyä tyypillisesti vähintään puoleen ja jopa kymmenesosaan alkuperäisestä tilavuudesta. Kontaminaation leviämistä ehkäistään varustamalla käsittelylaitteistot ulos purkautuvan ilman imu- ja suodatuslaitteilla tai käyttämällä käsittelymenetelmää, jossa ei synny pölyä.

Märkiä tai nestemäisiä radioaktiivisia jätteitä, ioninvaihtohartseja, lietteitä ja konsentraatteja käsitellään kuivaamalla. Märät jätteet tullaan kiinteyttämään sementtiin turvallista käsittelyä ja loppusijoitusta varten. Kuivatut ja kiinteetyt märät jätteet pakataan varastointia ja loppusijoitusta varten tyypillisesti 200 litran tynnyreihin.

Jätteen jatkokäsittelyä ja loppusijoittamista varten tehdään jätteen ominaisuuksien määrittäminen eli karakterisointi, jolla tarkoitetaan jätteen tai jätepakkausten fyysisten, kemiallisten ja radiologisten ominaisuuksien määrittämistä erilaisilla mittauksilla. Jäte-erää koskeva tieto kootaan kirjanpito- ja seurantajärjestelmään, jonka avulla karakterisointitieto seuraa tiettyä jäte-erää aina loppusijoitukseen saakka.

Pakattuja ja karakterisoituja jätteitä säilytetään valvoituissa olosuhteissa laitosalueella kiinteän jätteen käsittelytilojen välittömässä läheisyydessä sijaitsevassa varastorakennuksessa. Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden varastokapasiteetti on suunniteltu rakennettavaksi noin 10 vuoden tarvetta varten.

**Taulukko 3-5.** Arvio ydinvoimalaitoksen vuosittain ja 60 vuoden käyttöänsä aikana tuottamista matala- ja keskiaktiivisista jätteistä käsiteltynä ja pakattuna.

	Jättemäärä	
	[m <sup>3</sup> /v]	[m <sup>3</sup> /60 v]
<b>Kuivat jätteet</b>		
Kokoonpuristuvat		
Hyvin matala-aktiiviset	-	-
Matala-aktiiviset	12,1	726
Keskiaktiiviset	4	240
Kokoonpuristumattomat		
Hyvin matala-aktiiviset	-	-
Matala-aktiiviset	22,5	1 350
Keskiaktiiviset	3,6	216
<b>Kuivat yhteensä</b>	<b>42,2</b>	<b>2532</b>
<b>Märät jätteet</b>		
Ioninvaihtomassat		
Hyvin matala-aktiiviset	-	-
Matala-aktiiviset	16,8	1 008
Keskiaktiiviset	18,3	1 098
Muut sekalaiset massat	-	-
<b>Märät yhteensä</b>	<b>35,1</b>	<b>2 106</b>
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>77,3</b>	<b>4638</b>



### 3.12.4 Voimalaitosjätteen loppusijoitus

Arviot käsittelytoimenpiteiden jälkeen vuosittain jäljelle jäävästä loppusijoitettavasta voimalaitosjättemäärästä on esitetty taulukossa 3-5.

Loppusijoitusta varten hyvin matala-aktiiviset pintaloppusijoituslaitokseen menevät jätteet voidaan esimerkiksi paalata tai pakata suursäkkeihin tai tynnyreihin. Mikäli pintaloppusijoitustilaa ei rakenneta, hyvin matala-aktiiviset jätteet pakataan muiden matala- ja keskiaktiivisten jätteiden tavoin kokoon puristettuina 200 litran tynnyreihin. Tynnyreihin pakatut keskiaktiiviset jätteet pakataan loppusijoitusta varten edelleen betonivalmisteisiin laatikoihin. Betonilaatikat toimivat säteilysuojana ja teknisenä vapautumisesteenä.

Loppusijoituksen periaatteena on eristää jätteiden sisältämät radioaktiiviset aineet elollisesta luonnosta siten, että ympäristön turvallisuus ei vaarannu missään vaiheessa.

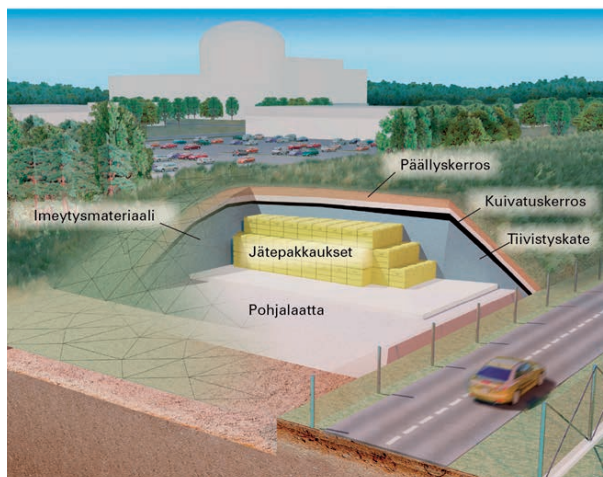
Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustavat voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan sijoituspaikan mukaan:

- Maan pinnalle tai sen välittömään läheisyyteen sijoitettaviin loppusijoitustiloihin (luku 3.12.4.1)
- Vähintään useita kymmeniä metrejä maan alle, geologisiin kerroksiin louhittaviin loppusijoitustiloihin (luku 3.12.4.2).

#### 3.12.4.1 Pintaloppusijoitustila

Suomessa maaperässä sijaitseviin loppusijoitustiloihin eli pintaloppusijoitustiloihin saa loppusijoittaa ainoastaan hyvin matala-aktiivista jätettä, jonka keskimääräinen aktiivisuuspitoisuus ei ylitä arvoa 100 kBq/kg. Fennovoima harkitsee pintaloppusijoitustilan rakentamista hyvin matala-aktiiviselle jätteelle. Kuten jo edellä mainittiin, hyvin matala-aktiivisen jätteen loppusijoittaminen pintaloppusijoitustilalla olisi erityisesti kiehumisvesilaitoksen tapauksessa pienentänyt oleellisesti kallioperään rakennettavien loppusijoitustilojen tilavuutta. Mikäli Fennovoima päättää rakentaa pintaloppusijoitustilan, sen on arvioitu olevan toiminnassa noin kaksi vuotta voimalaitoksen käynnistymisen jälkeen. Mikäli Fennovoima päättää olla rakentamatta pintaloppusijoitustilaa, hyvin matala-aktiiviset jätteet loppusijoitetaan maanalaisiin loppusijoitustiloihin muiden aktiivisempien voimalaitosjätteiden tapaan.

Pintaloppusijoitustila on maanpäällinen rakenne (Kuva 3-12), jossa jäte lastataan betonilaatalle. Betonilaatalta vuotovedet kerätään talteen. Vaihtoehtoisesti pintaloppusijoitustila voidaan tehdä hyvin eristetylle pohjalle, jonka läpi vuotovedet pääsevät virtaamaan vapautumisesteen pidättäessä epäpuhtauksia. Molemmissa tapauksissa pintaloppusijoitustila eristetään täysin tai lähes kokonaan vedenpitävillä pintakerroksilla (savi- tai geotekstiilikerrokset). Näin ollen jäte pysyy kuivana, jolloin maaperän vedenläpäisykyky on merkityksellinen vain oletettujen vikatilanteiden, kuten jätteen eristävän pintakerroksen ja betonilaatan vioittumisen kannalta. Vähäiset vuotovedet pääsevät kulkeutumaan pois tilan sisältä. Jätteen pakkaamisella ja jätekollien väliin jätetyllä tilalla, joka täytetään vettä läpäisevällä täytteellä, varmistetaan,



Kuva 3-12. Pintaloppusijoitustilan periaate.

taan, että vuotovesien suotautuminen jätteen läpi on mahdollisimman vähäistä. Päästöesteenä siis toimii betonilaatta tai pohjan alle asennettu vapautumiseste.

Loppusijoitustilat ovat käyttövalmiit, kun pohjakerros on valmis ja kuljetustiet ja järjestelmät (muun muassa pohjaveden mittaussäätö) on rakennettu. Ensimmäinen täytökampanja voidaan suorittaa, kun loppusijoitettavaa jätettä on pakattu riittävästi kampanjaa varten. Myös täyttö- ja peitemateriaaleja tulee olla riittävästi asianmukaisesti varustoituna loppusijoitustilojen läheisyydessä. Loppusijoitustilojen lopullisen sulkemisen jälkeen tilaa valvotaan aktiivisesti siihen asti, kunnes loppusijoitetun jätteen radioaktiivisuus on alentunut merkityksettömälle tasolle. Alustavan arvion mukaan tähän kuluu aikaa noin 50-60 vuotta. (Platom 2013b) Valvontatoimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi:

- pohjaveden tilan valvonta ja tulosten raportointi viranomaiselle vuosittain,
- pohjallaatan (jos käytetään) tiiveyden valvonta tarkastamalla laatan alimmalle kohdalle asennettu vuotovesikaivo,
- ympäristön säteilytason mittaus ja
- loppusijoitustilojen kunnan, erityisesti pintakerrosten tarkastus mahdollisten vaurioiden varalta.

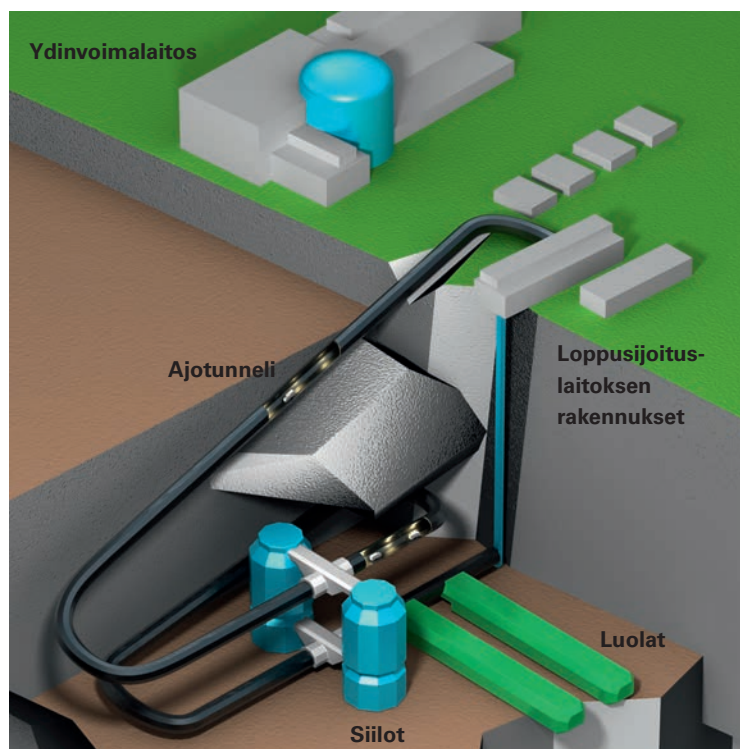
Aktiivisen valvonta-ajan jälkeen alueen käyttöä voidaan vielä valvoa ja varmistaa, että loppusijoitustiloja koskevat tiedot, suoja-aidat ja maastomerkinnät säilyvät (passiivinen valvonta). (Platom 2013b)

#### 3.12.4.2 Voimalaitosjäteluola

Fennovoima rakentaa matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitusta varten voimalaitosjäteluolan (VLJ-luola) laitosalueen kallioperään noin 100 metrin syvyyteen. Tämänhetkisen suunnitelman mukaan VLJ-luolan olisi käytössä aikaisintaan 10 vuotta laitoksen käynnistymisen jälkeen.

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusluola voi olla joko kalliosiilo tai tunnelityyppinen, joista jälkimmäinen on todennäköisempi ratkaisu ja jonne jätteiden kuljetus tapahtuu ajotunnelia pitkin (Kuva 3-13). Pääasial-

**Kuva 3-13.** Esimerkki matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilasta tunnelityyppisessä ratkaisussa.



lisena vapautumisesteenä toimii kallioperä. Tarvittaessa vapautumisesteinä toimivat jätteastia ja kiinteytyksessä käytetty sideaine eli sementti. Erityisesti keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilassa voidaan lisäksi käyttää erilaisia betonirakenteita.

### 3.13 Käytetty ydinpolttoaine

Ydinvoimalaitoksen reaktorista poistetaan vuosittain käytetynä polttoaineena noin 20-30 tonnia uraania. Ydinvoimalaitoksen 60 vuoden toiminta-aikana käytettyä ydinpolttoainetta syntyy yhteensä noin 1 200-1 800 tonnia uraania.

Käytetystä ydinpolttoaineesta 95 prosenttia on uraani-isotooppi U-238:aa ja 1 prosenttia uraani-isotooppi U-235:tä. Käytetty ydinpolttoaine sisältää uraanin hajoamisprosessien sekä neutronikaappausten myötä syntyneitä uusia aineita. Suurin osa uusista aineista on halkeamis- eli fissiotuotteita ja loput ovat uraania raskaampia alkuaineita, transuraaneja. Fissiotuotteet ja transuraanit ovat radioaktiivisia. Mitä korkeampi on polttoaineen palama (ydinpolttoaineen tuottama energia massayksikköä kohti), sitä korkeampi on radionuklidien (säteilyä emittoivien atomiydinten) pitoisuus ja sitä korkeampi on sen tuottama lämpö.

Ydinenergialain mukaisesti ydinjätteen tuottaja on huolehtimisvelvollinen tuottamansa käytetyn ydinpolttoaineen huollosta aina loppusijoitustilojen sulkemiseen saakka ja varautumisvelvollinen vastaamaan ydinjätehuollon kustannuksista. Kustannusten kattamiseksi ydinsähkön tuottaja tilittää vuosittain työ- ja elinkeinoministeriön hallinnoimaan Valtion ydinjätehuoltorahastoon varoja siten, että rahasto sisältää jätehuollon järjestämiseen tarvittavat varat.

#### 3.13.1 Välivarastointi laitosalueella

Reaktorista poistamisen jälkeen käytetyt polttoaineput siirretään 3-10 vuodeksi jäähtymään reaktorihallin vesialtasiin.

Ensimmäisen vuoden kuluessa reaktorista poistamisen jälkeen polttoaineen aktiivisuus ja samalla lämmöntuotto vähenee nopeasti. Reaktorihallista käytetty polttoaine siirretään kuljetussäiliössä välivarastoon vähintään 40 vuodeksi odottamaan loppusijoitusta. Välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen aktiivisuus ja lämmöntuotto alenevat vielä merkittävästi.

Käytetyn ydinpolttoaineen varastoinnissa käytetään allas- (Kuva 3-14) tai kuivavarastointia (Kuva 3-15). Allasvarastoinnissa vesialtaat sijoitetaan esimerkiksi teräsbetoniin rakennukseen. Vesi toimii säteilysuojana ja jäädyttää käytettyä polttoainetta.

Kuivavarastoinnissa käytetty polttoaine pakataan erityisiin tarkoitusta varten suunniteltuihin säiliöihin. Käytetystä polttoaineesta vapautuva lämpö johtuu säiliömateriaalin kautta ilmaan. Kuivavälivarastointimenetelmiä on kehitetty useissa maissa. Ne perustuvat pääasiassa metallisiin terästä tai valurautasäiliöihin, betonisäiliöihin tai -moduuleihin. Betonisia säiliöitä käytettäessä käytetty polttoaine pakataan lisäksi kaasutiiviiseen ohueen metallikuoreen. Säiliöitä voidaan käyttää myös käytetyn polttoaineen kuljetuksiin. Säiliö toimii säteilysuojana ja suojaa sekä kaasun että hiukkasiin sisältyvän radioaktiivisuuden leviämistä. Ilma johtaa lämpöä heikommin kuin vesi, joten polttoaineen lämpötila laskee kuivavarastossa hitaammin kuin allasvarastoissa. Säiliöt varastoidaan erityisissä varastorakennuksissa. Varastointitiloja jäädytetään tarpeen mukaan lämpötilan alentamiseksi.

Käytetyn polttoaineen välivarasto rakennetaan voimalaitosalueelle kuten Loviisan ja Olkiluodon nykyisillä voimalaitoksillakin, joissa välivarastointi on toteutettu vesialtaissa. Välivarastointikonsepti esitetään voimalaitoksen rakentamislupahakemuksessa ja välivarasto rakennetaan noin kymmenen vuoden sisällä voimalaitoksen käyttöönnotosta.

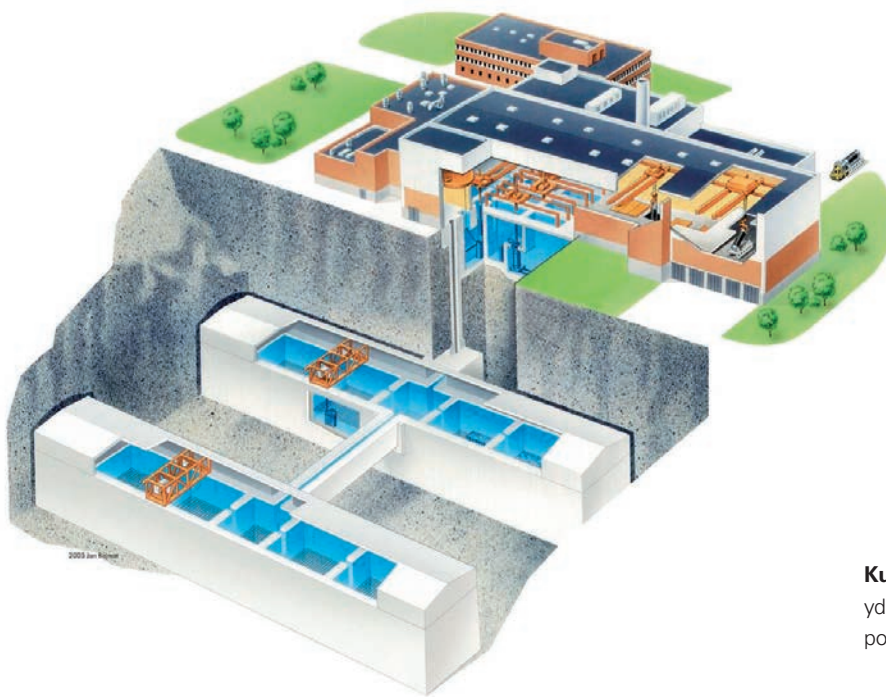
### 3.13.2 Kuljetukset loppusijoitukseen

Välivarastoinnin jälkeen voimalaitoksen käytetty polttoaine kuljetetaan loppusijoitettavaksi tätä tarkoitusta varten rakennettavaan loppusijoituslaitokseen. Kuljetusta varten polttoaine siirretään kuljetussäiliöön.

Kuljetussäiliöitä on kaupallisesti saatavilla ja ne voivat esimerkiksi olla edellä kuvatun tyyppisiä kuivavälivarastointisäiliöitä. Niiden tehtävänä on suojata polttoainetta vaurioitumiselta kuljetuksen aikana sekä suojella ympäristöä polttoaineelta. Kuljetussäiliöt on suunniteltu siten, että ne kestävät lentokonetörmäyksen sekä kerosiinipalon. Säiliöiden on läpäistävä useita erilaisia pudotustestejä, jotta

ne voidaan hyväksyä käytettäväksi käytetyn polttoaineen kuljetuksissa. Lisäksi kuljetussäiliöiden on pysyttävä tiiviinä myös paineenalaisina. 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.

Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA:n ohjeiden mukaan valmistettu kuljetussäiliö ei saa rikkoutua edes suurella nopeudella tapahtuvassa törmäyksessä pistemäiseen kohteeseen, esimerkiksi teräsbetonipilariin. Tällaisessa tapauksessa säiliö saattaa 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 nopeus on alhainen, joten näin suuria



**Kuva 3-14.** Ruotsin Oskarshamin ydinvoimalaitoksella sijaitseva käytetyn polttoaineen allasvälivarasto (CLAB).



**Kuva 3-15.** Käytetyn polttoaineen kuivavälivarastointitila (E.ON 2008).

voimia ei voi aiheutua pelkästään esimerkiksi kuljetusajoneuvon suistuessa tieltä ja törmätessä betonirakenteeseen tai kalliioleikkaukseen.

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 kuljetettava juna ei saa kohdata vaarallisia aineita kuljettavia vauvoja, tasoristeyksien tulee olla vartioituja ja junan nopeus saa olla enimmillään 40 km/h. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus meriteitse edellyttää alusta, joka on suunniteltu nimenomaan runsasaktiivisen ydinmateriaalin siirtämiseen (esimerkiksi ruotsalainen Sigyn). Hanhikiven niemennäköille suunniteltu satama-allas ja laituri on mitoitettu niin, että käytetty ydinpolttoaine voidaan myös sieltä siirtää alukseen ja kuljettaa meriteitse.

Kaikissa kuljetusmuotovaihtoehdoissa käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset Pyhäjoen voimalaitokselta Hanhikiven niemeltä lähtevät maantiekuljetuksina. Poikkeuksen tekee vaihtoehto, jossa merikuljetus lähtee suoraan laitoksen satamasta. Maantiekuljetuksessa kuljetus lähtee liikkeelle ydinvoimalaitokselta ja etenee uutta suunniteltua tietä voimalaitokselta valtatielle 8. Hanhikiven niemennäköille uuden tien ja valtatie 8 risteyksestä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus etenee kohti loppusijoituslaitosta.

Rautatiekuljetuksissa käytetty ydinpolttoaine siirretään ensin maantiekuljetuksena ydinvoimalaitokselta Raahan satamaan reittiä: ydinvoimalaitos - suunniteltu tie Hanhikiven niemeltä valtatie 8:lle - valtatie 8 pohjoiseen - Koksamontie - Raahan sataman rautatiesaisake. Kuljetusmatka on noin 27 kilometriä. Raahan rautatiesaisakkeella suoritetaan kuljetussäiliön siirto raskaita erikoiskuljetuksia varten suunniteltuun syväkuormaavaunuun. Raahan rautatiesaisakkeelta 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. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Hanhikiven niemelle rakennettavaksi suunniteltua satamaa.

Käytettyä polttoainetta on arvioitu syntyvän voimalaitoksen 60 vuoden käyttöiän aikana 1 200-1 800 tonnia uraania, joten polttoainekuljetuksia on tehtävä noin 120-180 kappaletta loppusijoitustoiminnan aikana, jos oletetaan, että kuljetussäiliöön mahtuu noin 10 tonnia käytettyä polttoainetta.

Fennovoima esittää käytetyn polttoaineen yksityiskohtaiset kuljetusreitinvaihtoehdot ja niihin liittyvät arvioidut riskit aikanaan osana loppusijoituslaitoksen lupamenettelyä.

Käytetyn polttoaineen kuljetukset ovat luvanvaraista toi-

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

Kuljetuksista aiheutuvia säteily- ja ympäristövaikutuksia kuvataan luvussa 7.

### 3.13.3 Loppusijoitusratkaisut

Suomen ydinenergiain mukaan kaikki Suomessa käytetty ydinpolttoaine on käsiteltävä Suomessa. Suomessa ei ole käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitoksia, joten käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittely ei ole mahdollista.

OECD-maiden ydinenergiajärjestö NEA:n (Nuclear Energy Agency) mukaan geologinen loppusijoitus on suositeltavin ydinjätehuollon strategia. Suomessa geologisen loppusijoituksen kehittäminen on jatkunut keskeytyksettä jo noin 30 vuotta ja seurauksena pitkäjänteisestä työstä Posiva on hakenut rakentamislupaa vuonna 2012 loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi.

Fennovoiman ydinvoimalaitoksen tuottama käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan tämänhetkisen tiedon mukaan Suomen kallioperään. Sijoituksessa käytettäisiin Ruotsissa (SKB Svensk Kärnbränslehantering AB) ja Suomessa (Posiva) kehitettyä KBS-3 (Kärn Bränsle Säkerhet) tekniikkaa. Käytetyn polttoaineen loppusijoitus alkaa aikaisintaan 2070-luvulla, joten myös alalla tapahtuva tekninen kehitys pystytään huomioimaan Fennovoiman loppusijoitusta suunniteltaessa.

KBS-3-konseptin mukaisessa loppusijoitusratkaisussa käytetty polttoaine kapseloidaan kuparikapseliin, ympäröidään bentoniittisavella ja sijoitetaan syvälle peruskallioon porattuihin loppusijoitusreikiin (Kuva 3-16). Bentoniitti pystyy absorboimaan suuria määriä vettä ja suotuisissa oloissa laajenemaan tilavuudeltaan jopa kymmenkertaiseksi. Laajentunut bentoniitti täyttää tiiviisti kuparikapselia ympäröivän tilan. Loppusijoituksen päätyttyä loppusijoitustunnelit täytetään bentoniitti-kivimurske-sekoituksella.

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

Loppusijoituslaitokseen sisältyy itse loppusijoitustunnelien lisäksi kapselointilaitos sekä siihen kuuluvat apu- ja oheistilat.

Fennovoima on tällä hetkellä laatimassa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää kokonaissuunnitelmaa, jossa tarkastellaan muun muassa Fennovoiman ydinvoimalaitoksen tuottaman käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen alustavaa aikataulua sekä yhtymäkohtia nykyisten toimijoiden loppusijoitushankkeeseen. Kokonaissuunnitelman yhtenä kes-

keisenä tavoitteena on määritellä optimaalinen loppusijoitusratkaisu, joka osaltaan voi edistää yhteistyötä Fennovoiman ja muiden jätehuoltovelvollisten kesken.

Fennovoima periaatepäätökseen liitetyn ehdon mukaan Fennovoiman on kesään 2016 mennessä esitettävä sopimus ydinjätehuoltoyhteistyöstä nykyisten ydinjätehuoltovelvollisten kanssa tai käynnistettävä oma loppusijoitushanketta koskeva YVA-menettely. Riippumatta loppusijoituslaitoksen paikasta Fennovoiman käytetyn polttoaineen loppusijoitus edellyttää YVA- ja periaatepäätösmenttelyä sekä rakentamis- ja käyttö lupaa.

### 3.14 Voimalaitoksen käytöstäpoisto

Ydinvoimalaitoksen arvioitu toiminta-aika on vähintään 60 vuotta, jonka jälkeen laitos suljetaan ja puretaan eli käytöstäpoistetaan. Käytöstäpoistolla varmistetaan laitoksen ympäristön turvallisuus sulkemisen jälkeen.

Käytöstäpoistojätteet ovat ydinvoimalaitoksen sulkemisessa ja purkamisessa kertyviä jätteitä. Ydinvoimalaitoksen käytön päättyessä sen rakenteisiin, järjestelmiin ja laitteisiin jää radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin joko radioaktiivisen kontaminaation kulkeutumisesta tai aivan ydinreaktorin läheisyydessä olleiden komponenttien materiaalien aktivoitumisesta.

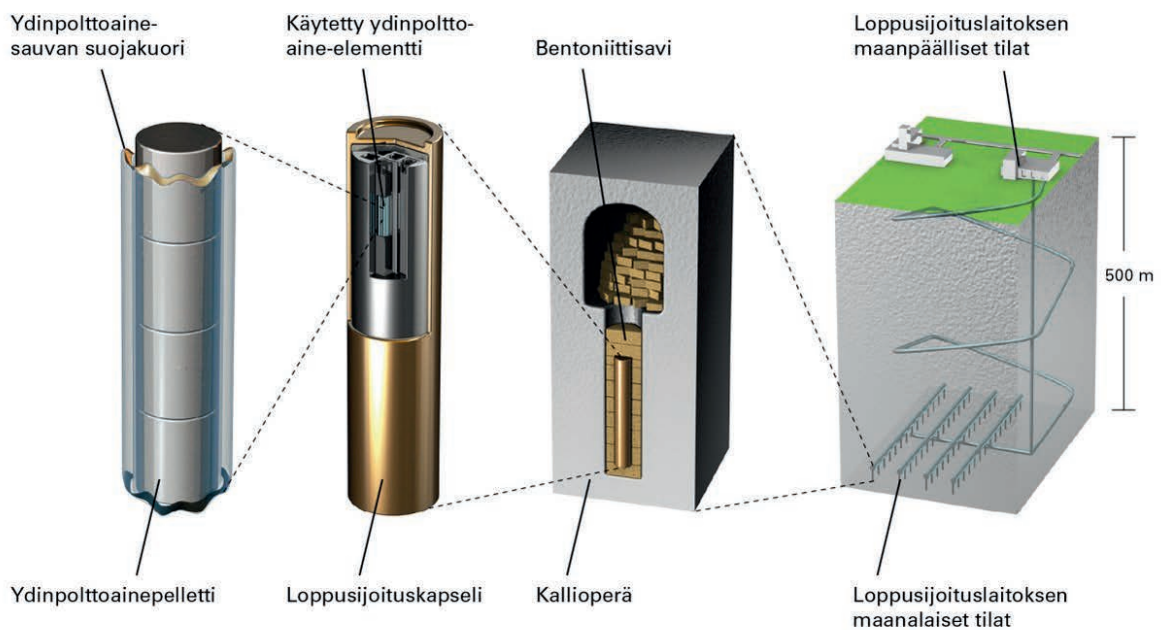
Laitoksen käytöstäpoiston tavoitteena on purkaa radioaktiiviset järjestelmät, puhdistaa ydinvoimalaitos kaikesta radioaktiivisuudesta ja vapauttaa rakennukset ja alueet viranomaisvalvonnasta. Osa rakennuksista voidaan kuitenkin jättää purkamatta ja ottaa puhdistamisen jälkeen esimerkiksi uuden voimalaitoksen tai kokonaan muun toiminnan käyttöön.

Käytöstäpoiston aikana syntyvän jätteen käsittely voitaisiin toteuttaa käyttäen nykyistä tekniikkaa. Koska voimalaitoksen käytöstäpoistoon ja käytöstäpoistojätteiden käsittelyyn on käytännössä vielä useita kymmeniä vuosia, tullaan se aikanaan toteuttamaan hyödyntäen parasta saatavilla olevaa tekniikkaa.

Ydinenergialain mukaan ydinvoimalaitoksen luvanhaltija on vastuussa voimalaitoksen käytöstäpoiston suunnittelusta ja toteutuksesta. Ensimmäisen kerran laitoksen käytöstäpoistosuunnitelma ja siitä aiheutuvat kustannukset on esitettävä voimalaitoksen rakentamislupahakemuksessa. Käytöstäpoistosuunnitelmaa ja kustannusarviota tarkennetaan voimalaitoksen käyttö lupahakemukseen, jonka jälkeen suunnitelma on päivitettävä kuuden vuoden välein. Säteilyturvakeskuksen tulee hyväksyä suunnitelma ja sen muutokset. Millään muulla teollisuudenalalla ei ole käytössä vastaavaa lakisääteistä menettelyä, jolla taataan, että toiminnan päätyttyä siitä ei jää haitallisia vaikutuksia tai rasitteita ulkopuolisille.

Suunnitelmassa esitetään muun muassa käytöstäpoiston menetelmät ja aikataulu, käytöstäpoistoon liittyvän radioaktiivisen jätteen varastointi ennen loppusijoitusta ja loppusijoitus. Suunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että purettavat radioaktiiviset laitososat eivät aiheuta vaaraa ympäristölle.

Tarvittavat varat ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoa varten maksetaan etukäteen ydinenergialain mukaisina vuosittaisina ydinjätehuottomaksuina valtion ydinjätehuoltorahastoon. Uuden ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston ympäristövaikutukset arvioidaan aikanaan omassa YVA-menetelyssä, mutta tässä luvussa kuvataan käytöstäpoistoa kokonaiskuvan antamiseksi ydinvoimalaitoshankkeen elinkaaresta.



**Kuva 3-16.** Radioaktiivisten aineiden vapautumisesteet KBS-3-menetelmässä.

### 3.14.1 Käytöstäpoiston strategia

Fennovoiman alustavana suunnitelmana on, että ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistossa sovelletaan niin sanottua viivästetyn purkamisen strategiaa. Viivästetyssä purussa hyödynnetään radionuklidien puoliintumista ajan myötä, jolloin purkutyöt helpottuvat säteilytason laskiessa. Menetelmä voidaan jakaa neljään vaiheeseen:

1. Käytetty ydinpolttoaine poistetaan reaktorista ja polttoainealtaista ja siirretään turvalliseen varastoon odottamaan loppusijoitusta.
2. Ydinvoimalaitos saatetaan valvottuun säilytykseen eli tilaan, jossa ympäristöön ja laitoksella työskenteleviin kohdistuvat riskit ovat hyväksyttävissä rajoissa ja jossa ydinvoimalaitosta voidaan turvallisesti pitää lopulliseen purkamiseen saakka.
3. Valvotun säilytyksen aikana ydinvoimalaitokselle järjestetään jatkuva valvonta ja vartiointi, joilla taataan laitoksen pysyminen turvallisessa tilassa.
4. Purkaminen toteutetaan.

Koska ydinvoimalaitoksen purkaminen aloitetaan vasta pitkän säilytysajan jälkeen, erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että laitoksen tuntemus säilyy purkamisajankohtaan saakka, vaikka purkamisen aikana käytettävissä ei välttämättä ole ydinvoimalaitoksen suunnitteluun ja käyttöön osallistuneita henkilöitä. Tämä voidaan varmistaa muun muassa aloittamalla purkutyöt ei-radioaktiivisten ja lievästi radioaktiivisten järjestelmien purkamisella jo valvotun säilytyksen aikana.

### 3.14.2 Jätteet ja niiden käsittely

Matala- ja keskiaktiivista jätettä kertyy vielä valvotun säilytyksen aikana, kun esimerkiksi rakennuksia siivotaan ja säilytyksen aikana tarvittavia järjestelmiä huolletaan ja ylläpidetään. Nämä jätteet vastaavat ominaisuuksiltaan käytön aikana syntyneitä jätteitä ja niiden luokittelussa, käsittelyssä ja pakkaamisessa voidaan soveltaa samoja periaatteita kuin matala- ja keskiaktiivisille voimalaitosjätteille.

Käytöstäpoiston aikana syntyy kuitenkin myös suuria määriä jätteitä, jotka eivät vastaa ominaisuuksiltaan tavallisia voimalaitosjätteitä. Näitä jätteitä syntyy yhteensä 10 000–15000 m<sup>3</sup> ja ne voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti:

- aktivoitunut teräs
- aktivoitunut betoni
- kontaminoitunut ferriittinen teräs
- muu kontaminoitunut teräs
- kontaminoitunut betoni
- kontaminoituneet eristeet.

Käytöstäpoistojätteet pyritään mahdollisuuksien mukaan dekontaminoimaan eli puhdistamaan radioaktiivisista aineista, jotta ne voitaisiin vapauttaa valvonnasta ja käsitellä kuten tavanomaiset jätteet. Osa jätteistä on matala- ja keskiaktiivisia ja ne käsitellään, pakataan ja loppusijoitetaan voimalaitosjäteluolaan kuten käytönaikaisetkin voimalaitosjätteet.

Kun laitoksen käytöstäpoisto on saatu päätökseen, laitosalue on puhdistettu säteilyturvallisuusvaatimusten mukai-

sesti ja kaikki jätteet on asianmukaisesti loppusijoitettu tai poistettu alueelta, toimitetaan hakemus entisen laitosalueen tulevasta käyttötarkoituksesta Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi. Työ- ja elinkeinoministeriö päättää ydinenergialain mukaisesti ydinjätteitä ja ydinlaitoksen käytöstäpoistoa koskevan huoltovollisuuden päättymisestä jätahuoltovollisen tekemän hakemuksen mukaisesti.

## 3.15 Kuljetukset ja työmatkaliikenne

### 3.15.1 Rakentamisvaiheen aikainen liikenne

Rakentamisvaiheen aikana työmatkaliikenne laitokselle on huomattava verrattuna nykytilanteeseen. Työntekijöiden määrä on suurimmillaan voimalaitoksen rakentamisen neljännen vuoden aikana, jolloin työntekijöitä on noin 3 500.

Kauempaa tuleville työntekijöille rakennetaan laitosalueen läheisyyteen tilapäinen majoitusalue, josta työmaalle kuljetaan jalkaisin tai bussilla. Majoitusalueelle majoittuvien työntekijöiden osuus on noin kolmannes rakennusaikeisesta työvoimasta. Liikennemääriä laskettaessa näiden työntekijöiden on oletettu tekevän viikon aikana keskimäärin kaksi ja puoli asiointimatkaa lähimmän kaupungin tai kunnan keskustaan. Kahden kolmasosan on oletettu käyttävän autoa.

Rakennusaikaisesta työvoimasta noin kaksi kolmasosaa asuu laitoksen lähialueilla ja heidän on oletettu käyvän töissä kotoa käsin. Näistä työntekijöistä kahden kolmasosan on oletettu olevan auton käyttäjiä ja heidän on oletettu tekevän yhden edestakaisen matkan laitokselle jokaisena arkipäivänä.

Työmatkaliikenteen lisäksi laitokselle suuntautuu maksimissaan 50 raskasta kuljetusta päivässä. Maanteitse kuljetetaan muun muassa rakennusmateriaaleja, laitteita ja osia.

Kaiken kaikkiaan rakennusaikana maanantain ja perjantain välillä henkilöliikenteen määrä on noin 4 000 henkilöajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrä noin 100 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa.

Yhteenveto liikennemääristä on esitetty taulukossa 3-6.

### 3.15.2 Käyttövaiheen aikainen liikenne

Käytön aikana laitoksella työskentelee noin 400 henkilöä. Työntekijöistä kolmen neljästä on oletettu tulevan töihin autolla. Työmatkaliikenteen määrä on siten noin 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Laitospaikalle järjestetään tarvittaessa säännöllinen bussikuljetus lähikunnista, joissa työntekijöitä asuu. Lisäksi laitokselle tulee huolto- ja tavarakuljetuksia, joista aiheutuva liikennemäärä on noin 30 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Laitosalueen sisällä tapahtuu tavara- ja henkilöliikennettä normaalisti vain vähän.

Vuosihuoltojen aikana laitoksella käyvien työntekijöiden määrä kasvaa noin 500 henkilöllä, joista noin kolmen neljästä on oletettu majoittuvan rakennusaikana rakennetulle majoitusalueelle. Näistä työntekijöistä kahden kolmasosan on oletettu olevan auton käyttäjiä ja saapuvan alueelle vii-

kon alussa ja lähtevän pois viikonlopuksi. Lisäksi heidän on oletettu tekevän kaksi ja puoli asointimatkaa kaupungin tai kunnan keskustaan. Loput vuosihuoltotyöntekijät käyvät töissä lähialueilta käsin.

Yhteenveto rakentamis- ja käyttövaiheen liikennemääristä on esitetty taulukossa 3-6.

**Taulukko 3-6.** Ydinvoimalaitoksen arvioidut liikennemäärät rakentamis- ja käyttövaiheessa.

	Ajoneuvoja (kpl) vuorokaudessa
<b>Rakentamisvaihe</b>	
Henkilöliikenne	4 000
Raskas liikenne	100
<b>Käyttövaihe</b>	
<b>Normaalikäyttö</b>	
Henkilöliikenne	600
Raskas liikenne	30
<b>Vuosihuolto</b>	
Henkilöliikenne	1 150
Huolto- ja tavaraliikenne	10

### 3.16 Radioaktiiviset päästöt ja niiden rajoittaminen

Normaalikäytön aikana ydinvoimalaitoksesta päästetään hallitusti ilmaan ja veteen pieniä määriä radioaktiivisia aineita kuten jalokaasuja (ksenon ja krypton), kaasumaisia aktivoitumistuotteita (hiili-14), halogeeneja (jodit) sekä aerosolimuodossa olevia radioaktiivisia aineita.

Radioaktiiviset aineet syntyvät käytön aikana ydinreaktorissa. Radioaktiiviset aineet ovat pääasiassa sisällä polttoainesauvoissa. Lisäksi ytimen halkeamisessa vapautuvien neutronien reagoitessa reaktorin jäähdytteessä olevien epäpuhtauksien kanssa syntyy aktivoitumistuotteita. Siten pieni osa radioaktiivisista aineista on myös primääripiirin vedessä sekä primääripiiriin liittyvissä puhdistus- ja jätevesijärjestelmissä. Pieniä määriä kaasumaisia radioaktiivisia aineita syntyy muun muassa välittömästi paineastian ulkopuolella

olevassa ilmatilassa neutronien vaikutuksesta.

Radioaktiivisia aineita sisältävät vedet ja kaasut puhdistetaan ja viivästetään siten, että niiden säteilypitoisuus on pieni. Puhdistetut kaasut johdetaan voimalaitoksen ilmastointipiippuun ja vedet jäähdytysveden mukana mereen. Päästöt mitataan, jotta varmistutaan, että ne alittavat asetetut päästöraajat. (STUK 2013a). Päästöjen vaikutus ympäristössä on hyvin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden vaikutukseen.

#### 3.16.1 Radioaktiiviset päästöt ilmaan

Valtioneuvoston asetuksen (VNA 717/2013) mukaan ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä saa aiheutua yksittäiselle ympäristön asukkaalle korkeintaan 0,1 millisievertin säteilyannos vuodessa. Tämän raja-arvon perusteella määritellään radioaktiivisten aineiden normaalin käytön päästöraajat. Päästöraajat esitetään jodi- ja jalokaasupäästöille. Asetetut päästöraajat ovat voimalaitoskohtaisia. Jodi- ja jalokaasupäästöjen lisäksi ydinvoimalaitoksesta pääsee ilmaan myös tritiumia, hiili-14:a ja aerosoleja. Näiden aineiden vuosittaiset päästöt ovat teoreettisella maksimitasollaankin niin alhaisia, että niille ei ole ollut tarpeen asettaa erillisiä päästörajoja. Tästä huolimatta myös näitä päästöjä mitataan. Määritetäessä ympäristön asukkaalle aiheutuvaa vuotuista säteilyannosta otetaan huomioon kaikki säteilyannokseen merkittävästi vaikuttavat aineet. Tämä tarkoittaa käytännössä edellä mainittuja jodi- ja jalokaasupäästöjä sekä tritium-, hiili-14- ja aerosolipäästöjä.

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen päästöt alittavat kaikki sille asetetut radioaktiivisten päästöjen päästöraajat. Lisäksi Fennovoima määrittää ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat.

Taulukossa 3-7 on esitetty esimerkkinä Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten keskimääräiset päästöt vuosina 2008–2012 (STUK 2009a, STUK 2010, STUK 2011a, STUK 2012, STUK 2013b). Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden reaktorit ovat tyypiltään kiehutusvesireaktoreita (BWR) ja kummankin yksikön nettosähköteho on 880 MW (TVO 2013). Fortumin Loviisan yksiköissä on painevesireaktorit (PWR) ja yksiköt ovat kumpikin nettosähköteholtaan 496 MW (Fortum 2012). Ydinvoimalaitosten päästöt ilmaan ovat olleet alle prosentin asetetuista päästörajoista.

Ydinvoimalaitoksessa syntyvien radioaktiivisten kaasujen

**Taulukko 3-7.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten vuotuiset radioaktiiviset päästöt ilmaan, keskiarvo vuosilta 2008–2012. Päästöraajat on määritetty jodille ja jalokaasuille.

Radioaktiiviset päästöt, GBq/v	Loviisa 1 ja 2 2 x 496 MW (PWR)	Loviisan päästöraajat	Olkiluoto 1 ja 2 2 x 880 MW (BWR)	Olkiluodon päästöraajat
Tritium	280	-	320	-
Hiili-14	300	-	820	-
Jodit (I-131-ekv.)	0,015	220	0,023	103
Jalokaasut	6 200	14 000 000	600	9 420 000
Aerosolit	0,10	-	0,017	-

käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Kaasumaiset radioaktiiviset aineet johdetaan puhdistusjärjestelmään, jossa kaasut kuivataan, viivästetään ja suodattetaan esimerkiksi aktiivihiilisuodattimien avulla. Lisäksi kaasumaisia päästöjä voidaan suodattaa tehokkaiden HEPA (High Efficiency Particulate Air) -suodattimien avulla. Puhdistetut kaasut johdetaan ilmastointipiipun kautta ilmaan. Radioaktiivisia päästöjä ilmaan tarkkaillaan ja mitataan kaasujen käsittelyjärjestelmissä monessa eri vaiheessa sekä lopuksi ilmastointipiipussa.

Taulukossa 3-8 on esitetty alustava arvio ydinvoimalaitoksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden päästöistä ilmaan.

**Taulukko 3-8.** Arvio ydinvoimalaitoksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden päästöistä ilmaan.

Arvio radioaktiivisista päästöistä, GBq/v	
Tritium	3 900
Hiili-14	300
Jodit (I-131-ekv.)	0,49
Jalokaasut	46 000
Aerosolit	0,051

### 3.16.2 Radioaktiiviset päästöt mereen

Valvonta-alueelta tulevat radioaktiiviset nesteet johdetaan nestemäisten jätteiden käsittelylaitokselle. Käsittelyn jälkeen vedet, jotka alittavat aktiivisuudelle asetetun päästörajan, päästetään mereen. Mereen päästettävien vesien radioaktiivisuus määritetään edustavasta näytteestä sekä lisäksi mittaamalla suoraan päästölinjasta ennen jäähdytysveden poistotunneliin johtamista.

Vesipäästöt pyritään pitämään mahdollisimman pieninä esimerkiksi kierrättämällä prosessi- ja allasvesiä ja minimoimalla jätevesien tuotanto.

Toteutuneet radioaktiivisten päästöjen määrät vesistöön suomalaisilta voimalaitoksilta keskimäärin vuosina 2008–2012 on esitetty taulukossa 3-9 (STUK 2009a, STUK 2010, STUK 2011a, STUK 2012, STUK 2013b). Suomalaisilla laitoksilla tritiumpäästöt ovat olleet noin 10 prosenttia ja muut päästöt reilusti alle prosentin asetetuista päästörajoista. Ydinvoimalaitoksista peräisin olevan tritiumin pitoisuus merivedessä laskee merkityksettömälle tasolle jo laitosten lähialueilla. Radioaktiivisille päästöille veteen asetetaan

**Taulukko 3-9.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten vuotuiset radioaktiiviset päästöt veteen, keskiarvo vuosilta 2008–2012.

Radioaktiiviset päästöt, GBq/v	Loviisa 1 ja 2 2 x 496 MW (PWR)	Loviisan päästörajat	Olkiluoto 1 ja 2 2 x 880 MW (BWR)	Olkiluodon päästörajat
Tritium	17 000	150 000	1 700	18 300
Muut beta ja gamma	0,56	890	0,22	296

ilmapäästöjen tavoin voimalaitoskohtaiset päästörajat ja niiden lisäksi Fennovoima asettaa itselleen päästörajoja tiukemmat päästötavoitteet.

Painevesireaktorissa käytetään boorihappoa, josta syntyy neutronireaktioissa tritiumia, ja painevesireaktorin tritiumpäästöt ovat tämän vuoksi suuremmat kuin kiehutusvesireaktorin. Tritiumpitoiset nesteet, kuten muutkin radioaktiiviset nesteet, puhdistetaan ennen vesistöön johtamista siten, että päästöille asetetut päästörajat alittuvat selvästi. Radioaktiivisten nesteiden puhdistusmenetelmiä ovat tarkkailusäiliöihin kerääminen ja viivästys, haihdutus, ioninvaihto sekä kiintoaineiden erotus mekaanisilla suodattimilla, lietelin-goilla tai separaattorilla.

Ydinvoimalaitoksen nestemäisten jätteiden käsittelyssä syntyvien ioninvaihtohartsien, lietteiden ja muiden märkien jätteiden käsittelyä kuvataan luvussa 3.12.

Alustava arvio ydinvoimalaitokselta aiheutuvasta radioaktiivisten päästöjen määrästä mereen on esitetty taulukossa 3-10.

**Taulukko 3-10.** Arvio ydinvoimalaitokselta mereen johdettavien radioaktiivisten päästöjen määrästä.

Arvio radioaktiivisista päästöistä, GBq/v	
Tritium	9 100
Muut beta ja gamma	0,065

## 3.17 Päästöt ilmaan

### 3.17.1 Varavoiman ja varalämmön tuotannon päästöt

Ydinvoimalaitoksen sähkönsaanti turvataan ulkoisen verkko-yhteyden häiriötilanteissa varavoimanlähteenä toimivien dieselgeneraattorien avulla. Laitosalueelle rakennetaan mahdollisesti myös noin 100 MW:n kaasuturbiinilaitos voimalaitoksen ja kantaverkon varavoimalähteksi. Laitosalueella sijaitsevien muiden rakennusten ja ulkovalaistuksen sähkönsaanti häiriötilanteissa varmistetaan mahdollisesti dieselgeneraattoreiden avulla.

Varavoimageneraattoreiden polttoaineena käytetään dieselöljyä ja varalämpölaitoksessa kevyttä polttoöljyä. Kevyen polttoöljyn rikkipitoisuus on mahdollisimman alhainen (korkeintaan 0,1 massaprosenttia). Varavoimageneraattoreiden ja varalämpölaitoksen käytöstä syntyy polttoaineen



palaaessa rikkidioksidiä, typen oksideja, hiukkasia ja hiilidioksidiä. Kaasuturbiinin käytössä syntyy jonkin verran typenoksidipäästöjä. Varavoimageneraattoreita, kaasuturbiinilaitosta ja varalämpölaitosta käytetään normaalitilanteessa ainoastaan koekäyttötarkoituksessa. Varalämpölaitosta voidaan myös käyttää lämmön tuotantoon mahdollisten talvikaudella tehtävien vuosihuoltojen ajan.

Varavoimageneraattoreiden, kaasuturbiinilaitoksen ja varalämpölaitoksen vuotuiset päästöt ovat normaalitilanteessa hyvin pieniä. Rikkidioksidiä syntyy noin 0,3 tonnia vuodessa, typen oksideja noin 1,4 tonnia vuodessa, hiukkasia alle tonnin vuodessa ja hiilidioksidiä noin 750 tonnia vuodessa.

### 3.17.2 Kuljetusten päästöt

Kuljetusten ja työmatkaliikenteen päästöjen laskennassa on käytetty VTT:n julkaisemia Suomen tieliikenteen pako-kaasupäästöjen yksikköpäästökertoimia (VTT 2012).

Kotoaan töissä käyvien työntekijöiden työmatkojen pituudeksi on arvioitu keskimääräinen etäisyys Pyhäjoen kunnan keskustasta laitokselle. Rakentamisaikavaiheessa ulkomailta tai kauempaa muualta Suomesta tulevien työntekijöiden ei ole oletettu lähtevän kotiin viikonlopuksi. Vuosihuollon aikana laitoksella työskentelevien ulkopuolisten työntekijöiden on sen sijaan oletettu lähtevän yleensä viikonlopuksi kotiin. Nämä työntekijät voivat olla kotoisin ympäri Suomea, jolloin työmatkojen pituudet ja niiden suuntautuminen voivat vaihdella suuresti. Tällöin myös työmatkoista aiheutuvat päästöt hajaantuvat laajalle alueelle eikä näillä päästöillä siten ole sanottavaa vaikutusta yksittäisille alueille. Tämän vuoksi näissä tapauksissa työmatkojen päästöt on laskettu käyttäen samoja etäisyyksiä, kuin kotoaan töissä käyvien työntekijöiden tapauksessa on määriteltä.

Maantiekuljetusten päästöt on laskettu samoin periaattein kuin vuosihuoltotekijöiden työmatkojen päästöt.

Ydinvoimalaitoksen kuljetusten ja työmatkaliikenteen päästöt arkivuorokausina sekä rakennusaikana että normaalikäytön aikana on esitetty taulukossa 3-11.

## 3.18 Liikenneyhteydet ja voimajohdot

Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen liittyy laitosalueen ulkopuolelle ulottuvia hankkeita, kuten liikenneyhteyksien rakentaminen tai olemassa olevien yhteyksien parantaminen, meriväylän ja voimajohtojen rakentaminen.

Meriväylän sijoittumista ja rakentamista Hanhikiven niemen merialueelle on kuvattu luvussa 3.6.2.

### 3.18.1 Liikenneyhteydet

Valtatie 8 (E8) kulkee Parhalahden kylän poikki noin 5,5 kilometrin etäisyydellä laitoksen suunnitellusta sijaintipaikasta (Kuva 3-17). Valtatieltä Hanhikiven niemen päähän johtaa kevytrakenteinen yksityistie (Puustellintie). Puustellintie ei sovellu ydinvoimalaitoksen kuljetuksiin, joten valtatieltä laitosalueelle rakennetaan uusi yhdystie, Hanhikiventie. Uusi tie on osoitettu Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen lainvoimaisissa osayleis- ja asemakaavassa. Tien pituus valtatieltä 8 on noin neljä kilometriä asemakaavassa merkityn energiahuollon korttelialueen rajalle. Nykyistä Puustellintietä parannetaan, ja tie toimii varayhteytenä laitosalueelle.

Uusi yhdystie on kaksikaistainen asfaltoitu maantie, ja sen yhteyteen rakennetaan myös kevyenliikenteen väylä. Tien mitoituksessa ja suunnittelussa huomioidaan ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaiset tarpeet. Tien korkeus mitoitetaan sellaiseksi, että tien kautta poistuminen on mahdollista myös poikkeuksellisissa luonnolosuhteissa, kuten Säteilyturvakeskuksen uusi YVL-ohje A.2 edellyttää. Alustavien suunnitelmien mukaan tien lopullinen korkeusasema on +4,6 metristä +4,9 metriin (N2000-korkeusjärjestelmä).

Tien rakentamisen yhteydessä tehdään myös muun muassa voimalaitoksen ja tukialueiden vaatimat vesi- ja viemärijohtorakenteet sekä -liittynät kunnalliseen verkkoon. Koko tiejakso valaistaan.

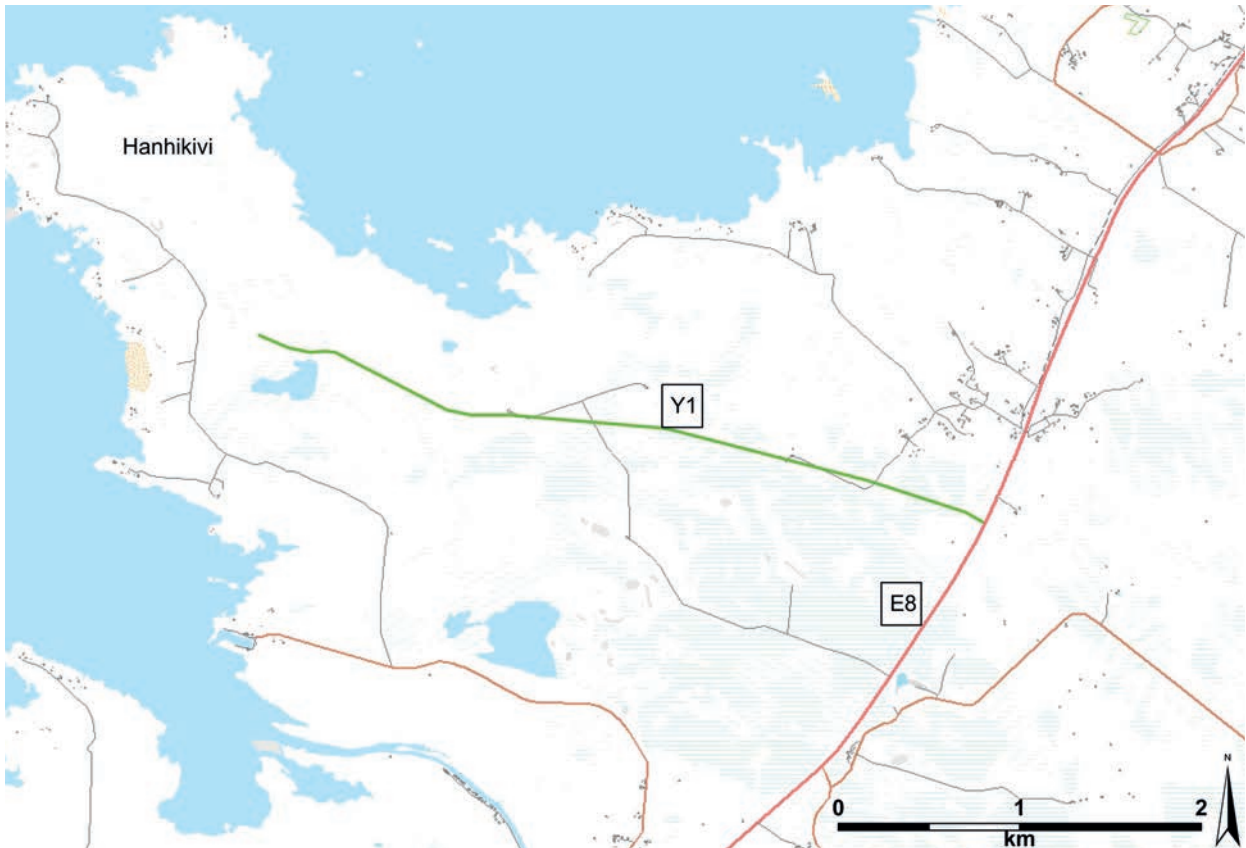
Alustavien suunnitelmien mukaan tielinjan loppuosaan on kaavailtu siltarakennetta, joka mahdollistaa mahdollisen veden virtauksen ja eläimien liikkumisen tien poikki Hietakarinalahden kohdalla. Tien ja siltarakenteen rakenteet ja mitoitus täsmennetään jatkosuunnittelussa.

### 3.18.2 Voimajohdot

Ydinvoimalaitos liitetään Suomen kantaverkkoon niin, että verkkoliityntä mahdollistaa omalta osaltaan ydinvoimalan turvallisen ja suunnitellun toiminnan ja että ydinvoimala pystyy syöttämään tuottamansa sähköenergian suunnitellulla tavalla kaikissa verkkotilanteissa. Fennovoima vastaa voimalaitoksen liityntäjohtojen rakentamisesta ja kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj puolestaan kantaverkossa tarvittavista verkkovahvistuksista. Voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-mennetyssä, jonka odotetaan käynnistyvän vuonna 2014.

	Rakentamisvaihe (t/v)	Käyttövaihe (t/v)
Hiilimonoksidi (CO)	111	19
Typen oksidit (NO <sub>x</sub> )	20	4
Pienhiukkaset (PM)	0,5	0,1
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	0,04	0,01
Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> )	6 730	1 219

**Taulukko 3-11.** Ydinvoimalaitoksen kuljetusten ja työmatkaliikenteen päästöt rakennusaikana sekä normaalikäytön aikana.



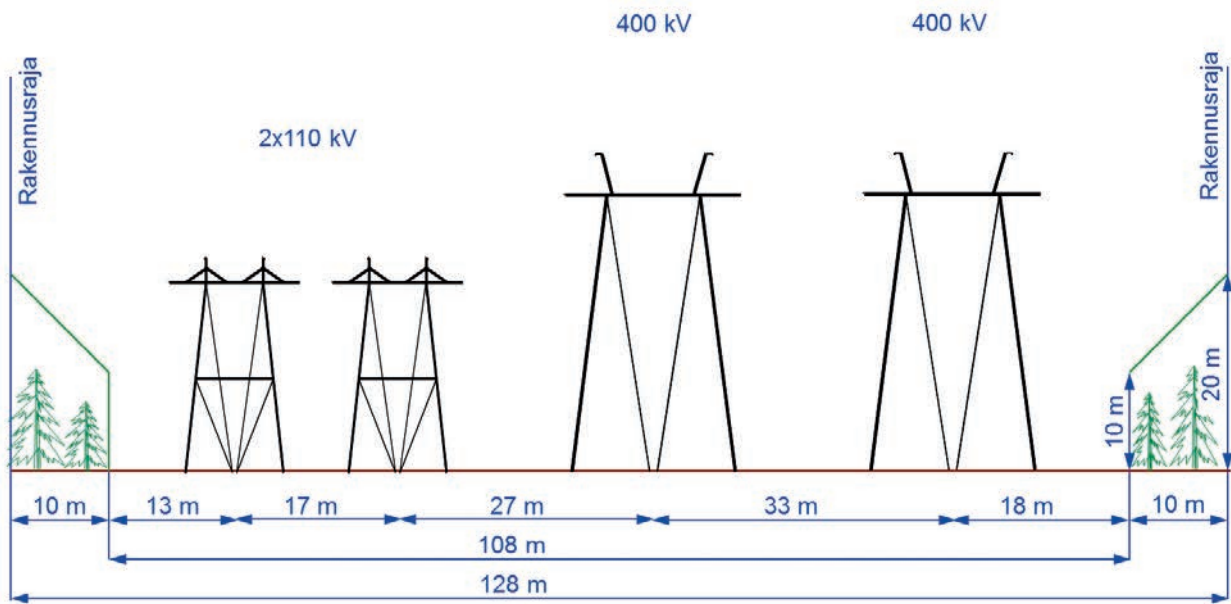
**Kuva 3-17.** Hanhikiven voimalaitosalueelle rakennettavan uuden tien (Y1) sijoittuminen. E8 on nykyinen valtatie 8.

Voimalaitoksen verkkoliityntää varten on alustavasti arvioitu tarvittavan kaksi 400 kV ja kaksi 110 kV voimajohdon lähiliitynnän yhteystarvetta ydinvoimalaitokselle. Lisäksi Fingrid on arvioinut, että kantaverkon alueellisen siirtokyvyn ja voimajärjestelmän käyttövarmuuden turvaamiseksi tarvittaisiin 400 kilovoltin verkkoliityntäasemasta kaksi 400 kilovoltin voimajohtoyhteyttä välille Hanhela - Lumijärvi.

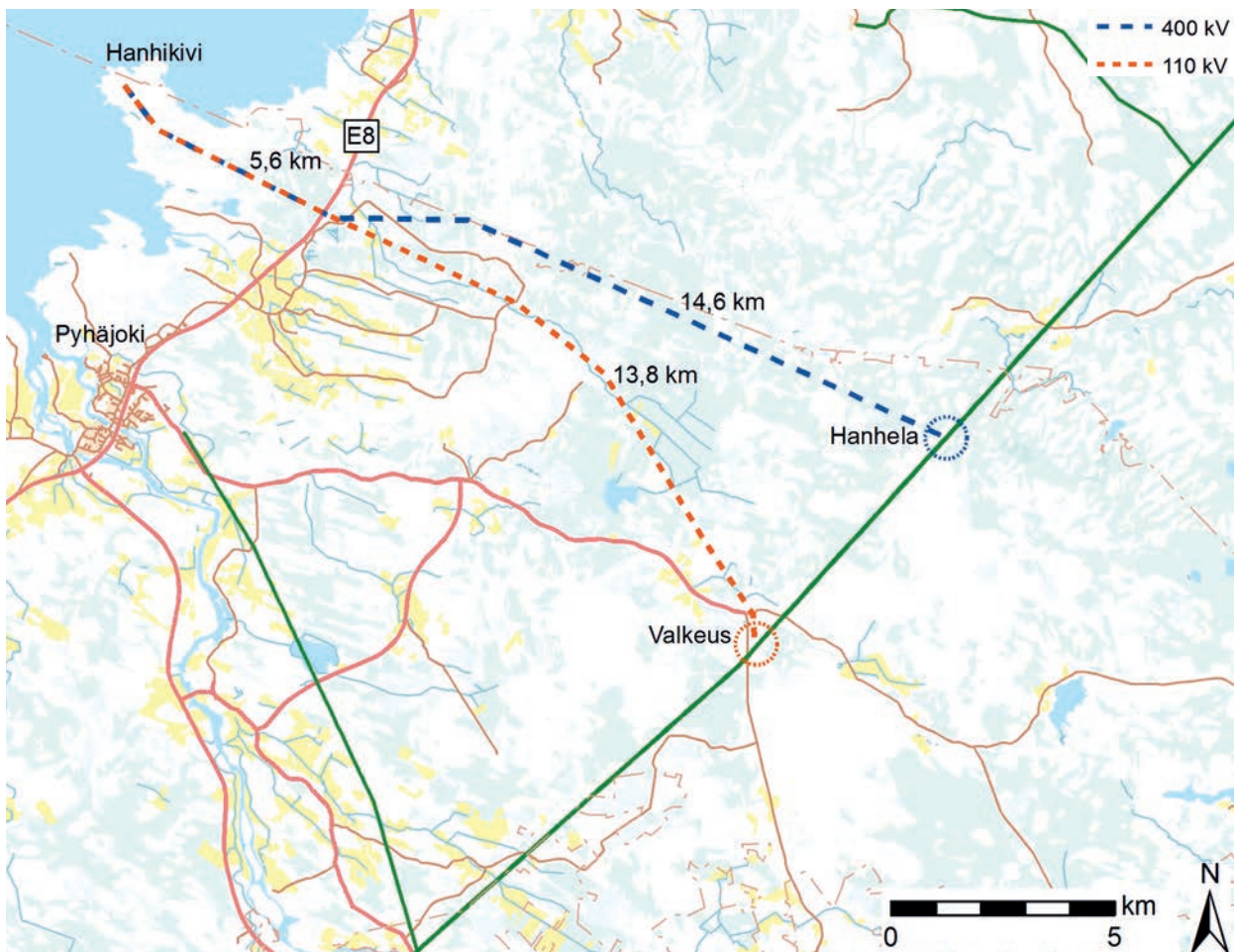
Vuonna 2009 toteutetussa Hanhikiven ydinvoimalaitoksen Natura-arvioinnissa arvioitiin ydinvoimalaitoksen ja siihen liittyvien voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaisia vaikutuksia Parhalahden-Syöläinlahden ja Heinikarintammen Natura 2000 -alueen suojeluperusteina oleville luontotyypeille sekä kasvi- ja eläinlajeille (*Pöyry Environment Oy 2009a*). Natura-arvioinnissa todettiin merkittäväksi riskiksi suojeluperusteina olevien lintulajien yksilöiden törmäämisen voimajohtoihin. Arvioinnissa päädyttiin suosittamaan voimajohtojen pylvärakenteeksi harustettua portaaliipylvästä, jolloin johtimet kulkevat mahdollisimman matalalla ja samalla tasolla. Kuvassa 3-18 on

esitetty poikkileikkauskuvaa suunnitellusta voimajohtokäytävästä, jossa on pylvästyypinä harustettu portaaliipylväs.

Fingrid on vuonna 2012 esiselvittänyt voimalaitoksen liityntäjohtojen reittien sijoittamista, ja kuvassa 3-19 on esitetty 400 kV ja 110 kV lähiliitynnän voimajohtoreitit ja asemapaikat. Kyseiset johtoreitit on huomioitu Pohjois-Pohjanmaan maankäyttösuunnittelua ohjaavassa maakuntakaavatyössä. Uudet voimajohdot ja asemapaikat sijoittuisivat kokonaisuudessaan Pyhäjoen kunnan alueelle. Suunniteltujen voimajohtoreittiosuuksien yhteispituus olisi noin 34 kilometriä. Hanhikivenniemelle sijoittuva reittiosuus, jonka pituus on noin 5,6 km, alkaisi ydinvoimalaitosalueelta ja päättyisi valtatie 8 itäpuolella kohtaan, jossa johtoyhteydet haarautuisivat. 110 kV johtoyhteys, joka kuvassa 3-19 on merkitty punaisella katkoviivalla, jatkaisi johtoreittien haarakohdasta Valkeuden suunnitellulle sähköasemalle. Reittiosuuden pituus on noin 13,8 kilometriä. 400 kV johtoyhteys kulkisi suunnitellulle Hanhelan sähköasemapaikalle. Reittiosuuden pituus on noin 14,6 kilometriä.



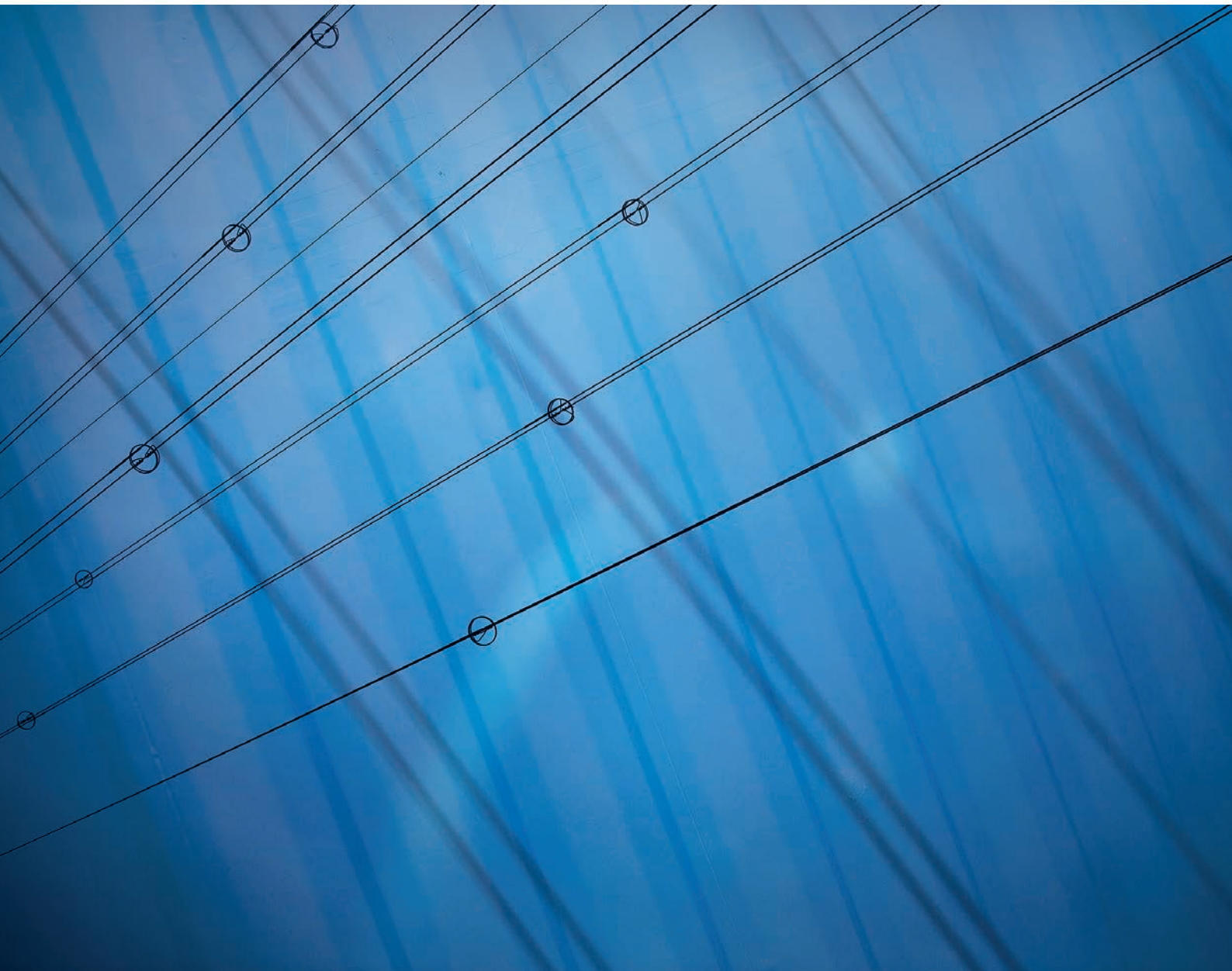
**Kuva 3-18.** Suunnitellun voimajohtokäytävän poikkileikkauskuva Hanhikiven niemessä. Pylvästyypinä on harustettu portaalipylväs.



**Kuva 3-19.** Hanhikivi 1 -ydinvoimalan suunnitellun lähiliittymän voimajohtoreitit ja asemapaikat. 400 kV johtoyhteys on kuvattu sinisellä ja 110 kV voimajohtoyhteys punaisella katkoviivalla.

# 4

## Ydinturvallisuus



Turvallisuus on etusijalla Fennovoiman ydinvoimalaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. Ydinturvallisuus kattaa kaikki ne toimet, joilla ydinenergiaa käytettäessä huolehditaan niin työntekijöiden, väestön kuin ympäristökin turvallisuudesta radioaktiivisen säteilyn osalta.

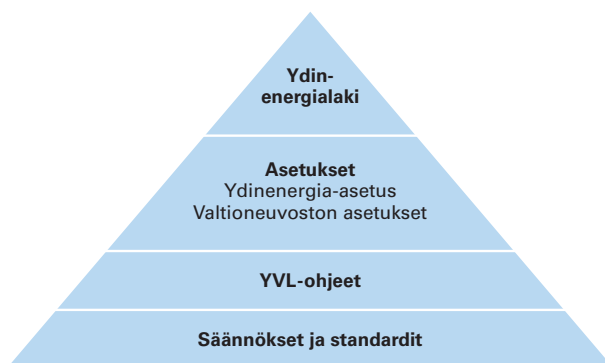
Ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja käytön luotettavuutta kehitetään jatkuvasti. Ydinenergian käytön turvallisuuden varmistamiseksi ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja käytössä noudatetaan tiukkaa turvallisuuskulttuuria, erityisiä turvallisuusperiaatteita ja -määräyksiä sekä kehitettyjä laadunvarmistusmenetelmiä. Ydinenergian käyttö on luvanvaraista toimintaa, jota säädellään lainsäädännöllä. Turvallisuusvaatimukset otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa. Ydinenergian käyttöön liittyvän luvan haltijalla on yksinomainen vastuu käytön turvallisuudesta.

## 4.1 Ydinturvallisuusvaatimukset

Ydinenergian käyttöön liittyvät turvallisuusvaatimukset perustuvat Suomen ydinenergilakiin (990/1987), jonka mukaan ydinvoimalaitoksen on oltava turvallinen eikä siitä saa aiheutua vaaraa ihmisille, ympäristölle eikä omaisuudelle.

Ydinenergilain säännöksiä tarkennetaan ydinenergia-asetuksella (161/1988). Ydinvoimalaitokselle asetettavien turvallisuusvaatimusten yleiset periaatteet on annettu valtioneuvoston asetuksissa 734/2008 ja 736/2008 sekä 716/2013 ja 717/2013, joiden soveltamisala kattaa ydinenergian käytön turvallisuuden eri osa-alueet. Ydinenergian käytön turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä ydinmateriaalien valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset annetaan Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa ydinvoimalaitosohjeissa (YVL-ohjeet). Lisäksi ydinenergian käyttöä säädellään erilaisissa kansallisissa ja kansainvälisissä säännöksissä ja standardeissa. Suomen ydinturvallisuuslainsäädännön ja -vaatimusten hierarkia on esitetty kuvassa 4-1.

Ydinenergiaa koskevaa säännöstöä uudistetaan parhailaan. Valtioneuvoston asetus 716/2013 ja 717/2013 astuivat voimaan vuoden 2013 lokakuussa. Säteilyturvakeskuksessa on tätä kirjoitettaessa käynnissä YVL-ohjeiston uudistaminen, jonka tavoitteena on ajanmukaistaa ohjeiston rakenne



**Kuva 4-1.** Ydinturvallisuuslainsäädännön ja -vaatimusten hierarkia Suomessa.

ja toimittaa kokonaisuus uudelleen niin, että ohjeiden määrä vähenee nykyisestä. Suurin osa uusista YVL-ohjeista tuli voimaan 1.12.2013.

Ydinenergilain mukaan ydinturvallisuutta koskevana johtavana periaatteena on ydinenergian käytön turvallisuuden pitäminen niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Turvallisuutta on kehitettävä edelleen käyttökokemusten ja turvallisuustutkimusten perusteella sekä ottaen huomioon tieteen ja tekniikan kehittyminen. Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti ydinlaitoksen turvallisuus on varmistettava peräkkäisillä ja toisistaan riippumattomilla suojauksilla. Tämä turvallisuusperiaate on ulotettava niin laitoksen toiminnalliseen kuin rakenteelliseenkin turvallisuuteen. Ydinlaitoksen suunnittelussa on myös varauduttava käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien mahdollisuuteen.

Ydinturvallisuutta koskevaa lainsäädäntöä ja ohjeita laadittaessa on huomioitu kansainväliset sopimukset sekä muut turvallisuusvaatimukset, kuten kansainvälisen atomiennergiajärjestön (IAEA) ohjeet (STUK 2013, IAEA 2013).

Turvallisuusvaatimusten täytyminen arvioidaan yksityiskohtaisesti voimalaitosyksiköittäin. Harkintansa mukaan Säteilyturvakeskus ja luvanhaltija voivat asettaa suunnittelutavoitteita, jotka ovat olemassa olevia turvallisuusvaatimuksia tiukempia. Suomessa noudatettavia turvallisuusvaatimuksia pidetään kansainvälisesti tiukkoina.

## 4.2 Ydinturvallisuusperiaatteet ja niiden toteuttaminen

Ydinvoimalaitosten turvallisuus perustuu syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen noudattamiseen, jota Fennovoima toteuttaa hankkeessa. Laitoksen suunnittelussa ja käytössä sovelletaan samanaikaisesti useita toisistaan riippumattomia ja toisiaan täydentäviä suojaamisen tasoja (Kuva 4-2) (IAEA 2000):

- käyttöhäiriöiden ja vikojen ennaltaehkäisy korkeatasoisella suunnittelulla ja rakentamisella sekä asianmukaisilla huoltotoimenpiteillä ja käytöllä
- käyttöhäiriöiden ja vikojen havaitseminen ja tilanteen palauttaminen normaaliksi suojaus-, valvonta- ja turvallisuusjärjestelmillä
- suunnitteluperusteisten onnettomuuksien hallinta olemassa olevien ja suunniteltujen turvallisuusominaisuuksien avulla
- vakavien onnettomuuksien havainnoiminen ja hallinta onnettomuuksien hallintajärjestelmällä
- radioaktiivisten aineiden vapautumisen seurausten lieventäminen valmius- ja pelastustoiminnalla.

Ydinvoimalaitokset suunnitellaan siten, että toiminnan epäonnistuminen millään yksittäisellä suojaamisen tasolla ei johda vaaran aiheutumiseen ihmisille, ympäristölle eikä omaisuudelle. Luotettavuuden varmistamiseksi jokainen tasoista rakentuu useiden, toisiaan täydentävien teknisten järjestelmien ja laitoksen käyttöön liittyvien rajoitusten ja määräysten varaan.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa sovelletaan koeteltua tekniikkaa ja prosessit suunnitellaan luontaisesti stabiileiksi. Esimerkiksi kevytvesireaktorit on suunniteltu tehonsäädön suhteen luontaisesti vakaviksi. Tämä tarkoittaa sitä, että reaktorin luontaiset takaisinkytkennät rajoittavat itsestään tehon hallitsemattoman kasvun. Kevytvesireaktoreissa turvallisuutta lisää myös se, että jäähdytteen lämpötilan kasvu hillitsee tehon kasvua ja jäähdytteen vuoto reaktorista sammuttaa ketjureaktion.

Kaikki turvallisuuteen liittyvät laitteet ja toiminnot suunnitellaan erityisten turvallisuustarkastelujen pohjalta. Tarkastelu oletetaan epätodennäköisiäkin vikoja syntyvän ja sovelletaan riittäviä turvallisuusmarginaaleja. Lisäksi turvallisuuteen liittyvien laitteiden valmistuksessa sovelletaan korkeita laatuvaatimuksia. Osana tehokasta laadunhallintaa ydinvoimalaitoksen järjestelmät, laitteet ja rakenteet jaetaan turvallisuusmerkityksensä mukaan luokkiin, joilta vaaditaan sitä parempaa laatua mitä tärkeämmästä luokasta on kyse. Kaikesta tästä huolimatta turvallisuussuunnittelussa lähdetään siitä oletuksesta, että laitevikoja voi esiintyä tai laitoksen käyttäjä voi tehdä virheitä. Laitoksen suunnittelussa otetaan huomioon sisäiset tapahtumat, kuten laiteviat ja käyttöhenkilökunnan virheet, sekä ulkoiset tekijät, joihin kuuluvat muun muassa poikkeukselliset sää- ja ympäristöolosuhteet, jäähdytysvesiteiden toimintaan kohdistuvat riskit kuten tukkeutuminen tai lentokoneiden törmäykset. Ydinvoimalaitos varustetaan turvallisuusjärjestelmillä, joilla häiriöiden ja onnettomuuksien etenemistä ja vaikutuksia voidaan estää tai ainakin rajoittaa.

Turvallisuusjärjestelmät jaetaan useiksi rinnakkaisiksi osajärjestelmiksi, joiden yhteinen kapasiteetti suunnitellaan tarpeeseen nähden moninkertaiseksi (rinnakkaisuusperiaate, Kuva 4-3). Moninkertaisista rinnakkaisista osajärjestelmistä koostuva järjestelmäkokonaisuus pystyy toteuttamaan turvallisuustoimintonsa, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite vioittuisi ja samanaikaisesti mikä tahansa

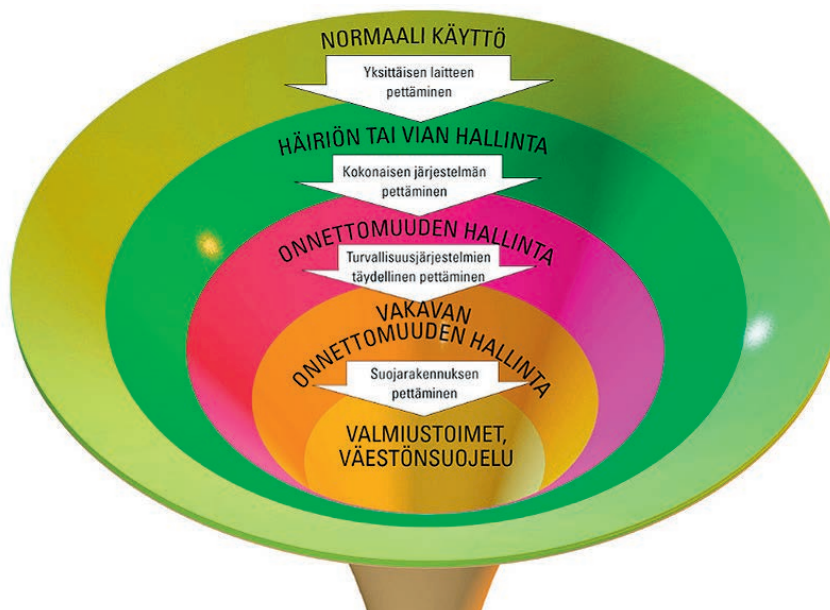
turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi poissa käytöstä esimerkiksi huollon vuoksi. Moninkertaisuuden ansiosta turvallisuusjärjestelmien toiminta on luotettavaa. Luotettavuutta voidaan vielä parantaa käyttämällä samaan tehtävään useaa erityyppistä laitetta, jotta tyyppiviat eivät voi estää turvallisuustoiminnon toteuttamista (erilaisuusperiaate, Kuva 4-3). Rinnakkaiset osajärjestelmät erotellaan toisistaan siten, että esimerkiksi tulipalot eivät voi estää turvallisuustoimintoa. Erottelu voidaan toteuttaa esimerkiksi sijoittamalla osajärjestelmät erillisiin huonetiloihin (erotteluperiaate, Kuva 4-3).

Vakavien reaktorionnettomuuksien (reaktorisydämen sulamisen) varalle laitos varustetaan erityisillä suojauslaitteilla ja -rakenteilla. Tällaisten onnettomuuksien epätodennäköisyyden vuoksi niiden varalta suunniteltavien järjestelmien osalta riittää, että järjestelmä pystyy toteuttamaan turvallisuustoimintonsa, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön (STUK 2004).

Ydinvoimalaitoksen normaalin käytön aikana laitokselta päästetään hallitusti viranomaisrajan alittava määrä radioaktiivisia aineita. Väestön tai ympäristön turvallisuuden kannalta nämä päästöt ovat merkityksettömän pienet. Muiden kuin hallittujen päästöjen leviäminen ympäristöön pystytään estämään kaikissa tilanteissa luotettavasti. Radioaktiivisuuden hallitsematon leviäminen ympäristöön estetään useiden sisäkkäisten teknisten *leviämisesteiden* avulla (Kuva 4-4). Jokainen näistä esteistä on yksinäänkin riittävä pidättämään radioaktiiviset aineet sisällään.

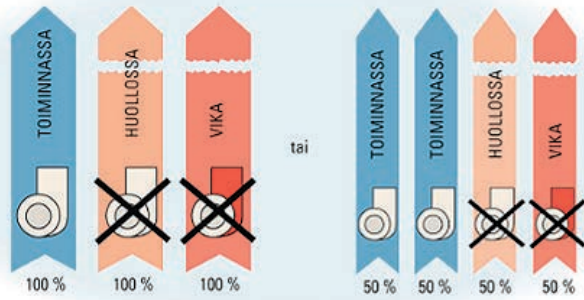
*Ensimmäisen esteen* muodostavat polttoainesauvojen kaasutiivis ja mekaanisesti kestävä metallinen suojaakuori. *Toisena esteenä* on reaktorin paineenkestävä tiivis jäähdytyspiiri. *Ulommaisena esteenä* on reaktoria ympäröivä paineenkestävä ja kaasutiivis kaksinkertainen suojarakennus. Suojarakennuksen sisempi kuori on tehty esijännitetystä betoniteräksestä, joka pystyy vastaanottamaan onnetto-

**Kuva 4-2.** Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja käytössä sovelletaan useita suojaamisen tasoja.



### Rinnakkaisuusperiaate eli redundanttisuus

N+2

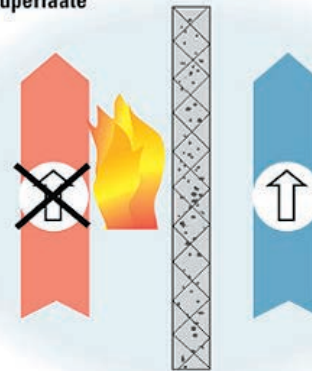


### Erilaisuusperiaate eli diversiteetti

Esim.



### Erotteluperiaate

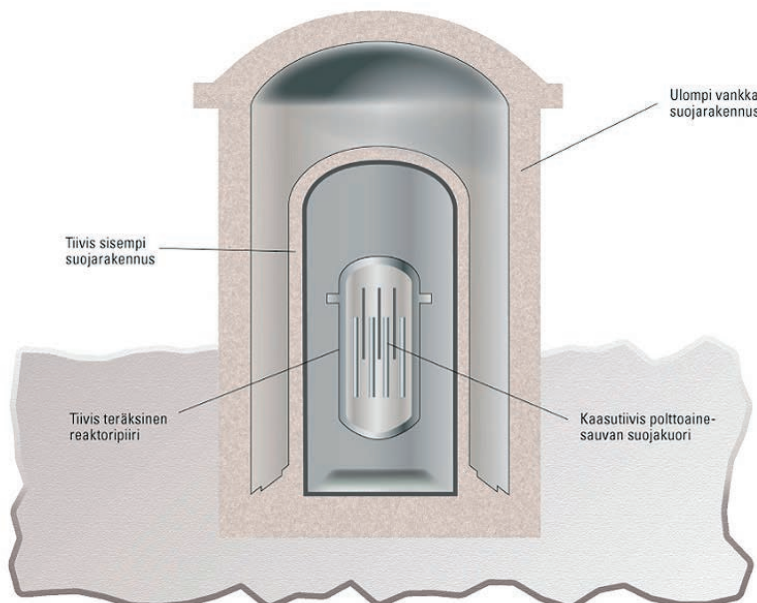


**Kuva 4-3.** Turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperiaatteet.

muustilanteiden ylipaineesta johtuvat vetojännitykset. Tiiveys varmistetaan suojakuoren sisäpinnassa olevalla hiiliteräsvuorauksella. Suojarakennuksen ulompi kuori on tavanomaisesta betoniteräksestä valmistettu paksumpi rakenne, joka suojaa reaktorin ja sisempää suojakuorta ulkoisilta uhilta ja näihin liittyviltä törmäyskuormilta. Se suunnitellaan kestävämmän muun muassa suuren matkustaja-

lentokoneen törmäys. Ulompi suojakuori on myös radioaktiivisuuden leviämisen lisäeste vähentäen vuotoja ympäristöön onnettomuustilanteissa.

Ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen suojarakennus kestävä myös vakavan onnettomuuden, jossa reaktorin sydän sulaa. Suojarakennus estää sulaneen sydämen kiinteitä aineita ja valtaosaa kaasumaisista radioaktiivisista



**Kuva 4-4.** Polttoaineen radioaktiivisuuden leviämiseesteet.

aineista leviämistä ympäristöön. Suojarakennuksen ulkopuolella säteilytaso pysyy turvallisen alhaalla, vaikka sen sisään olisi vapautunut radioaktiivisuutta.

Ydinvoimalaitoksessa noudatetaan korkeaa turvallisuuskulttuuria ja kehittyneitä laadunvarmistusmenettelyjä. Ydinvoimalaitoksen käytön sekä häiriöiden ja onnettomuuksien selvittämiseen tarvittavat toimenpiteet on ohjeistettu huolellisesti ja niitä harjoitellaan säännöllisesti. Huolto- ja korjaustöiden yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota tarkkaavaisuuteen ja täsmällisyyteen. Tavoitteena on sekä suojata laitosta häiriöiltä että suojata työntekijöitä säteilyltä. Säteilyturvakeskus valvoo henkilöstön koulutusta ja tarkastaa ohjeistusta. Säteilyturvakeskus valvoo myös ydinvoimalaitoksen turvallisuusjohtamista.

### 4.3 Ulkoisten uhkien hallinta

Ydinvoimalaitos suunnitellaan kestämään erilaisten ulkoisten uhkatekijöiden aiheuttamat kuormitukset. Näitä ovat muun muassa äärimmäiset sääolosuhteet, mereen ja jään liittyvät ilmiöt, maanjäristykset, erilaiset lentävät esineet, räjähdykset, palavat ja myrkylliset kaasut sekä tahallinen vahingoittaminen. Ydinvoimalaitos rakennetaan siten, että se kestää muun muassa suuren liikennelentokoneen törmäyksen ilman merkittäviä päästöjä ympäristöön. Turvallisuuden kannalta tärkeiden rakennusten suunnittelussa huomioidaan sekä itse lentokoneesta aiheutuva törmäysvoima että polttoaineesta mahdollisesti syntyvä tulipalo.

Suunnittelussa huomioidaan myös mahdolliset ilmastomuutoksen vaikutukset, kuten ääri-ilmiöiden yleistyminen, meriveden lämpeneminen ja keskimääräisen merivedenkorkeuden nousu.

Pyhäjoen alueella tapahtuu maankohoamista, jonka vaikutukset arvioidaan ydinvoimalaitoksen suunnittelun yhteydessä. Maankohoaminen on kuitenkin tasaista eikä sen siksi odoteta aiheuttavan erityisvaatimuksia ydinvoimalaitoksen suunnittelulle.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon erilaiset säähän liittyvät ilmiöt, kuten matalat ja korkeat lämpötilat, vesi- ja lumisade, lumikuorma, kova tuuli, trombit, syöksyvirtaukset, ilman kosteus ja salamointi. Luonnon ääri-ilmiöiden osalta turvallisuusjärjestelmien suunnitteluarvot valitaan YVL-ohjeen B.7 vaatimusten mukaisesti siten, että niiden arvioidaan ylittyvän harvemmin kuin kerran 100 000 vuodessa. Vieläkin harvinaisempiin olosuhteisiin on varauduttu siten, että tärkeimmät turvallisuustoiminnot pystytään toteuttamaan myös suunnitteluarvojen ylityessä.

Suunnittelussa varaudutaan myös meriveden korkeaan lämpötilaan sekä matalaan ja korkeaan meriveden pintaan. YVL-ohjeen B.7 mukaisesti ydinvoimalaitoksen suunnitteluarvo merenpinnan korkeuden suhteen (eli rakentamiskorkeus) tulee määrittää siten, että sijaintipaikalla kerran sadassa vuodessa toistuvaan pinnankorkeuteen lisätään aaltoiluvara sekä ylimääräiset kaksi metriä. Fennovoiman laitokselle valittu rakentamiskorkeus (noin +4,9 m N2000-järjestelmän mukaan) täyttää YVL-ohjeen vaatimuksen reilulla

marginaalilla. Laitokselle ei siis aiheudu vaaraa edes erittäin poikkeuksellisissa tulvatilanteissa. Tulvatilanteet on huomioitu myös suunniteltaessa laitospaikalle johtavia teitä; laitospaikalle johtaa kaksi eri tietä, joista vähintään toinen on käytettävissä myös meriveden pinnan ollessa poikkeuksellisen korkealla.

Laitoksen ja sen jäähdytysjärjestelmien suunnittelussa otetaan huomioon mahdolliset meriveden ottoon vaikuttavat tekijät, joita ovat muun muassa öljyonnettomuudet merialueella, ahtojään muodostuminen, suppo (alijäähtyneeseen veteen muodostuneita jääkiteitä) sekä runsaat levä- ja kalaesiintymät. Merivedestä poistetaan erilaiset epäpuhtaudet peräkkäisten ritilöiden ja suodattimien avulla. Meriveden ottorakenteet sijoittuvat satama-altaaseen, joka on suojattu aallonmurtajilla. Ne estävät jään etenemisen ottorakenteisiin. Jäähdytysvettä voidaan tarvittaessa ottaa pääväylän lisäksi varaottouomaa pitkin tai poistopuolelta. Näistä suunnitteluratkaisuista huolimatta varaudutaan myös tilanteeseen, jossa merivesijäähdytys on kokonaan menetetty.

Suomi sijaitsee Euraasian mannerlaatan sisäosissa, mistä johtuen voimakkaat maanjäristykset ovat erittäin harvinaisia ja epätodennäköisiä. Tästä huolimatta ydinvoimalaitoksen suunnittelussa varaudutaan myös maanjäristyksiin. Suunnittelumaanjäristys on valittu YVL-ohjeen B.7 vaatimuksen mukaisesti siten, että sitä suurempia järjestyksiä arvioidaan tapahtuvan harvemmin kuin kerran 100 000 vuodessa. Tärkeimmät turvallisuustoiminnot pystytään toteuttamaan myös suunnittelumaanjäristyksen ylityessä.

Ydinvoimalaitosten turvallisuussuunnittelussa hyödynnetään myös Fukushiman onnettomuudesta saatuja kokemuksia. Uusien reaktorien suunnittelussa huomioidaan entistäkin paremmin sähkönsyötön luotettavuus erilaisten äärimmäisten luonnonilmiöiden yhteydessä. Passiivisten järjestelmien avulla jäähdytys onnistuu myös mahdollisissa sähkönmenetystilanteissa. Merivesijäähdytyksen menetykseen varaudutaan mahdollisuudella jäähdyttää reaktoria siten, että lämpö siirretään ilmakehään. Jäähdytys tulee varmistaa sekä reaktorissa olevalle ydinpolttoaineelle että reaktorin ulkopuolella erillisissä jäähdytysaltaissa sijaitsevalle käytetylle polttoaineelle.

Ydinvoimalaitos ja käytettävät ydinmateriaalit suojataan lainvastaiselta toiminnalta, kuten ilkivallalta ja sabotaaeilta. Terrorismista tai muusta lainvastaisesta toiminnasta muodostuviin uhkiin varaudutaan perusteellisilla ja jatkuvilla turvajärjestelyillä. Ne täydentävät suojaa, jonka laitoksen perusturvallisuussuunnittelun edellyttämä vankka rakenne ja herkkien osien suojaus antavat muutenkin.

Ydinvoimalaitoksella jatkuvasti tai esimerkiksi vuosihuolloissa työskentelevän henkilöstön taustat selvitetään ja työntekijöiden liikkuminen laitosalueella on rajoitettu vain työnteon kannalta välttämättömiin kohteisiin eritasoisten kulkulupien turvin. Ulkoihin uhkiin varautumisessa varaudutaan myös tilanteisiin, jossa uhkan muodostaa laitoksella vakituisesti tai tilapäisesti työskentelevä, kulkuluvan omaava henkilö tai henkilöryhmä.



## 4.4 Ydinturvallisuuden todentaminen ja viranomaisvalvonta

Työ- ja elinkeinoministeriö on edellyttänyt, että Säteilyturvakeskus arvioi AES-2006 painevesilaitoksen turvallisuuden. Turvallisuusratkaisujen yksityiskohtainen toteutus kuvataan tarkasti, kun Fennovoima hakee ydinvoimalaitokselle ydineergialain mukaista rakentamislupaa. Luvanhaltija ja Säteilyturvakeskus arvioivat turvallisuusratkaisujen toteutusta myös koko hankkeen rakentamisen ajan. Toteutuneet ratkaisut sekä koekäytöstä saadut tulokset arvioidaan kokonaisuutena, kun Fennovoima hakee ydineergialain mukaista käyttö lupaa.

Ydineergian käytön ja turvallisuuden valvonta kuuluu Säteilyturvakeskukselle ja ydinvoimalaitoksen turvallisuutta valvotaan erilaisin viranomaistarkastuksin. Ydinvoimalaitoksella tullaan määrääjain toistamaan tarkastuksia, jotka Säteilyturvakeskus määrittelee ja kirjaa laitokohtaiseen käytön tarkastusohjelmaan. Lisäksi laitoksella suoritetaan muun muassa YVL-ohjeiden edellyttämiä tarkastuksia. Valvonnan tueksi Säteilyturvakeskukselle toimitetaan sekä määräaikaisia että mahdollisia häiriötapahtumia koskevia raportteja.

Ydinvoimalaitoksesta ympäristön väestölle aiheutuvaa säteilyä, säteilyn terveysvaikutuksia sekä ydinvoimalaitoksen käyttöön liittyvää valmius- ja pelastustoimintaa käsitellään tarkemmin luvussa 4.5.3. Säteilyn valvontaa käsitellään luvussa 10.

## 4.5 Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden hallinta

Ydinvoimalaitoksen suunnittelua ja turvallisuuden arviointia varten ydinvoimalaitoksella mahdolliset tilanteet jaetaan

1. normaalikäyttöön
2. odotettavissa oleviin käyttöhäiriöihin
3. oletettuihin onnettomuuksiin ja
4. vakaviin reaktorionnettomuuksiin.

Tässä luvussa käsitellään kolmea jälkimmäistä tilannetta eli normaalikäytöstä poikkeavia tilanteita.

### 4.5.1 Ydinvoimalaitoksen poikkeustilanteet ja niitä koskevat vaatimukset

Ydineergialain mukaan ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on varauduttava käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien mahdollisuuteen. Ydinvoimalaitosonnettomuus ei välttämättä tarkoita tilannetta, jossa ydinvoimalaitoksen käyttöhenkilöstö tai ympäristön asukkaat altistuvat merkittävälle määrälle säteilyä. Onnettomuuden todennäköisyyden on oltava sitä pienempi, mitä vakavampia onnettomuuden seuraukset saataisivat olla. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ensisijainen tavoite on onnettomuuksien estäminen, mutta myös onnettomuuksien hallintaa ja niiden seurausten lieventämistä varten on tehtävä tarpeelliset käytännön toimenpiteet. Ydinturvallisuutta on käsitelty tarkemmin aiemmin tässä luvussa.

Ydinvoimalaitoksen normaalista toiminnasta poikkeavista tapahtumista aiheutuville väestön säteilyaltistukselle ja radioaktiivisten aineiden päästöille on asetettu raja-arvot valtioneuvoston asetuksessa (717/2013) ydinvoimalaitosten turvallisuudesta. Asetus korvasi aikaisemman valtioneuvoston asetuksen 733/2008.

#### 4.5.1.1 Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

Odotettavissa oleviksi käyttöhäiriöiksi kutsutaan sellaisia normaalitilanteesta poikkeavia tilanteita, joiden voidaan odottaa tapahtuvan yhden tai useamman kerran sadan käyttövuoden aikana.

Odotettavissa olevasta käyttöhäiriöstä väestön eniten altistuvalla yksilöllä aiheutuvan säteilyn annoksen raja-arvo on 0,1 millisievertiä. Ydinvoimalaitoksen tulee selvittää kaikista odotettavissa olevista käyttöhäiriöistä ilman polttoaineaurioita. Mahdollisia käyttöhäiriöiden syitä voivat olla esimerkiksi yksittäiset laiteviat, käyttöhenkilöstön tekemät virheet tai laitoksen ulkopuoliset tapahtumat kuten sähkönsiirtoverkon häiriöt ja poikkeukselliset sääilmiöt (Sandberg 2004).

#### 4.5.1.2 Oletetut onnettomuudet

Oletetut onnettomuudet ovat tilanteita, joita käytetään ydinvoimalaitoksen turvallisuusjärjestelmien suunnittelun perusteena. Ydinvoimalaitoksen tulee selviytyä näistä tilanteista ilman vakavia polttoaineaurioita ja niin suuria radioaktiivisten aineiden päästöjä, että laitoksen ympäristössä jouduttaisiin turvautumaan laajoihin toimenpiteisiin väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi.

Valtioneuvoston asetuksessa (717/2013) oletetut onnettomuudet jaetaan kahteen luokkaan:

1. Onnettomuudet, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sataa reaktorin käyttövuotta kohden, mutta vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa. Väestön eniten altistuvalla yksilöllä aiheutuvan vuosittaisen säteilyannoksen raja-arvo on tällöin 1 millisievertiä.
2. Onnettomuudet, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran tuhatta reaktorin käyttövuotta kohden. Väestön eniten altistuvalla yksilöllä aiheutuvan vuosittaisen säteilyannoksen raja-arvo on tällöin 5 millisievertiä.

Ydinvoimalaitos varustetaan turvallisuusjärjestelmillä, jotka suorituvat tehtävistään häiriöiden ja onnettomuuksien aikana, vaikka niissä esiintyisi vikoja tai meneillään olisi huoltotoimenpiteitä.

Valtioneuvoston asetuksessa 717/2013 määritellään oletettujen onnettomuuksien laajennus, jolla tarkoitetaan

- a. onnettomuutta, jossa odotettavissa olevaan käyttöhäiriöön tai luokan 1 oletettuun onnettomuuteen liittyy turvallisuustoiminnon toteuttamiseen tarvittavassa järjestelmässä esiintyvä yhteisvika;
- b. onnettomuutta, jonka aiheuttaa todennäköisyysperusteisen riskianalyysin perusteella merkittäväksi tunnistettu vikayhdistelmä tai
- c. onnettomuutta, jonka aiheuttaa harvinainen ulkoinen tapahtuma.

Oletettujen onnettomuuksien laajenuksesta laitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoainevaurioita ja väestön eniten altistuvalla yksilöllä saa vuodessa aiheutua korkeintaan 20 millisievertin säteilyannos.

#### 4.5.1.3 Vakava reaktorionnettomuus

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen (luku 4.2) mukaisesti ydinvoimalaitoksissa pyritään varautumaan myös niihin tilanteisiin, joissa odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden hallinta ei jostain syystä onnistu suunnitellusti ja seurauksena saattaa olla vakava reaktorionnettomuus. Vakavassa reaktorionnettomuudessa huomattava osa reaktorin polttoaineesta vaurioituu.

Vakavasta reaktorionnettomuudesta ei saa seurata tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille eikä pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoituksille. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) mukaan ympäristöön vapautuvan cesium-137 -päästön raja-arvo on tällöin 100 terabecquereliä. Säteilyturvakeskuksen ohjeilla (YVL C.3 -ohje sekä VAL 1 -ohje) tarkennetaan, että vakavan onnettomuuden seurauksena ei saa seurata tarvetta väestön evakuoinnille kauempana kuin suojavyöhykkeellä (noin 5 kilometriä laitokselta) ja sisälle suojautumiselle kauempana kuin varautumisalueella (noin 20 kilometriä laitokselta). Evakuointi toteutetaan jos säteilyannos ennakoidaan ylittävän 20 millisievertin ensimmäisen viikon aikana. Sisälle suojautuminen on perusteltua jos suojaamattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 2 millisievertin annos kahden vuorokauden aikana. Päästörajojen ylittymisen mahdollisuuden on oltava erittäin pieni ja sen lisäksi onnettomuuden aikaisessa vaiheessa tapahtuvan, väestön suojautumistoimenpiteitä edellyttävän päästön mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.

Säteilyturvakeskuksen ohjeen YVL A.7 mukaan reaktorisydämen vaurioitumisen todennäköisyyden tulee olla pienempi kuin kerran sadassa tuhannessa vuodessa. Kaikki reaktorisydämen vauriot eivät aiheuta suurta radioaktiiv-

visuuspäästöä, joten sellaisen todennäköisyys on vielä pienempi. Saman YVL-ohjeen mukaisesti 100 terabecquerelin Cs-137 raja-arvoa suuremman päästön todennäköisyyden on oltava pienempi kuin kerran kahdessa miljoonassa vuodessa.

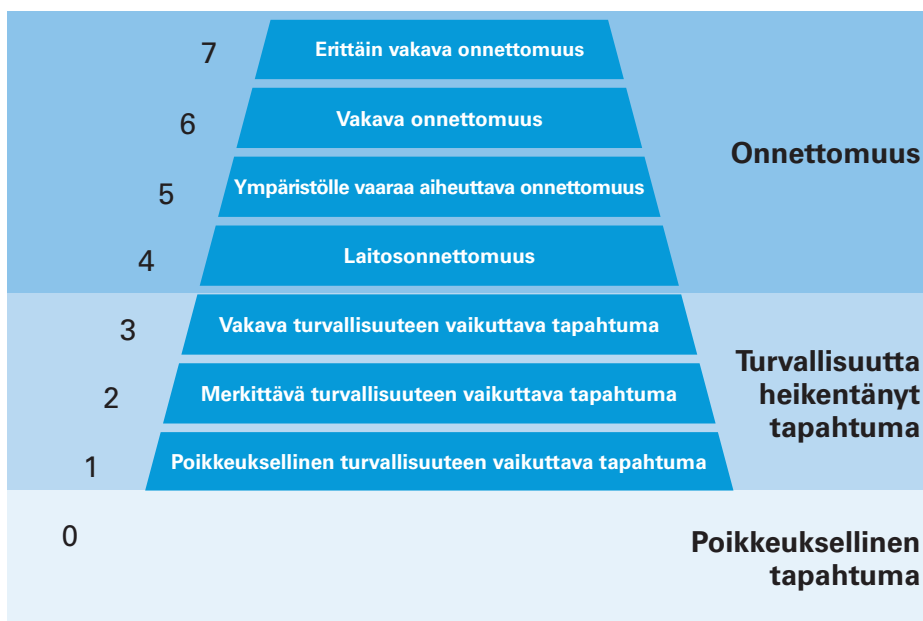
#### 4.5.2 Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES

Kansainvälistä ydinlaitostapahtumien vakavuusasteikkoa INES:tä (International Nuclear Event Scale) käytetään ydinlaitostapahtumien ja ydinonnettomuuksien luokitukseen. Asteikko kehitettiin kansainvälisenä yhteistyönä Kansainvälisen atomienergiajärjestö IAEA:n, taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön OECD:n sekä useiden maiden asiantuntijoiden toimesta. Ydinvoimalaitostapahtumien osalta asteikko on ollut virallisesti käytössä vuodesta 1992 lähtien ja sitä käyttää tällä hetkellä noin 70 maata (STUK 2013d).

INES-asteikko on edistänyt ydinvoimalaitostapahtumiin liittyvää tiedottamista yhtenäistämällä niihin liittyvää terminologiaa. Sen avulla voidaan yksiselitteisemmin ilmaista tapahtuman merkitys ydinturvallisuuden kannalta. Ydinvoimalaitostapahtumat luokitellaan INES-asteikolla kahdeksaan luokkaan, INES 0 – INES 7 (Kuva 4-5).

Luokittelun perusteet on esitetty IAEA:n INES-käsikirjassa (IAEA 2008), jonka mukaan onnettomuuden seurauksivaikutukset jaetaan kolmeen osa-alueeseen: ympäristövaikutukset, laitosalueen säteilytilanne ja turvallisuuden heikkeneminen. INES-luokkaa määritettäessä tarkastellaan kaikkia näitä osa-alueita erikseen. Jos luokka voidaan määrittää useamman kuin yhden osa-alueen perusteella ja luokituslähtökohdasta riippuen tuloksena on toisistaan poikkeavat luokat, valitaan luokaksi aina korkein.

INES-asteikolla on seitsemän varsinaista luokkaa, joista luokilla 1-3 kuvataan turvallisuutta heikentäneitä tapahtumia. Alimmat luokat 1 ja 2 koskevat lähinnä teknisiä vikoja, jotka ovat heikentäneet laitoksen turvallisuutta. Luokilla 4-7



**Kuva 4-5.** Kansainvälisen ydinlaitostapahtumien INES-asteikon vakavuusluokat.

kuvataan eriaisteisia onnettomuuksia. Onnettomuus kuuluu vähintään luokkaan 4, jos laitoksen ulkopuolella joudutaan käynnistämään väestönsuojelutoimia. Onnettomuustilanteessa vakavuusluokka määritetään mahdollisimman pikaisesti ja sitä voidaan myöhemmin tarkentaa. Luokan 0 tapahtumat ovat varsinaisen asteikon ulkopuolella niiden vähäisen turvallisuusmerkityksen vuoksi.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja turvallisuusarvioissa käytettävät erilaiset ydinvoimalaitostapahtumat jakaantuvat INES-asteikon luokkiin karkeasti siten, että odotettavissa olevat käyttöhäiriöt kuuluvat luokkiin 1-3, oletettujen onnettomuudet ja oletettujen onnettomuuksien laajennukset luokkaan 4 ja vakavat onnettomuudet luokkiin 5-7.

**INES 0:** Poikkeuksellinen tapahtuma, jolla ei ole merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta eikä sitä siksi voida sijoittaa varsinaiselle asteikolle. Tähän luokkaan kuuluu esimerkiksi reaktorin nopea pysäytys, jos kaikki laitoksen järjestelmät toimivat tilanteessa suunnitellulla tavalla.

**INES 1:** Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma, joka voi olla seurausta laiteviasta, käyttövirheestä tai puutteellisista menettelytavoista. Tämän luokan tapahtumat eivät vaaranna turvallisuutta, mutta laitoksen käyttötila tai toiminta poikkeavat olennaisesti normaalista. Luokkaan 1 voi kuulua esimerkiksi jonkin turvajärjestelmän usean rinnakkaisen osan toimimattomuus, vaikka turvajärjestelmää ei kyseisessä tilanteessa tarvittaisikaan.

Tämän luokan tapahtumia tapahtuu suhteellisen usein ja niistä raportoidaan yleensä vain kansallisesti. Esimerkiksi Suomessa on vuosina 2000-2012 tapahtunut yhteensä 36 tämän luokan tapahtumaa (*STUK 2013d*).

**INES 2:** Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma, johon liittyy merkittävä puute turvallisuuteen vaikuttavissa tekijöissä, mutta jossa turvallisuus on edelleen varmistettu. Tähän luokkaan kuuluvat myös tapahtumat, joista aiheutuu työntekijälle annosrajan ylittävä säteilyannos, tai tapahtumat, jotka johtavat radioaktiivisten aineiden merkittävään vapautumiseen laitoksen sisätiloissa alueille, joihin niiden ei ole suunniteltu pääsevän.

Luokkaan 2 ja sitä ylempiin luokkiin kuuluvat tapahtumat ilmoitetaan Kansainväliselle atomienergiäjärjestölle IAEA:lle, joka pitää yllä tiedonvaihtoverkostoa asteikon käyttöön osallistuvien maiden välillä. Suomessa ei 2000-luvulla ole tapahtunut yhtään tähän luokkaan kuuluvaa tapahtumaa, mutta vuosien 1977-1999 välillä niitä on ollut yhteensä 7 (*STUK 2013d*).

Esimerkki tämän luokan tapahtumasta on Olkiluoto 2:n kytkinlaitosrakennuksessa vuonna 1991 sattunut tulipalo, jonka seurauksena laitosyksikkö menetti yhteydet ulkoiseen sähköverkkoon. Tapahtuma osoitti puutteita ulkoisen sähkönsyötön varmistamisessa ja kuuluu siksi luokkaan 2.

**INES 3:** Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma, jonka seurauksena radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ylittävät viranomaisten normaalikäytölle hyväksymät päästöraajat. Ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä asuvalle eniten altistuvalla henkilöllä aiheutuu alle millisievertin säteilyannos. Laitoksen ulkopuoliset vastatoimenpiteet eivät kuitenkaan ole tarpeen. Luokkaan kuuluvat myös tapahtumat, jotka aiheuttavat voimalaitoksen työntekijälle välittömiä terveysvaikutuksia aiheuttavan säteilyannoksen,

tai tapahtumat, joista seuraa radioaktiivisten aineiden huomattavan määrän leviäminen laitoksen sisätiloihin, kuitenkin siten, että ne voidaan ottaa talteen ja varastoida jätteenä. Lisäksi luokkaan kuuluvat tapahtumat, joissa yksittäinen turvajärjestelmän lisäviksa saattaisi johtaa onnettomuuteen tai tarvittavat turvajärjestelmät olisivat toimintakyvyttömiä estämään onnettomuuden häiriötilanteen seurauksena.

Esimerkki INES-luokan 3 tapahtumasta on Espanjassa Vandelloosin ydinvoimalaitoksella vuonna 1989 sattunut tulipalo. Tulipalosta ei aiheutunut radioaktiivisten aineiden päästöjä eikä myöskään polttoainevaurioita tai laitoksen tilojen saastumista. Tapahtuma kuuluu kuitenkin luokkaan 3, sillä useat laitoksen turvallisuutta varmentavat järjestelmät vaurioituivat palossa.

**INES 4:** Onnettomuus, josta seuraa ympäristöön radioaktiivisten aineiden päästö, joka aiheuttaa ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä asuvalle eniten altistuneelle henkilölle yli millisievertin suuruusluokkaa olevan säteilyannoksen. Onnettomuus johtuu ydinvoimalaitoksen merkittävästä vauriosta kuten reaktorisydämen osittaisesta sulamisesta ja saattaa aiheuttaa pitkäaikaisen keskeytyksen laitoksen käyttöön. Ympäristöön vapautuva radioaktiivisten aineiden päästö saattaa aiheuttaa laitoksen lähiympäristössä tarvetta joihinkin väestönsuojelutoimenpiteisiin kuten paikallisten elintarvikkeiden käytön valvontaan. Tähän luokkaan kuuluvat myös tapahtumat, joiden seurauksena yksi tai useampi ydinvoimalaitoksen työntekijä saa säteilyannoksen, joka todennäköisesti johtaa nopeaan kuolemaan.

INES 4 luokkaan kuului esimerkiksi vuonna 1973 Windscalen (nykyisen Sellafieldin) jälleenkäsittelylaitoksella tapahtunut radioaktiivisten aineiden vapautuminen laitoksen sisätiloihin. Onnettomuuden syynä oli prosessisäiliössä tapahtunut lämpöä tuottanut kemiallinen reaktio. Tapahtuma kuuluu luokkaan 4 laitoksen sisäisten vaikutusten perusteella.

**INES 5:** Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus, jonka seurauksena ympäristöön vapautuu radioaktiivisia aineita (jodi 131-ekvivalentteina suuruusluokkaa sadoista tuhansiin terabecquereliin). Tällainen päästö aiheuttaisi osittaisen väestönsuojelutoimenpiteiden käynnistämisen terveyshaittojen todennäköisyyden vähentämiseksi. Onnettomuuteen liittyy ydinvoimalaitoksen vakava vaurio, kuten reaktorin laaja vaurio, suuri hallitsematon tehonnousu, tulipalo tai räjähdys, jonka seurauksena merkittävä määrä radioaktiivisia aineita leviää laitoksen tiloihin.

Esimerkiksi Three Mile Islandilla Yhdysvalloissa vuonna 1979 tapahtunut historian kolmanneksi pahin ydinvoimalaitoksella tapahtunut onnettomuus kuuluu luokkaan INES 5. Auki juuttuneesta varoventtiilistä menetettiin niin paljon jäähdytysvettä, että reaktori kuivui, ylikuumeni ja sulii osittain. Vakavasta reaktorisydämen vaurioitumisesta huolimatta ehjänä pysynyt reaktorin painesäiliö ja suojarakennus estivät suunnitellulla tavalla päästöt ympäristöön, ja onnettomuuden vaikutukset laitoksen ulkopuolella jäivät vähäisiksi. Onnettomuus kuuluu kuitenkin luokkaan 5 laitoksen sisäisten vaikutusten perusteella.

**INES 6:** Vakava onnettomuus, jonka seurauksena ympäristöön vapautuu suuri määrä radioaktiivisia aineita (jodi 131-ekvivalentteina suuruusluokkaa tuhansista kymme-

niin tuhansiin terabecquereihin). Tällainen päästö johtaa todennäköisesti väestönsuojelutoimenpiteiden laajamittaiseen käynnistämiseen vakavien terveyshaittojen rajoittamiseksi. Erilaisia mahdollisia väestönsuojelutoimenpiteitä on esitelty tarkemmin seuraavassa luvussa 4.5.3.

INES-luokkaan 6 kuuluvia onnettomuuksia on tapahtunut vain yksi. Kyshtymin kaupungin lähistöllä Majakin jälleenkäsittelylaitoksella Neuvostoliitossa tapahtui vuonna 1957 runsasaktiivista nestemäistä jätettä sisältäneen säiliön räjähdys, jonka seurauksena radioaktiivisia aineita pääsi ympäristöön. Onnettomuudesta johtuvia terveyshaittoja rajoitettiin muun muassa alueen väestön evakuoinneilla. Onnettomuus kuuluu luokkaan 6 ympäristövaikutustensa perusteella.

Tässä selostuksessa on tarkasteltu tarkemmin onnettomuutta, joka kuuluu luokkaan 6. Siitä syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen ja aiheutuva säteilyannos on mallinnettu. Mallinnuksen tuloksia sekä onnettomuudesta johtuvia vaikutuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 7.14. Tuloksien yhteydessä on arvioitu myös INES 7 -luokan onnettomuuden seurauksia.

**INES 7:** Erittäin vakava onnettomuus, joksi luokitellaan suuressa ydinvoimalaitoksessa olevien radioaktiivisten aineiden merkittävä vapautuminen ympäristöön. Tyypillisesti päästö sisältää sekä lyhyt- että pitkäikäisiä fissiotuotteita (jodi 131-ekvivalentteina suuruusluokkaa yli kymmeniä tuhansia becquerelejä). Tällaisen päästön seurauksena saattaa aiheutua välittömiä terveyshaittoja, myöhemmin ilmeneviä terveyshaittoja sekä pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia. Vaikutukset saattavat ulottua laajalle alueelle.

INES 7 -luokkaan kuuluvia onnettomuuksia on tapahtunut kaksi: Tshernobylin ydinvoimalaitoksen reaktorin räjähdysenomainen tuhoutuminen vuonna 1986 Neuvostoliitossa, nykyisen Ukrainan alueella sekä Fukushima I voimalan onnettomuus voimakkaan maanjäristyksen ja sitä seuranneen tsunamin seurauksena vuonna 2011 Japanissa.

Tshernobylin onnettomuuteen johtavista syistä tärkeimpänä pidetään sitä, että RBMK-tyypin grafiittihidasteinen reaktori ei täyttänyt keskeistä turvallisuusperiaatetta, jonka mukaan reaktorin tehon hallitsematon kasvu on estettävä fysikaalisiin ominaisuuksiin perustuen. Reaktorin täydellinen rikkoutuminen aiheutti suuren radioaktiivisten aineiden päästön, ja ydinvoimalaitoksen lähialue evakuoitiin kolmenkymmenen kilometrin säteeltä. Useita pelastustöihin osallistuneita henkilöitä kuoli säteilyn välittömiin terveysvaikutuksiin. Väestölle aiheutui säteilyaltistusta laajalla alueella, mistä ei seurannut välittömiä terveysvaikutuksia, mutta mikä on kasvattanut tilastollista syöpäriskiä. Onnettomuuden jälkeen tilastoissa havaittiin lasten kilpirauhaskasvaimien määrän kasvaneen Valko-Venäjällä, Ukrainassa sekä Venäjällä rajan läheisellä alueella. Onnettomuuden jälkeen muihin RBMK-tyyppisiin reaktoreihin tehtiin useita ydinturvallisuutta lisääviä parannuksia ja reaktoreiden käyttöön annettiin tarkemmat ohjeet.

Fukushiman onnettomuudessa maanjäristys ja sitä seurannut tsunami aiheuttivat vakavia vikoja Fukushima I -voimalan jälkilämmön poistosta huolehtiviin järjestelmiin, mistä seurasi jäähdytteen menetys sekä polttoaineen

sulamisen ja radioaktiivisten aineiden päästö kolmesta reaktorista. Väestö evakuoitiin 20 km säteellä sekä luoteeseen suuntautuvalta alueelta noin 40 km etäisyydeltä. Voimalaitoksen henkilöstölle tai ympäristön asukkaille ei ole aiheutunut säteilyannoksia, joista olisi seurannut välittömiä terveysvaikutuksia. Saastuneiden vesien hallinta onnettomuuden jälkihoidossa on ollut hyvin haastavaa, ja pienempiä radioaktiivisia päästöjä on vapautunut ympäristöön useamman kerran.

### 4.5.3 Valmiustoiminta ja väestönsuojelu

Valmiusjärjestelyillä tarkoitetaan ennakkoon varautumista onnettomuuksiin tai tilanteisiin, joissa ydinvoimalaitoksen turvallisuus on heikentynyt. Valmiusjärjestelyt käsittävät myös väestönsuojelutoimenpiteisiin varautumisen ja niiden toteuttamisen suunnittelun. Ydinenergialainsäädäntö asettaa vaatimuksia valmius-, pelastus- ja väestönsuojelutoiminnalle ja lisäksi Säteilyturvakeskus antaa yksityiskohdaisia ohjeita YVL-ohjeissa sekä erillisissä valmiusohjeissa (VAL-ohjeet).

Fennovoima tekee yhteistyötä Pyhäjoen ja ympäryskuntien alueella toimivan Jokilaaksojen pelastuslaitoksen ja muiden pelastustoimeen osallistuvien tahojen kanssa siten, että valmiusjärjestelyt ovat edellytetyllä tasolla laitoksen käytön alkaessa.

#### 4.5.3.1 Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt

Luvanhaltija laatii valmiussuunnitelman sekä valmiusorganisaation toiminnan kannalta tarvittavat valmiusohjeet. Valmiussuunnitelmassa esitetään selvitys valmiusjärjestelyjen suunnittelusta, toteutuksesta ja ylläpidosta, sekä kuvataan toimenpiteet, joihin valmiustilanteessa ryhdytään. Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt sovitetaan yhteen viranomaisten ydinvoimalaitosonnettomuuden varalta laatiman ulkoisen pelastussuunnitelman kanssa.

Valmiustoiminnan sekä valmiustilanteiden luokittelun suunnittelemiseksi analysoidaan erilaisia onnettomuusskenaarioroita edustavia tapahtumia. Myös vakavan reaktorionnettomuuden mahdollisuutta tulee tarkastella sekä ottaa huomioon laitoksen tilaa, tapahtumien kestoja, päästöjä, päästöreittejä ja säätötilannetta koskevat vaihtelut.

Ydinvoimalaitokselle muodostetaan valmiusjärjestelyjä suunnitteleva ja toteuttava valmiusorganisaatio, joka koostuu tehtäviin koulutetuista henkilöistä. Valmiussuunnitelmassa määritellään henkilöstön vastuunjako hätätilanteen toimenpiteitä varten sekä se, miten laitoksen toiminta sovitetaan yhteen viranomaisten pelastustoiminnan ja Säteilyturvakeskuksen toiminnan kanssa. Valmiusorganisaatiolla on käytössään asianmukaiset tilat ja varusteet sekä riittävät viestintä- ja hälytysjärjestelmät. Ydinvoimalaitoksella on jatkuva valmius aloittaa nopeasti valmiustoiminta tarpeen niin vaatiessa. Valmiusorganisaatiossa on riittävästi henkilöstöä myös pitkäaikaisen valmiustilanteen hallintaan.

Valmiusorganisaatio hälytetään valmiustilanteissa, joihin kuuluu hätätilanteiden lisäksi varautumistila. Varautumistilassa valmiusorganisaatio kutsutaan koolle tilanteen edel-

lyttämässä laajuudessa. Häätötilanteessa valmiusorganisaatio kutsutaan koolle täydessä laajuudessaan. Häätötilanteet luokitellaan valmiussuunnitelmassa vakavuuden ja hallittavuuden perusteella laitoshätätöihin ja yleishätätöihin.

*Varautumistilassa* ydinvoimalaitoksen turvallisuustaso halutaan varmistaa. Varautumistilasta ja sen perusteesta ilmoitetaan Säteilyturvakeskukselle sekä alueen hätäkeskukselle, joka ilmoittaa siitä pelastusviranomaisille.

*Laitoshätätötilassa* ydinvoimalaitoksen turvallisuus heikenee tai on vaarassa heiketä merkittävästi. Laitoshätätötilassa hälytetään välittömästi Säteilyturvakeskus ja alueen hätäkeskus, joka hälyttää pelastusviranomaiset.

*Yleishätätötilassa* on olemassa vaara sellaisista radioaktiivisten aineiden päästöistä, jotka saattavat edellyttää väestönsuojelutoimenpiteitä laitoksen ympäristössä. Yleishätätötilassa hälytetään välittömästi Säteilyturvakeskus ja alueen hätäkeskus, joka hälyttää pelastusviranomaiset.

Valmiustilanteessa ydinvoimalaitoksen valmiuspäällikkö vastaa ydinturvallisuuden ja säteilynsuojeluun liittyvien asioiden johtamisesta ydinvoimalaitoksella. Lisäksi ydinvoimalaitoksen valmiuspäällikkö antaa väestönsuojelutoimenpiteitä koskevia suosituksia pelastustoiminnan johtajalle siihen asti, kunnes Säteilyturvakeskus ilmoittaa ottavansa vastuun kyseisten suositusten antamisesta. Ydinvoimalaitoksen valmiuspäällikkö huolehtii siitä, että pelastustoiminnan johtajan avuksi asetetaan ydintekniikkaan ja säteilynsuojeluun perehtynyttä henkilöstöä. Viranomaiset laativat yhteistyössä luvanhaltijan kanssa hätätötilanteita varten etukäteen yksityiskohtaiset pelastussuunnitelmat noin 20 kilometrin etäisyydelle laitoksesta ulottuvalle alueelle (varautumisalue).

Valmiussuunnitelman toteuttamista harjoitellaan käytännössä yhdessä viranomaisten valmius- ja pelastusorganisaation kanssa jo ennen polttoaineen siirtämistä reaktoriin. Ydinvoimalaitoksen käytön aikana valmiusharjoituksia järjestetään vähintään kerran vuodessa. Lisäksi viranomaisten ja ydinvoimalaitoksen välisiä yhteisiä harjoituksia järjestetään vähintään kolmen vuoden välein. Valmiusharjoituksissa todetaan valmiusjärjestelyjen asianmukaisuus sekä organisaation toimintakyky vaihtelevissa onnettomuustilanteissa, jotta tunnustetaan mahdolliset muutokset tai parannustarpeet.

#### 4.5.3.2 Suojavyöhyke ja varautumisalue

Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitoksen sijaintipaikkaa koskevan ohjeen (YVL A.2) mukaan ydinvoimalaitoksen ympäristössä on varauduttava myös laitoksen suunnittelu- ja perusteet ylittävän vakavan onnettomuuden mahdollisuuden laitimalla suunnitelmat koskien alueiden käyttöä ja väestönsuojelua. Hanhikiven ydinvoimalaitos sijaitsee verrattain harvaan asutulla alueella ja riittävän etäällä asutuskeskuksista. Laitoksen sijoittamista harvaan asutulle alueelle perustellaan sillä, että onnettomuuteen varautumista koskevien toimenpiteiden kohdistuessa pienempään väestöryhmään ne ovat helpompia toteuttaa.

Ydinvoimalaitosta ympäröi suojavyöhyke, joka ulottuu noin 5 kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Ohjeen YVL A.2 mukaan suojavyöhykkeelle ei saa sijoittaa tiheää asutusta,

sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia määriä ihmisiä. Pysyvien asukkaiden määrä, loma-asutus ja vapaa-ajan toiminta suojavyöhykkeellä rajoitetaan niin, että alueelle voidaan laatia ja toimeenpanna tehokkaan evakuoiminnan mahdollistava väestön pelastussuunnitelma.

Suojavyöhykkeen ohjeellinen noin 5 kilometrin säde määriteltiin 1970-luvulla Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten ja niiden lähiympäristön perusteella. Tuolloin tavoite oli ohjata laitosten ympäristön tulevaa kaavoitusta eikä määrittelyssä erityisesti pohdittu mahdollisia uusia ydinvoimalaitospaikkoja. Täsmälleen vastaavaa suojavyöhykekäytäntöä ei ole muissa maissa ja useimpien maailman ydinvoimalaitosten ympäristössä asuu vastaavalla etäisyydellä huomattavasti enemmän ihmisiä kuin Suomessa. (STUK 2007)

Suojavyöhykkeen tarkoitus on selkiyttää valmiussuunnittelua ja varmistaa, että vakavan vaaratilanteen uhatessa väestö voidaan siirtää turvaan nopeasti ydinvoimalaitoksen lähialueelta. Käytännössä pelastustoiminnan tehokkuuteen vaikuttaisivat onnettomuustilanteessa monet muutkin tekijät kuin väestön määrä, esimerkiksi asutuksen sijoittuminen, liikenneyhteydet, liikennesuunnat ja pelastustoiminnan mitoitus.

Säteilyturvakeskus pitää noin 5 kilometrin sädettä sopivana lähtökohtana maankäytön suunnittelulle ja kaavoitukselle (STUK 2007). Säteilyvaaran kannalta ei ole mahdollista määrittellä tiettyä ydinvoimalaitoksesta mitattua etäisyyttä, jonka ulkopuolella vakavan onnettomuuden päästön aiheuttama säteilyn määrä olennaisesti vähenisi. Uusien ydinvoimalaitospaikkojen lähiympäristön kaavoituksessa olennaista on painottaa väestön nopean suojavyöhykkeen mahdollisuutta uhkaavassa onnettomuustilanteessa. Tärkeintä on varmistaa nopean siirtymisen mahdollistavien kulkureitien sekä riittävän kuljetuskaluston olemassaolo.

Kuvassa 4-6 on esitetty ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke ja varautumisalue. Säteilyturvakeskuksen tulkinnan mukaan yhtenäinen asutus, joka ulottuu osittainkin 5 kilometrin säteelle, luetaan kuuluvaksi suojavyöhykkeeseen. Näin ollen vyöhykkeen merkintä ulottuu koko Parhalahden yhtenäisen kyläasutuksen alueelle.

Valtioneuvoston asetuksen (VNA 716/2013) mukaisesti Hanhikiven ydinvoimalaitoksen ympärille on määritelty noin 20 kilometrin etäisyydelle ulottuva varautumisalue. Tälle alueelle viranomaiset laativat yhteistyössä luvanhaltijan kanssa väestönsuojelua koskevat yksityiskohtaiset pelastussuunnitelmat, joiden toteuttamisesta he myös vastaavat.

Ydinvoimalaitos pitää turvallisuusselosteissaan yllä ajankohtaista kuvausta voimalaitoksen ympäristöstä, sen väestöstä ja elinkeinotoiminnasta. Hanhikiven ydinvoimalaitoksen lähiympäristön pysyvän väestön määrä sekä herkkä kohteet esitetään luvussa 7.10. Esitettyjen herkkien kohteiden lisäksi pelastussuunnittelun kannalta merkittäviä kohteita ovat kaikki paikat, joissa saattaa oleskella yhtä aikaisesti paljon ihmisiä. Näitä ovat esimerkiksi merkittävät liikekeskukset, kirjastot, hotellit ja erilaiset kokoontumistilat. Pelastustoimen erityiskohteita ovat myös palo- ja räjähdysvaaralliset kohteet, kuten huoltoasemat ja tietyt teollisuusalueet sekä suuret tuotanto- ja varastotilat.

Ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikana suojavyöhykkeellä tai varautumisalueella ei ole vaikutusta niillä asu-

**Kuva 4-6.** Ydinvoimalaitoksen suojavöhyke ja varautumisalue.



vien normaaliin arkeen. Suojavyöhykkeen väestölle jaetaan joditabletit onnettomuustilanteiden aikaista käyttöä varten.

#### 4.5.3.3 Väestönsuojelutoimenpiteet

Ydinonnettomuustilanteessa tarvittavien väestönsuojelutoimenpiteiden tarve riippuu onnettomuuden vaiheista sekä vallitsevasta säätilanteesta. Onnettomuustilanteessa ydinvoimalaitoksen valmiusorganisaatio ja Säteilyturvakeskus antavat suositukset väestönsuojelutoimista, joiden toimeenpanosta vastaavat pelastusviranomaiset. Vakavan ydinonnettomuuden seurauksena syntyvässä säteilyvaaratilanteessa keskeisimpiä väestönsuojelutoimenpiteitä ovat sisälle suojautuminen, joditablettien nauttiminen, evakuointi, kulkurajoitukset, kotieläintuotannon suojaaminen ja elintarvikkeiden käytön rajoitukset. Toimenpiteisiin ryhdytään ennakkoon määrättyjen kriteerien perusteella (Taulukko 4-1). Viranomaisten ohjeet suojelutoimenpiteisiin ryhtymisestä annetaan radion ja television välityksellä.

Sisälle suojautuminen ja joditablettien nauttiminen ovat pahimmassakin ydinvoimalaitosonnettomuudessa

riittäviä toimenpiteitä kaikilla niillä alueilla, jotka sijaitsevat yli 20-30 kilometrin etäisyydellä laitoksesta (STUK 2002). Sisälle suojaudutaan radioaktiivisen pilven ylikulun ajaksi, jotta vältetään radioaktiivisen ulkoilman hengittämiseltä ja vähennetään pilvestä suoraan saatavan säteilyaltistuksen määrää. Varsinaista sisälle suojautumista lievempi toimenpide on kehoitus välttää ulkona oloa tarpeettomasti. Joditabletteja kehoitetaan nauttimaan, jos on odotettavissa, että hengitysilmassa on onnettomuuden seurauksena suuria määriä radioaktiivista jodia (I-131). Radioaktiivinen jodi kulkeutuu hengityksen kautta keuhkoihin ja varastoituu lopulta kilpirauhaseen, jolloin kilpirauhanen saa huomattavan suuren säteilyannoksen. Joditablettien sisältämä jodi kertyy kilpirauhaseen ja estää näin radioaktiivisen jodin kertymisen sinne.

Suomessa ydinvoimalaitoksen suojavöhykkeellä oleva väestö evakuoidaan, jos on olemassa uhka merkittävästä radioaktiivisten aineiden päästöstä ympäristöön. Jos aikaa on riittävästi, evakuointi toteutetaan ennen radioaktiivisen pilven saapumista alueelle. Jos aikaa ei ole, ihmiset suojautuvat sisälle ja evakuointi toteutetaan vasta, kun pilvi on

ohittanut alueen. Ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että onnettomuuden aikaisessa vaiheessa tapahtuvan, väestön suojaustoimenpiteitä edellyttävän päästön mahdollisuus on erittäin pieni, joten suojelutoimenpiteiden aloittamiseen on riittävästi aikaa. Ihmisten pääsyä saastuneelle tai uhatulle alueelle voidaan myös rajoittaa määräajaksi kulkurajoituksin.

Päästöpilven mentyä ohi ulkoilmassa ei enää ole merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita. Rakennusten sisätilat tulee tuulettaa huolellisesti sekä pyyhkiä pinnat. Päästöpilvestä laskeutuneita radioaktiivisia hiukkasia on maanpinnalla, vedessä ja rakennusten pinnoilla. Ympäristöön jäävien radioaktiivisten aineiden luonnollinen poistuminen ympäristöstä voi kestää kauan, mutta jo ensimmäisen vuoden aikana pitoisuus pienenee merkittävästi. Tarvittaessa saastuneimmilla alueilla ympäristöä puhdistetaan esimerkiksi pesemällä rakennusten seinä ja kattoja.

Elintarvikkeista saatavaa säteilyannosta voidaan vähentää estämällä radioaktiivisten aineiden kulkeutumista niihin. Suojaustoimenpiteiden tärkeys tulee huomioida erityisesti alkutuotannossa. Ydinonnettomuuden vaikutuksiin elintarvikkeetjussa vaikuttavat vuodenaika ja kasvukauden vaihe, alueen elintarviketuotannon olosuhteet ja käytännöt sekä tuotannon rakenne. Elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien suurenemisen riski on huomattavasti suurempi

kasvukauden aikana kuin muina vuodenaikoina. Radioaktiiviset aineet kulkeutuvat tehokkaasti maitoon ja lihaan, ja tämän vuoksi maatalouden harjoittajia kehoitetaan jo onnettomuusuhan olemassa ollessa suojaamaan kotieläimet sisätiloihin sekä mahdollisuuksien mukaan suojaamaan eläinten rehu. Muita mahdollisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi navettojen suojaus ja ilmanvaihdon rajoittaminen tai suodattaminen sekä puhtaan veden varaaminen. Ennen radioaktiivista laskeumaa voidaan myös pinta-alaltaan kohetuullisia vihannes-, marja- ja hedelmäkasvustoja peittää. Onnettomuuden jälkeen peltojen muokkaus ja lannoitus vähentävät tehokkaasti maataloustuotteisiin kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden määrää (Rantavaara 2005). Elintarvikkeiden pitoisuuksia voidaan niiden jalostuksessa vähentää muun muassa tuotannon suuntauksella, kuten valmistamalla maidosta juustoa, jolloin valtaosa radioaktiivisista aineista jää heraan.

Vakavan onnettomuuden jälkitilanteessa joudutaan ainakin joidenkin elintarvikkeiden käyttöä rajoittamaan. Elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksille voidaan tarvittaessa nopeasti ottaa käyttöön taulukossa 4-2 esitetyt Euroopan unionissa elintarvikkeiden kaupalle ennakkoon säädetyt raja-arvot (Neuvoston asetus 87/3954).

Elintarvikemyymälöissä myytävien tuotteiden on oltava niin puhtaita, että ne vastaavat viranomaisten asettamia

**Taulukko 4-1.** 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	Alle 18-vuotiaille ja raskaana oleville 10 mGy**, aikuisille 100 mGy (kilpirauhasen annos)
Evakuointi (kesto yksi viikko)	20 mSv

\* Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv)

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

**Taulukko 4-2.** Euroopan unionissa ennakkoon säädetyt radioaktiivisten aineiden enimmäispitoisuudet elintarvikkeiden kaupassa.

Radionuklidit	Aktiivisuuspitoisuus, becquerel/kg*		
	Vauvan ruoka	Maitotuotteet ja nestemäiset elintarvikkeet	Muut elintarvikkeet
Strontium-isotoopit	75	125	750
Jodin isotoopit	150	500	2000
Plutonium- ja transplutonium-isotoopit	1	20	80
Muut radionuklidit, joiden puoliintumisaika on yli 10 vrk, esim. <sup>134</sup> Cs ja <sup>137</sup> Cs	400	1000	1250

\* Euroopan unionin sisällä käytävässä elintarvikkeiden kaupassa taulukon mukaiset enimmäispitoisuudet voidaan onnettomuuden tapahduttua ottaa tarvittaessa käyttöön komission päätöksellä (vähän käytetyille elintarvikkeille voimaan saatettavat pitoisuudet ovat kymmenen kertaa korkeammat kuin tämän taulukon arvot peruselintarvikkeille). Erityiset tilannekohtaiset raja-arvot voidaan ottaa käyttöön neuvoston päätöksellä.

turvallisuusvaatimuksia. Säteilyturvakeskus ja asianomaiset ministeriöt antavat tiedotusvälineiden kautta ohjeita ja suosituksia itse tuotettujen sekä metsistä ja järvistä saatavien raaka-aineiden käyttäjille.

#### 4.5.3.4 Vastuu onnettomuustilanteissa

Ydinvastuulla tarkoitetaan vastuuta, joka ydinlaitoksen luvanhaltijalla 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 ympäristön ennallistamistoimenpiteistä ja torjuntatoimenpiteistä aiheutuneet kustannukset.

Suomessa sijaitsevan ydinlaitoksen luvanhaltijan vastuu samasta ydintapahtumasta johtuneista, Suomessa syntyneistä ydinvahingoista on rajoittamaton. Suomessa sijaitsevan ydinlaitoksen luvanhaltijan vastuun enimmäismäärä muualla kuin Suomessa syntyneistä ydinvahingoista on 600 miljoonaa kansainvälisen valuuttarahaston erityisnosto-oikeutta, mikä vastaa noin 676 miljoonaa euroa. Ydinlaitoksen luvanhaltijalla tulee olla vakuutus tämän vastuun kattamiseksi.

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

## 4.6 Säteily ja sen terveysvaikutukset

Säteily on joko ionisoiva tai ionisoimatonta sen perusteella, miten se vaikuttaa kohtaamaansa aineeseen. Ionisoiva säteily on peräisin radioaktiivisista aineista tai säteilyä synnyttävästä laitteesta, kuten röntgenlaitteista.

Ionisoivan säteilyn terveysvaikutukset voidaan jakaa kahden ryhmään: suoriin ja pitkäaikaisiin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, jotka johtuvat laajasta solutuhosta. Pitkäaikaisvaikutukset taas ovat tilastollisesti havaittavia haittavaikutuksia, jotka johtuvat perimämuutoksesta yhdessä solussa.

Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv), jolla ilmaistaan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa. Yksi sievert on suuri määrä säteilyä, minkä vuoksi useimmiten puhutaankin sievertin tuhannesosista eli millisieverteistä (mSv) tai miljoonasosista eli mikrosieverteistä (µSv). Annosnopeus kuvaa säteilyn voimakkuutta eli kertoo, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tietyssä ajassa. Annosnopeuden yksikkö on sievertiä tunnissa (Sv/h).

### 4.6.1 Säteilyn suorat vaikutukset

Säteilyn suoria vaikutuksia voi esiintyä, jos henkilö altistuu hyvin suurelle säteilyannokselle erittäin lyhyessä ajassa. Suoran säteilyvamma vaara liittyy pelkästään voimakkaisiin keinotekoisiiin lähteisiin, ei luonnon säteilyyn. Esimerkiksi ydinonnettomuustilanteet tai sädehoito voivat aiheuttaa suoria vaikutuksia. (STUK 2009b)

Suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, kudosvaurioita, jotka syntyvät altistuessa hyvin suurelle säteilyannokselle erittäin lyhyessä ajassa. Säteilyn suoria vaikutuksia ovat esimerkiksi säteilytapahtuma, säteilypalovamma, sädepneumoniitti eli keuhkoärsytysreaktio, harmaakaihi ja sikiövaurio. Säteilyaltistuksen seurauksena riippuu muun muassa siitä, onko säteilylle altistunut koko keho vai rajoitettuun osaan johonkin tiettyyn elimeen, kuten kilpirauhaan tai määrättyyn ihoalueeseen. (STUK 2009b)

Pienet säteilyannokset eivät aiheuta suoria vaikutuksia. Voidaan puhua niin sanotusta säteilyn kynnsarvosta, jota pienemmällä annoksella kudosvaurioita ei synny. Kynnsarvon ylittyessä haitta on varma. Kynnsarvon yläpuolella vaikutusten vakavuus kasvaa säteilyannoksen suurentuessa. Kynnsarvo sekä vaikutusten vakavuus riippuvat ratkaisevasti annosnopeudesta. Korkeakaan säteilyannos ei välttämättä ole terveydelle haitallinen, jos annos on kertynyt hitaasti pitkän ajan kuluessa. (STUK 2009b)

Suoran vaikutuksen kynnsarvo kokokehoaltistuksessa on noin 500 mSv, jolloin vaikutus on nähtävissä verenkuuvan muutoksena muutaman päivän sisällä. Säteily sairauden oireita ei tällöin kuitenkaan esiinny eikä ihminen itse havaitse vaikutusta. Paikallinen altistus voi olla kymmenen kertaa korkeampi ennen kuin säteilyvamma ilmenee. Yli tuhannen millisievertin eli yhden sievertin lyhyessä ajassa saatu kokokehoannos johtaa säteily sairauteen. Yli neljän sievertin äkillinen annos on hengenvaarallinen ja kymmenen sievertin annos johtaa varmaan kuolemaan. (STUK 2009b)

Säteily sairaus on hengenvaarallinen tila, joka johtuu laaja-alaisesta solujen tuhoutumisesta. Säteily sairautta on esiintynyt Hiroshiman ja Nagasakin atomipommiin uhreilla sekä Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa onnettomuusyönä pelastustöihin osallistuneilla ihmisillä. Muutoin säteily sairaus on lähinnä liittynyt tilanteisiin, joissa ihmiset ovat tietämättään käsitelleet voimakkaita teolliseen tai lääketieteelliseen käyttöön valmistettuja säteilylähteitä. (STUK 2009b)

### 4.6.2 Säteilyn pitkäaikaisvaikutukset

Käytännössä ihmisten saamat säteilyannokset jäävät paljon suorien haittojen kynnsarvoja pienemmiksi. Pienillä säteilyannoksilla riski saada säteilyä johtuva syöpä on pieni eikä säteily suurinakaan annoksina välttämättä aiheuta syöpää, mutta jokainen säteilyannos lisää kokonaissyöpäriskiä hiukan. Pieni säteilyannos voi aiheuttaa muutoksia solujen perimässä ja sitä kautta johtaa myöhemmin syövän syntyyn tai jälkeläisissä ilmenevään geneettiseen haittaan. Pitkäaikaisten vaikutusten osalta säteily suojeletoimenpiteet tähtäävät ensisijassa siihen, että syöpäriski, ja samalla perinnöllisen haitan riski, pysyisi mahdollisimman pienenä. Säteilyn aiheuttamat terveysvaikutukset johtuvat DNA-molekyylin eli solun peri-



män vauriosta. Kuitenkaan läheskään kaikki DNA-vauriot eivät johda terveyshaittaan, koska solut pystyvät korjaamaan DNA-vaurioita. Säteily voi kuitenkin aiheuttaa solun perimään pysyvän muutoksen eli mutaation. Mutaatioista voi olla seurauksena syöpäkasvain, jos mutaatiot ovat sattuneet solun kannalta keskeisiin geeneihin. Lopullisen haitan ilmeneminen on pitkä tapahtumaketju, johon vaikuttavat monet muutkin tekijät kuin säteily. (STUK 2009b)

Pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpäriskiä ei käytännössä voi havaita väestössä, koska syöpä on hyvin yleinen sairaus. Suomessa sairastuu syöpään vuosittain noin 20 000 ihmistä. Esimerkiksi Tshernobylin laskeuma, jonka kokonaisannos suomalaiselle on keskimäärin 2 mSv, saattaa arvion mukaan aiheuttaa noin 500 syöpäkuolemaa Suomessa 80 vuoden aikana, eli 6,25 kuolemaa vuodessa. Arvio jää pelkästään laskennalliseksi syöpäkuolemien tilastoissa. (STUK 2013e) Säteilyn aiheuttamaa syöpää ei voida erottaa muulla tavalla syntyneestä syövästä (STUK 2009b).

Säteilyaltistuksesta johtuvan syöpäriskin suuruuden arviointi perustuu väestötutkimuksiin Japanin atomipommituksista selvinneiden seurannasta, säteilyöntekijöiden altistuksista, sädehoitopotilaista saaduista seurantatuloksista sekä ympäristöllisistä säteilyannoksista. Myös tieteellisiä eläinkokeita on hyödynnetty tutkimuksessa (UNSCEAR 2010).

Lapsuudessa tapahtunut altistus säteilylle suurentaa syövän suhteellista riskiä enemmän kuin aikuisiällä, jolloin syövän ilmaantuvuus on muutenkin suurempi. Esimerkiksi selvästi suurentunut kilpirauhassyövän riski on havaittu vain alle 20 vuoden iässä pään ja kaulan alueille kohdistuneessa säteilyaltistuksissa Tshernobylin lähialueiden asukkaiden seurannassa. (Paile 2002, IAEA 2009) Tästä johtuen erityisesti lasten tuleekin ottaa joditabletteja säteilyaltistustilanteessa (väestönsuojelutoimenpiteiden kriteerit on esitetty luvussa 4.5.3.3).

Kansainvälinen säteilynsuojelukomitea ICRP on arvioinut, että 1000 mSv säteilyannokselle altistuminen lisää syöpäriskiä 5,5 prosenttia pienillä annoksilla ja annosnopeuksilla (Mustonen ym. 2008). Kyseessä on absoluuttinen riski eli todennäköisyys sairastua säteilystä aiheutuvaan syöpään riippumatta muista syövän syntyyn vaikuttavista tekijöistä. Kyseessä on elinikäisriski koko väestölle, ja yksilötasolla riski voi poiketa tästä. (Paile 2002)

Eläinkokeissa on voitu osoittaa, että säteily voi aiheuttaa perinnöllisiä muutoksia. Perinnöllisen haitan riski on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin syöpäriski (STUK 2009b). Kansainvälinen säteilynsuojelukomitea ICRP on arvioinut, että 1000 mSv säteilyannokselle altistuminen lisää perinnöllisen haitan riskiä 0,2 prosenttia (Mustonen ym. 2008).

Pienten säteilyannosten vaikutusta syövän syntyyn ja syöpäkuolleisuuteen ydinvoimalaitosten lähiympäristön väestössä ja erityisesti lapsissa on tutkittu kymmenien vuosien ajalta. Useimpien tutkimusten mukaan ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä ei havaita asukkaiden sairastuvuudessa eroa verrattuna muuhun väestöön. Suomessa vuonna 2010 tehty tutkimus leukemian yleisyydestä lapsilla, jotka asuvat Suomen ydinvoimalaitosten läheisyydessä, ei osoittanut kohonnutta riskiä sairastua leukemiaan. Tutkimus rajoittui viiden kilometrin säteelle ydinvoimaloista, jolloin tutkimuksen otanta ei ollut kovin suuri. (Ghirga 2010)

Julkisuudessa on ollut saksalainen tutkimus (Kaatsch ym.

2007), jonka mukaan lasten leukemiatapaukset ovat viiden kilometrin säteen sisällä ydinvoimalaitoksista tilastollisesti yleisempiä kuin muualla. Kyseisten tutkijoiden mukaan sairastumisriski ei voi johtua voimalaitosten radioaktiivista päästöistä, koska luonnon taustasäteily aiheuttaa 1000 - 100 000 kertaa suuremman säteilyannoksen.

#### 4.6.3 Säteily ja raskaus

Kehittyvä sikiö on herkkä säteilylle, sillä sikiön solujen jakautuminen on vilkasta. Ei kuitenkaan ole mitään näyttöä siitä, että satunnainen pieni säteilyannos voisi aiheuttaa sikiölle ison vamman. Säteilyn vaikutus raskauden aikana riippuu säteilyn annoksesta ja annosnopeudesta sekä raskauden vaiheesta. (STUK 2009b) Raskaana oleva nainen voi altistua säteilylle esimerkiksi tavanomaisessa säteilytyössä tai silloin, jos raskaana olevalle naiselle tehdään alavatsan röntgentutkimus. Luonnonsäteily aiheuttaa koko raskauden aikana kehittyvälle sikiölle yhteensä noin yhden mSv säteilyannoksen (Paile 2002).

Säteilyä johtuvat haitalliset vaikutukset sikiölle ilmenevät vasta varsin suurilla annoksilla (Paile 2002). Säteilyn vaikutuksia raskauteen ei ole pystytty osoittamaan muualla kuin Hiroshiman ja Nagasakin ydinräjähdyksissä uloonjääneillä (Auvinen 2004). Raskauden alkuvaiheessa korkea säteilyannos johtaa helposti alkion kuolemaan, mikä tarkoittaisi sitä, että raskaus keskeytyisi jo ennen kuin se on havaittu. Kahden ensimmäisen raskausviikon jälkeen ainoastaan merkittävä solutuho tai muu moniin soluihin vaikuttava häiriö voi haitata kehitystä. Näin voi tapahtua, jos säteily ylittää tietyn vähimmäisarvon, joka riippuu sikiön kehitysvaiheesta sekä säteilyn laadusta ja annosnopeudesta. Kehitysvaiheesta riippuu myös se, millainen kehityshäiriö altistuksesta seuraa. Sikiön keskushermosto vaurioituu säteilyä kaikkein herkimmin raskausviikkoina 10–17. (STUK 200b).

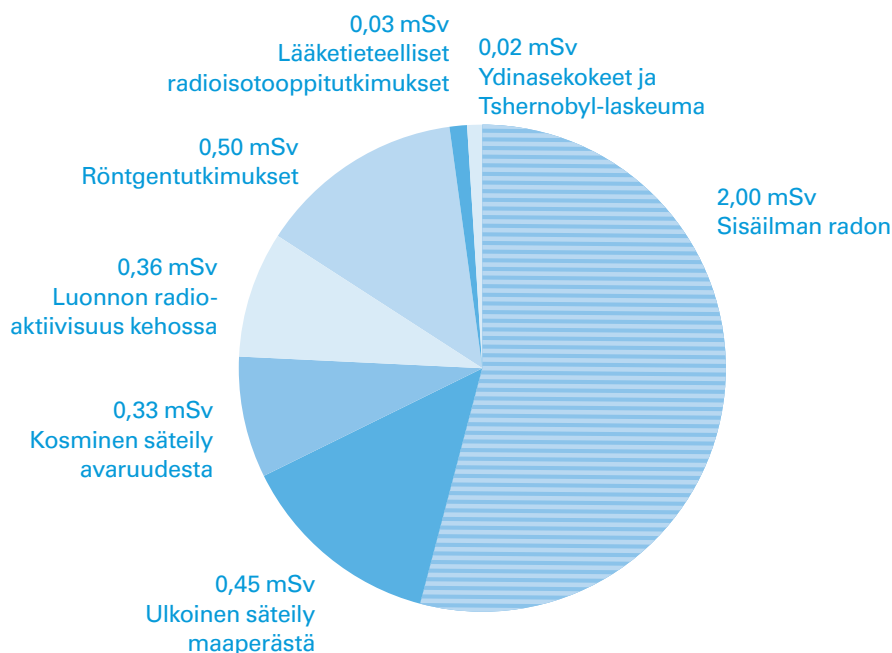
Raskauden aikainen säteilyaltistus voi vaikuttaa myös lapsuusajan syövän riskiin. Jos sikiö altistuu raskauden aikana 10 mSv säteilyannokselle, on lapsuuden aikaisen syövän riski 1/1700. (STUK 2009b)

#### 4.6.4 Vertailutietoa säteilyn lähteistä ja säteilyannoksista Suomessa

Noin joka kolmas suomalainen sairastuu elämässään syöpään. Ionisoivan säteilyn on arvioitu aiheuttavan 1–3 prosenttia kaikista syövästä (Pukkila ym. 2011). Vuodessa suomalaiset saavat keskimäärin noin 3,7 mSv säteilyannoksen (Kuva 4-7). Yli puolet tästä annoksesta on peräisin sisäilman radonista.

Keskimääräinen radonpitoisuus suomalaisissa asunnoissa on 120 Bq/m<sup>3</sup>, mikä vastaa noin kahden mSv:n säteilyannosta vuodessa. Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat Euroopan korkeimpia johtuen graniittisten kivilajiemme uraanipitoisuudesta. Korkeita huoneilman radonpitoisuuksia voi olla missä tahansa päin Suomea, mutta suurimmalla todennäköisyydellä niitä löytyy Etelä-Suomen maakunnan ja Pirkanmaan alueelta. Korkeiden radonpitoisuuksien kannalta pahimpia alueita ovat karkeasoraiset harjut, jotka läpäisevät hyvin radonpitoista ilmaa. Suomessa

**Kuva 4-7.** Suomalaisen vuodessa saaman, keskimäärin 3,7 mSv säteilyannoksen lähteet (STUK 2013f).



todetaan vuosittain noin 2000 keuhkosyöpää, joista radonin aiheuttamia arvioidaan olevan 300. Radonin kiinteät hajoamistuotteet tarttuvat hengitettäessä keuhkojen sisäpintaan, missä ne lähettävät alfasäteilyä, joka lisää riskiä sairastua keuhkosyöpään. (STUK 2011b)

Luonnon taustasäteily vastaa noin 30 prosentista suomalaisen vuosittaisesta säteilyannoksesta ja tämän lisäksi noin 15 prosenttia saadaan säteilyn käytöstä terveydenhuollossa (STUK 2009b).

Avaruudesta peräisin olevalle säteilylle, kosmiselle säteilylle, suomalaisille aiheutuu noin 0,3 mSv:n annos vuodessa. Kosmisen säteilyn vaikutus korostuu mitä korkeammalla ollaan, ja lentohenkilöstölle kosmisesta säteilystä aiheutuva annos on enimmillään noin 5 mSv vuodessa, mikä on moninkertainen normaaliin väestöön verrattuna. Kosmiselta säteilyltä ei käytännössä juuri voi suojautua. (STUK 2013o)

Myös ihmisen omasta kehosta saadaan osa vuotuisesta säteilyannoksesta. Kehoon tulee ruuan, juomaveden ja hengitysilman mukana luonnon radioaktiivisia aineita, kuten kalium-40. Sisäiselle säteilylle altistuminen jatkuu, kunnes radioaktiiviset aineet ovat erittyneet pois kehosta tai hävin-

neet radioaktiivisen hajoamisen seurauksena. Juomaveden ja muiden elintarvikkeiden uraani- ja toriumsarjojen hajoamistuotteista aiheutuu huomattavasti pienempi annos, keskimäärin noin 0,3 mSv vuodessa. (STUK 2009c)

Ihmisen sisäisen säteilyaltistuksen kannalta merkittävimpiä keinotekoisia radioaktiivisia aineita ovat pitkäikäiset isotoopit cesium-137 ja strontium-90, joita on ennen kaikkea luonnosta saatavissa elintarvikkeissa, kuten sienissä, järvikalassa, riistassa ja marjoissa. Näitä isotooppeja on tullut Suomeen sekä ilmakehässä tehtyjen ydinasekokeiden että Ukrainassa vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin ydinvoimalaitosonnettomuuden seurauksena. Tshernobylin laskeuma aiheuttaa suomalaisille edelleen noin 0,02 mSv:n säteilyannoksen vuodessa. (STUK 2009c)

Taulukossa 4-3 on esitetty esimerkkejä erilaisista säteilyannoksista. Valtioneuvoston päätöksen (395/1991) mukaan ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä saa aiheutua lähiympäristön asukkaalle enintään 0,1 mSv vuosiansos. Taulukosta nähdään, että vuonna 2012 toteutuneet ydinvoimalaitoksista aiheutuneet säteilyannokset olivat selvästi alle sadasosan tästä rajasta.

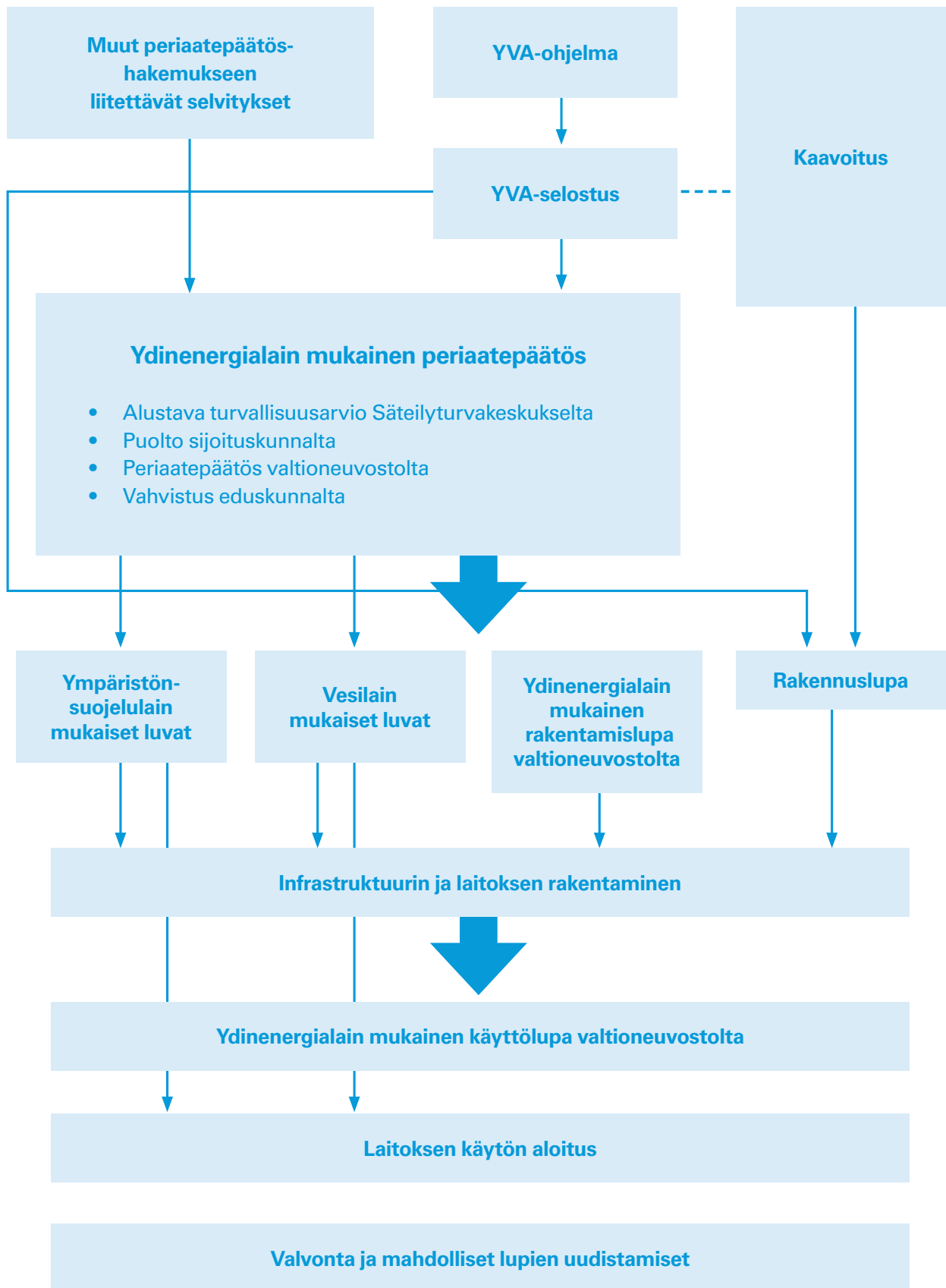
**Taulukko 4-3.** Esimerkkejä erilaisista säteilyannoksista (STUK 2002, STUK 2013k, STUK 2013l, STUK 2013m, STUK 2013n).

Annoksen suuruus	Kuvaus
0,00007 mSv	Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten lähiympäristön väestön eniten altistuneen ryhmän ydinvoimalaitoksen päästöistä johtuva laskennallinen säteilyannos vuonna 2012
0,01 mSv	Yhdestä hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,018 mSv	Edestakaisella lennolla Helsingistä Roomaan saatava kosmisen säteilyn annos
0,1 mSv	Keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,2 mSv	Mammografiasta (rintojen röntgentutkimuksesta) tutkittavalle aiheutuva annos
0,3 mSv	Suomalaisten kosmisesta säteilystä vuodessa saama annos
0,8 mSv	Yli kahden kilometrin korkeudessa sijaitsevan Mexico Cityn asukkaiden kosmisesta säteilystä saama annos vuodessa
3,7 mSv	Suomalaisen keskimääräinen vuotuinen säteilyannos
50 mSv	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu vuoden aikana aiheutuva annos (vuonna 2012 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos oli 14,3 mSv)
100 mSv	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu viiden vuoden aikana aiheutuva annos (vuosien 2008–2012 välisenä aikana ydinvoimalaitoksen työntekijän saama suurin yhteenlaskettu säteilyannos Suomessa oli 54 mSv)
1000 mSv	Alle vuorokauden aikana saatuna annoksena aiheuttaa säteilysairauden oireita
6000 mSv	Äkillisesti saatuna annos saattaa johtaa henkilön kuolemaan

# 5

## Hankkeen edellyttämät luvat, suunnitelmat, ilmoitukset ja päätökset





**Kuva 5-1.** Ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön lupavaiheet.

Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyviä lupia, ilmoituksia ja päätöksiä on havainnollistettu kuvassa 5-1.

## 5.1 Alueidenkäytön suunnittelu

### 5.1.1 Yleistä

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

*Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet* (VAT) hyväksyttiin valtioneuvostossa 30.11.2000 ja ne tulivat voimaan 1.6.2001. Päätöstä tarkistettiin 13.11.2008 tavoitteiden sisällön osalta. Lisäksi valtioneuvosto päätti 22.12.2009, että Museoviraston laatima inventointi Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY 2009) korvaa valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa mainitun vuoden 1993 inventoinnin.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa kaikkialla maassa. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulee ottaa huomioon ja niitä tulee edistää valtion viranomaisten toiminnassa, maakuntien suunnittelussa ja kuntien kaavoituksessa.

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

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

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

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

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

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

Kunta vastaa yleiskaavan laatimisesta. Kaavan hyväksyy kaupungin- tai kunnanvaltuusto. Jos kunnat ovat laatineet yhteisen yleiskaavan, sen hyväksyy kuntien yhteinen toimielin ja vahvistaa ympäristöministeriö. Yleiskaava tulee voimaan, kun sen hyväksymisestä on julkisesti tiedotettu.

*Asemakaavassa* määritellään alueen tuleva käyttö. Kaavassa ratkaistaan esimerkiksi säilytettävä ympäristö ja se mitä ja millä tavalla saa rakentaa. Kaavassa voidaan osoittaa esimerkiksi rakennusten sijainti, koko ja käyttötarkoitus. Asemakaava voi koskea kokonaista asuntoaluetta asuin-, työ- ja virkistysalueineen tai suppeimmillaan yhtä tonttia. Asemakaavan laatii kunta.

Asemakaavaan kuuluvat asemakaavakartta sekä kaavamerkinnot ja -määräykset. Asemakaavaan liittyy selostus, jossa kerrotaan kaavan laatimisesta ja keskeisistä ominaisuuksista.

Ranta-alueiden rakentamista voidaan ohjata ranta-asemakaavalla.

### 5.1.2 Hankkeen edellyttämä kaavoitus

Ydinvoimalahankkeen toteuttaminen Pyhäjoen Hanhikivellä on edellyttänyt, että sijoituspaikan kaavoituksessa on osoitettu ydinvoimalaitosta varten tarvittavat aluevaraukset. Hanhikiven niemen alueella hankkeen edellyttämiä kaavoja on laadittu kaikilla kaavatasoilla maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisin menettelyin.

Maakuntakaavan laatimisesta on vastannut Pohjois-Pohjanmaan liitto. Yleiskaavan ja asemakaavan laadinnasta on vastannut Pyhäjoen kunta ja Raahen kaupunki. Kaavat ovat lainvoimaisia kaikilla kolmella kaavatasolla. Hanhikiven niemen kaavoituksesta on kerrottu tarkemmin luvussa 7.2.1.2.

## 5.2 Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat

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

### 5.2.1 Periaatepäätös

Ydinenergialain mukaan yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen, kuten ydinvoimalaitoksen, rakentamisen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että

ydinvoimalaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Periaatepäätöstä haetaan valtioneuvostolle osoitetulla hakemuksella.

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

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

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

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

- ydinlaitoshankkeen tarpeellisuuteen maan energiahuollon kannalta
- ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen ja ydinlaitoksen ympäristövaikutuksiin
- ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen.

Valtioneuvoston tekemä periaatepäätös annetaan eduskunnan tarkastettavaksi. Eduskunta voi joko kumota periaatepäätöksen tai jättää sen voimaan, mutta ei muuttaa sen sisältöä. Luvanhakija ei saa tehdä merkittäviä laitoksen rakentamiseen liittyviä, taloudellisesti sitovia hankintasopimuksia ennen periaatepäätöksen voimaantuloa.

Fennovoima jätti tammikuussa 2009 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen, johon perustuen valtioneuvosto antoi 6.5.2010 Fennovoimalle periaatepäätöksen ydinvoimalan rakentamiseksi. Eduskunta vahvisti päätöksen 1.7.2010.

Koska nyt ympäristövaikutusten arvioinnin kohteena olevaa hanketta (yksi sähkötehoaan noin 1 200 megawatin suuruinen painevesilaitos) ei ole mainittu Fennovoiman alkuperäisessä periaatepäätöshakemuksessa laitosvaihtoehdona, työ- ja elinkeinoministeriö on edellyttänyt seuraavia lisäselvityksiä:

- Fennovoima saattaa hankkeen ympäristövaikutusarvioinnit ajan tasalle,
- Säteilyturvakeskus arvioi laitosvaihtoehdon turvallisuuden,
- Pyhäjoen kunta ottaa kantaa asiaan
- ja työ- ja elinkeinoministeriö järjestää hankkeesta ydinenergialain mukaisen yleisen kuulemisen.

Näiden selvitysten jälkeen otetaan kantaa siihen, kattaako voimassa oleva periaatepäätös myös tämän laitosvaihtoehdon vai otetaanko eduskunnan heinäkuussa 2010 hyväksymä periaatepäätös uuteen käsittelyyn.

## 5.2.2 Rakentamislupa

Ydinvoimalaitoksen rakentamisluvan myöntää valtioneuvosto. Rakentamislupa voidaan myöntää, mikäli laitoksen rakentaminen on eduskunnan hyväksymässä periaatepäätöksessä katsottu yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi ja mikäli ydinenergilain 19 §:ssä säädetty edellytykset ydinlaitoksen rakentamisluvan myöntämiseksi täyttyvät. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa:

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

Periaatepäätökseen liitetyn ehdon mukaan Fennovoiman on haettava ydinenergilain mukaista rakentamislupaa viiden vuoden kuluessa siitä, kun eduskunta on päättänyt periaatepäätöksen voimaan jäämisestä, eli viimeistään 30.6.2015.

### 5.2.3 Käyttö lupa

Luvan ydinlaitoksen käyttämiseen myöntää valtioneuvosto. Lupa ydinlaitoksen käyttämiseen voidaan myöntää sen jälkeen kun lupa sen rakentamiseen on myönnetty edellyttäen, että ydinenergialain 20 §:ssä luetellut edellytykset täyttyvät. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa:

- ydinlaitos ja sen käyttäminen täyttävät lain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus sekä ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon
- hakijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi, mukaan lukien ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen, ovat riittävät ja asianmukaiset
- hakijalla on käytettävissään tarpeellinen asiantuntemus ja erityisesti ydinvoimalaitoksen käyttöhenkilökunnan kelpoisuus ja käyttöorganisaatio ovat asianmukaiset
- hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaansa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

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

## 5.3 Euratomin perustamissopimuksen mukaiset tiedonannot ja ilmoitukset

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

## 5.4 Rakennuslupa

Ydinvoimalaitoksen rakennuksille haetaan maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukainen rakennuslupa. Suurien hankkeiden yhteydessä, kuten voimalaitosta rakennettaessa, rakennuslupa voidaan hakea sekä voimalaitosrakennukselle että muille siihen liittyville rakenteille ja rakennuksille yhdessä tai useammassa osassa.

Lupahakemuksen käsittelee kunnan rakennusvalvontaviranomainen, joka lupaa myöntäessään tarkistaa, että suunnitelma on vahvistetun asemakaavan ja rakennusmääräysten mukainen. Pyhäjoen kunnan rakennuslupahakemusten käsittelystä vastaa tällä hetkellä Raahan rakennus- ja ympäristövalvonta.

Rakennuslupa tarvitaan ennen rakentamisen aloittamista. Ydinvoimalaitoksen rakennusluvan myöntäminen

edellyttää, että ympäristövaikutusten arviointimenettely on loppuun suoritettu.

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

Laitosalueen maanrakennus- ja louhintatöiden aloittaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaista maisematyö- tai toimenpidelupaa.

## 5.5 Lentoestelupa ja lentokieltoalue

Ilmailulain (1194/2009) mukaan yli 30 metriä maanpinnasta ulottuvan laitteen, rakennuksen, rakennelman tai merkin asettamiseen tarvitaan lentoestelupa. Lupa tarvitaan voimalaitoksen rakennuslupahakemuksen liitteeksi. Lentoestelupaa haetaan Liikenteen turvallisuusvirastolta (Trafi). Hakemukseen tulee liittää asianomaisen ilmailukennepalvelujen tarjoajan (Finavia Oyj) antama lausunto.

Lentoestelupa tarvitaan myös rakentamisen aikana muun muassa isoille nostureille.

Ilmailulain mukaan ydinvoimaloiden läheisyyteen voidaan valtioneuvoston asetuksella määrätä lentokieltoalue. Lentokieltoalueella tarkoitetaan valtakunnan maa-alueen tai aluevesien yläpuolella olevaa, rajoiltaan määrättyä ilmatilan osaa, jossa ilma-alusten lentäminen on kielletty. Kieltoaluetta ei kuitenkaan suoraan edellytetä ydinvoimalaitoksille, eikä sen kokoa ole laissa määriteltä. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten lähialueet on valtioneuvoston asetuksella säädetty lentokieltoalueiksi. Myös Fennovoiman ydinvoimalaitokselle määritellään lentokieltoalue.

## 5.6 Ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toimintoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Luvanvaraisuus perustuu ympäristönsuojelulakiin (86/2000) ja sen nojalla annettuun ympäristönsuojelusetukseen (169/2000). Luvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa, että toiminnasta ei saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Ympäristölupaviranomaisena toimii joko Pohjois-Suomen aluehallintovirasto tai Pyhäjoen kunnan ympäristönsuojeluviranomainen riippuen lupahakemuksen kohteena olevasta toiminnasta.

Vesilaila (587/2011) säännellään vesitaloushankkeiden lupa-asioita. Vesilain mukainen lupa tarvitaan vesistö- ja vesistöön sijoitettavien rakenteita varten. Vesilain mukainen lupa tarvitaan myös toimintaan liittyvälle vesien johtamiselle vesistöistä. Vesilupa-asioissa lupaviranomaisena toimii Pohjois-Suomen aluehallintovirasto.

Vesistön pilaamisen vaaraa aiheuttavissa vesitalousasioissa sovelletaan ympäristönsuojelulakia.



### 5.6.1 Rakentamisen edellyttämät luvat

Fennovoima on jättänyt vesilain mukaiset lupahakemukset 12.2.2013 Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle. Lupahakemukset on kuulutettu 26.11.2013 lausuntojen ja mielipiteiden saamiseksi hakemuksista.

Lupahakemuksia on kolme, joista laajin koskee satamalaiturin ja -alueen, jäähditysveden ottorakenteiden ja meriväylän rakentamista. Toinen lupahakemus koskee jäähditysveden purkurakenteita ja kolmas meriläjitysaluetta. Jäähditysveden ottopaikka on suunniteltu sijoitettavan Hanhikiven niemen länsirannalle satama-altaan yhteyteen. Jäähditysveden rantapurkupaikka sijaitsisi Hanhikiven niemen pohjoisosassa.

Työmaalla on lisäksi toimintoja, jotka edellyttävät ympäristönsuojelulain mukaisia lupia. Ympäristölupaa edellyttävät muun muassa kivenmurskaamo ja betoniasema. Nämä lupahakemukset käsittelee Pyhäjoen kunnan ympäristönsuojeluviranomainen.

### 5.6.2 Käyttövaiheen edellyttämät luvat

Ydinvoimalaitoksen käyttöä varten haetaan ympäristölupa. Ympäristölupa kattaa kaikki laitoksen ympäristövaikutuksiin liittyvät määräykset, kuten päästörajat ilmaan ja veteen, määräykset jätteiden käsittelystä ja melurajat sekä muut ympäristövaikutuksiin liittyvät asiat kuten päästöjen tarkkailu ja raportointi.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto lupaviranomaisena myöntää ympäristöluvan, mikäli toiminta täyttää ympäristönsuojelulain ja muun lainsäädännön asettamat vaatimukset. Hanke ei myöskään saa olla ristiriidassa alueen kaavoituksen kanssa. Myös ympäristövaikutusten arviointimenettely on oltava päättyneenä ennen kuin lupa voidaan myöntää.

Voimalaitoksen jäähditysveden ja muun tarvittavan veden ottamiselle tarvitaan vesilain mukainen vesilupa.

## 5.7 Suojelukeinojen oikeudelliset vaikutukset

Hankealueella ja sen läheisyydessä sijaitsee eri tavoin suojeltuja kohteita. Mikäli hankkeen toteuttamisen katsotaan vaikuttavan haitallisesti suojeltuun kohteeseen, tulee suojelupäätöksistä poikkeamiseen hakea lainsäädännön edellyttämä lupa. Seuraavissa kappaleissa kuvataan näistä olennaisimmat säädökset. Hankkeen mahdollisia vaikutuksia suojelukohteisiin kuvataan luvussa 7.

### 5.7.1 Luonnonsuojelulaki

Luonnonsuojelulakiin (1096/1996) sisältyy useita vaihtoehtoisia keinoja suojelun järjestämiseksi. Tässä luvussa kuvataan erilaisia suojelukeinoja ja miten ne otetaan tai otettu huomioon hankkeessa.

*Natura 2000 -verkoston alueisiin* kohdistuvat vaikutukset tulee arvioida, mikäli hankkeen katsotaan todennäköisesti merkittävästi heikentävän alueen Natura-arvoja. Viranomai-

nen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen, mikäli arviointimenettely osoittaa hankkeen todennäköisesti merkittävästi heikentävän näitä arvoja. Lupa voidaan kuitenkin myöntää, jos valtioneuvosto yleisistunnossaan päättää, että hanke tulee toteuttaa erittäin tärkeän yleisen edun vuoksi eikä vaihtoehtoista ratkaisua ole. Mikäli Natura 2000 -alueella on luontodirektiivin (92/43/ETY) mukainen ensisijaisesti suojeltava luontotyyppi ja/tai laji, kohdistuu poikkeuksen myöntämiseen vielä erityisvaatimuksia ja asiasta on hankittava EU-komission lausunto.

Vuonna 2009 on toteutettu Hanhikiven niemen läheisyydessä sijaitsevan Parhalahti-Syöläinlahti ja Heinikarintamien Natura 2000 -alueen Natura-arviointi. Arviointi toteutettiin maakuntakaavoituksen yhteydessä. Arvioinnin mukaan hankkeesta, mukaan lukien voimajohtojen rakentaminen, ei yksin tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa aiheudu suojeluperusteena oleville luontotyypeille ja lintulajeille tai Natura 2000 -alueelle kokonaisuutena merkittäviä heikentäviä vaikutuksia. Koska voimajohtolinjan reitti Hanhikiven niemellä muuttuu aiemmin suunnitellusta, on Natura-arviointi todennäköisesti tarpeen päivittää voimajohtoja koskevan ympäristövaikutusarvioinnin yhteydessä.

Luonnonsuojelulain mukaan *luonnonsuojelualueita* voi perustaa *valtion tai yksityisen omistamalle alueelle*. Jälkimmäisen perustaminen edellyttää yksityisen maanomistajan hakemusta tai suostumusta alueen rajaamiseksi luonnonsuojelualueeksi. Yksityinen suojelualue voidaan lakkauttaa tai sen rauhoitusmääräyksiä lieventää, jos alueen rauhoitus estää yleisen edun kannalta erittäin tärkeän hankkeen tai suunnitelman toteutumisen. Lupaa suojelupäätöksen muuttamiseen haetaan Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta (ELY-keskus).

Luonnonsuojelulain perusteella ELY-keskus voi päättää *suojeltuun luontotyyppiin kuuluvan alueen rajaamisesta*. Päätös annetaan tiedoksi alueen omistajille ja haltijoille. Aluetta ei saa muuttaa niin, että luontotyyppin ominaispiirteiden säilyminen kyseisellä alueella vaarantuu. ELY-keskus voi kuitenkin myöntää poikkeuksen kiellosta, mikäli kyseisen luontotyyppin suojelutavoitteet eivät huomattavasti vaaranna tai luontotyyppin suojelu estää yleisen edun kannalta erittäin tärkeän hankkeen tai suunnitelman toteutumisen. Hanhikiven niemen alueella on ELY-keskuksen päätöksellä rajattu luontotyyppiin merenrantaniityt kuuluvia alueita erityisesti niemen koillis- ja itärannalla.

Luonnonsuojelulaki määrittelee *rauhoitettujen lajien* suojelutoimet. Luonnonsuojeluasetuksessa (160/1997) on osoitettu koko Suomessa rauhoitetut eläimet ja kasvit ja lisäksi osassa maata rauhoitetut muutamat kasvilajit. ELY-keskus voi myöntää luvan poiketa rauhoitetun lajin suojelutoimista laissa määritellyin edellytyksin. Fennovoima on saanut poikkeusluvan keltakurjenmiekan esiintymisalueen hävittämiseksi ja yksilöiden siirtämiseksi lajille suotuisalle kasvupaikalle. Lupa liittyy suunnitellun satama-altaan, jäähditysveden ottorakenteen ja meriväylän rakentamistoimiin. Keltakurjenmiekkää koskeva lupa on lainvoimainen.

*Erityisesti suojeltava laji* on uhanalainen laji, joka on luonnonsuojeluasetuksella osoitettu välittömässä häviämisaarassa olevaksi lajiksi. Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen ja heikentämi-

nen on kielletty. ELY-keskus voi päätöksellään rajata lajin esiintymispaikan. Päätös sisältää myös viranomaisen näkemyksen toimenpiteistä, jotka voivat hävittää tai heikentää esiintymispaikkaa. ELY-keskus on tehnyt rajauspäätöksen Hanhikiven niemellä olevasta petolinnun reviiristä.

Luonnonsuojelulaissa on määritelty myös *EU luontodirektiivin liitteen IV a (eläimet) ja b (kasvit) tiukasti suojeltujen lajien* suojelutoimet. ELY-keskus voi myöntää luvan poiketa suojelutoimista luontodirektiivissä määritellyin perusteluin. Fennovoima on saanut kaksi poikkeuslupaa, joista toinen koskee viitasammakon lisääntymisalueen hävittämistä ja toinen yksilöiden siirtämistä alueelta lajille ominaiseen lisääntymispaikkaan. Luvat liittyvät suunnittelun satama-altaan, jäähdytysveden ottorakenteen ja meriväylän rakentamistoimiin. Luvat ovat lainvoimaisia Oulun hallinto-oikeuden 7.10.2013 tekemällä päätöksellä.

## 5.7.2 Muinaismuistolaki

Kiinteät muinaisjäänneksöt ovat rauhoitettuja muinaismuistolain (256/1963) nojalla ilman erillistä rauhoituspäätöstä. Hanhikiven niemellä on muinaismuistolain perusteella rauhoitettu muinaisjäänne, Hanhikivi, joka on historialliselta ajalta peräisin oleva rajamerkki. Pääsy Hanhikivelle on edelleen mahdollista voimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikana.

Muinaismuistolain mukaan myös merestä tai vesistöstä tavattu laivan tai muun aluksen hylky, jonka uppoamisesta voidaan olettaa olevan vähintään sata vuotta, tai tällaisen hyllyn osa on rauhoitettu. Hanhikiven niemeä ympäröivällä merialueella ei ole todettu rauhoitettuja hylkyjä tai hyllyn osia.

## 5.8 Liitännäishankkeiden edellyttämät luvat

*Yleisten ja yksityisten teiden* perustamista säädellään maantielailailla (503/2005). Yleisten maanteiden rakentaminen edellyttää muun muassa yleissuunnitelman ja tiesuunnitelman laatimista. Lupaviranomaisena toimii Liikennevirasto. Fennovoima vastaa uuden yhdystien, Hanhikiventien, rakentamisesta yksityistienä. Yksitystien rakentaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaista lupamennettelyä. Tie siirtyy myöhemmin maantietoimituksella yleiseksi maantiekiksi.

*400 kV:n ja 110 kV:n voimajohtojen* rakentaminen vaatii sähkömarkkinalain (588/2013) mukaisen hankeluvan. Lupaviranomainen on Energiamarkkinavirasto. Yli 15 kilometriä pitkän yli 220 kilovoltin voimajohtojen rakentaminen edellyttää lisäksi YVA-menettelyä. Pienempien voimajohtojen rakentamislupahakemukseen on liitettävä sähkömarkkinalain mukaisesti selvitys ympäristövaikutuksista.

Ydinvoimalaitoksen voimajohtojen rakentamista ja käyttöä koskeva ympäristövaikutusten arviointi on suunniteltu käynnistyvän vuonna 2014.

*Rakennettavalle meriväylälle* haetaan väyläpäätös Liikennevirastolta. Väyläpäätös on hallinnollinen päätös, jolla päätöksessä mainitut väylät ja turvalaitteet vahvistetaan virallisesti käyttöön otetuksi. Merenkulun turvalaitteiden asettamiseen tarvitaan Liikenneviraston lupa vesikulkuväylien merkitsemisestä annetun asetuksen (846/1979) mukaisesti.

## 5.9 Muut luvat

Muita tähän hankkeeseen liittyviä lupia ovat muun muassa ydinmateriaalien maahantuontia, hallussapitoa ja ydinpoltoaineen kuljetuksia koskevat luvat, jätevesien viemäriverkkoon johtamista koskeva lupa tai sopimus sekä kemikaalilain mukaiset luvat.

Ydinmateriaalien maahantuontia ja hallussapitoa sekä ydinpoltoaineen kuljetusta koskevat luvat haetaan Säteilyturvakeskukselta.

Fennovoima pyrkii sopimaan Pyhäjoen kunnan vesi- ja viemärilaitoksen kanssa talous- ja teollisuusjätevesien keskitetystä puhdistamisesta kunnan jätevedenpuhdistamolla. Sopimuksessa voidaan asettaa viemäriverkkoon johdettavan jäteveden laatua ja määrää koskevia ehtoja.

Laitoksen käyttövaiheessa kemikaalien varastointi ja käsittely edellyttää lupaa, joka haetaan Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta (TUKES). Hakemus ja lupa perustuvat lakiin (390/2005) vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta sekä asetukseen (855/2012) vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta ja asetukseen (856/2012) vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksesta. Kemikaalien vähäisestä teollisesta käsittelystä ja varastoinnista rakennustyömaalla on tehtävä ilmoitus Pyhäjoen kunnan kemikaalivalvonnasta vastaavalle viranomaiselle.



# 6

## Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin



Hankkeen kannalta keskeisimpiin suunnitelmiin ja ohjelmiin (Taulukko 6-1) kuuluu sekä kansallisia tavoiteohjelmia että kansainvälisiä sitoumuksia. Nämä eivät yleensä suoraan velvoita toiminnanharjoittajia, mutta niiden tavoitteet voidaan tuoda toiminnanharjoittajatasolle esimerkiksi ympäristölupien kautta.

Seuraavassa taulukossa on esitetty hankkeen suhde voimassaoleviin ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

**Taulukko 6-1.** Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

Hankkeen suhde suunnitelmiin, ohjelmiin ja sopimuksiin			
Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<b>YK:n ilmastopimus</b>	Joulukuussa 1997 järjestetyssä Kioton ilmastokokouksessa EU:n tavoitteeksi hyväksyttiin vähentää kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärää kahdeksan prosenttia vuoden 1990 tasosta.  Neuvottelut uuden tavoitteen asettamiseksi ovat käynnissä.	Ydinvoimantuotannosta ei suoraan synny kasvihuonekaasupäästöjä.  Ydinvoimantuotannolla voidaan korvata polttoprosesseihin perustuvia fossiilisia energiantuotantomuotoja ja vähentää näin sähkötuotannon keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä.	1997 Kioton ilmastokokous  Viimeisin ilmastopimuksen osapuolten konferenssi pidettiin Varsovassa marraskuussa 2013.
<b>EU:n energiastrategia</b>	EU:n energiastrategian tavoitteena on turvata kilpailukykyinen ja puhdas energian saanti vastaten ilmastonmuutoksen hillintään, kasvavaan globaaliin energiankysyntään ja tulevaisuuden energian toimituksen epävarmuuksiin.  Energiastrategian tavoitteiden saavuttamiseksi on määritetty kymmenen kohdan toimintaohjelma. Ohjelmaan sisältyvät mm. EU:n sisäisen energiamarkkinan kehittäminen, energian huoltovarmuuden takaaminen, sitoutuminen kasvihuonekaasujen vähentämiseen ja ydinvoiman tulevaisuus.	Ydinvoiman tulevaisuus on yksi energiastrategian toimintaohjelman kymmenestä kohdasta. Toimintaohjelman mukaan komissio pitää ydinenergiaa varteenotettavana vaihtoehtona energianlähteeksi, jotta tiukat päästötavoitteet voitaisiin saavuttaa. Komission mukaan EU:n tulisi säilyttää ja kehittää teknologista johtoasemaansa ydinenergian tuotannossa. Komissio myös kehottaa jäsenmaiden viranomaisia tehostamaan ydinvoimaan liittyviä lupamennettelyjä ja poistamaan tarpeettomia rajoituksia.	EU:n energiastrategia (An Energy Policy for Europe) julkaistiin 10.1.2007.
<b>EU:n ilmasto- ja energiapaketti</b>	Euroopan komission ilmasto- ja energiapaketti on laaja jäsenmaita koskeva lainsäädäntökokonaisuus. EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasuja 20 % vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 päästöjen määrästä sekä kasvattamaan uusiutuvan energian osuutta EU:n kokonaisenergian käytöstä viidennekseen.  Päästövähennystavoite tulee kasvamaan 30 %:iin mikäli uusi, globaali päästövähennys sopimus saadaan aikaiseksi. Uusiutuvan energian lisäksi energiatehokkuuden lisääminen ja investoinnit puhtaisiin energiamuotoihin, kuten hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin, nähdään toimenpiteinä tavoitteiden saavuttamiseksi.	Mikäli ydinvoimalla korvataan uusiutumattomia energianlähteitä käytäviä voimalaitoksia (esim. kivihiilivoimalaitoksia), voidaan vähentää sähkötuotannon keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä.	EU julkaisi uusiutuvan energian ja ilmastonmuutokseen liittyvän pakettinsa 23.1.2008.

Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<b>Suomen kansallinen energia- ja ilmastostrategia</b>	<p>Valtioneuvoston maaliskuussa 2013 hyväksymä kansallinen energia- ja ilmastostrategia sekä edellistä, vuoden 2008 strategiaa täydentävät ohjelmat määrittävät Suomen energia- ja ilmastopolitiikan linjat.</p> <p>Strategian päivittämisen keskeisinä tavoitteina on varmistaa vuodelle 2020 asetettujen kansallisten tavoitteiden saavuttaminen sekä valmistautua kohti EU:n pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteita.</p> <p>Strategian päivittämisessä on otettu huomioon eduskunnan vuoden 2008 strategiaa koskeva kannanotto, jonka mukaan energia- ja ilmastovelvoitteiden täyttämiseksi on painotettava kustannustehokkuutta, energiaomavaraisuuden lisäämistä sekä riittävän ja kohtuuhintaisen sähkönsaannin turvaamista.</p>	<p>Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on linjassa kansallisen energia- ja ilmastostrategian kanssa. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan energiantuotanto Suomessa pidetään monipuolisena ja mahdollisimman omavaraisena, jota uuden ydinvoimalaitoksen rakentaminen tukee.</p>	<p>Valtioneuvoston 6.11.2008 hyväksymä selonteko energia- ja ilmastopolitiikassa lähiaikoina toteutettavista toimenpiteistä.</p> <p>Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20.3.2013.</p>
<b>Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta</b>	<p>Valtioneuvosto hyväksyi 15.10.2009 ilmasto- ja energiapolitiittisen tulevaisuusselonteon, jossa linjataan Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiapolitiikkaa. Selonteossa asetetaan tavoitteeksi vähentää Suomen kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä osana kansainvälistä yhteistyötä. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 38 %:iin vuoteen 2020 ja edelleen 60 %:iin vuoteen 2050 mennessä.</p>	<p>Ydinvoiman käyttö energiantuotannossa tukee Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiapolitiikassa asetettuja tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisesta.</p>	<p>Valtioneuvoston 15.10.2009 hyväksymä ilmasto- ja energiapolitiittinen tulevaisuusselonteko Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiapolitiikasta.</p>
<b>Ilmansuojeluohjelma 2010</b>	<p>Valtioneuvosto hyväksyi vuonna 2002 kansallisen ilmansuojeluohjelman. Tämä ilmansuojeluohjelma 2010 määritteli toimenpiteet, jotka toteutettamalla Suomessa saatettiin vuoteen 2010 mennessä asteittain vähentää päästöjä vuonna 2001 voimaan tulleen EU-direktiivin eli ns. päästökattodirektiivin edellyttämälle tasolle.</p> <p>Ilmansuojeluohjelma 2010 asettaa rikkidioksidin, typen oksidien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja ammoniakkin vuosittaisille päästöille enimmäismäärät vuodesta 2010 alkaen. Ohjelma sisältää toimet päästöjen vähentämiseksi mm. energiantuotannossa, liikenteessä, maataloudessa ja teollisuudessa.</p>	<p>Ydinvoiman tuotannosta ei synny päästökattodirektiivin rajoittamia päästöjä.</p> <p>Polttoprosesseihin perustuvan energiantuotannon korvaaminen ydinvoimalla tukee päästökattodirektiivin Suomea koskevien tavoitteiden saavuttamista.</p>	<p>Valtioneuvoston 26.9.2002 hyväksymä ohjelma, päästökattodirektiivi 2001/81/EY</p>

Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<b>YK:n kansainvälinen kaukokulkeutumisopimus ja Göteborgin pöytäkirja</b>	<p>Vuonna 1979 solmittiin YK:n kaukokulkeutumisopimus maasta toiseen kulkeutuvien ilman epäpuhtauksien hallitsemiseksi. Pöytäkirja ei sisällä varsinaisia päästövähennysveloitteita, vaan luo kehykset yhteistyölle ja erikseen hyväksyttävälle yksityiskohtaisille pöytäkirjoille. Pöytäkirjoissa määritellään sopimuspuolille sallittuja määriä muun muassa rikkipäästöistä, typen oksideista ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöistä.</p> <p>Kaukokulkeutumisopimuksen eurooppalaiset maat sopivat vuonna 1999 rikin, typen oksidien, ammoniakkin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöille kansalliset enimmäismäärät ns. Göteborgin pöytäkirjassa.</p>	<p>Pöytäkirja sitoo Suomea valtiona, ei yksittäisiä toiminnanharjoittajia. Sitoumukset täytetään valtion tarpeelliseksi katsomilla, toiminnanharjoittajiin kohdistuvilla ohjaukskeinoilla.</p> <p>Ydinvoimantuotannosta ei suoraan synny pöytäkirjassa rajoitettuja päästöjä. Ydinvoimantuotannolla voidaan korvata polttoprosesseihin perustuvia energiantuotantomuotoja ja vähentää näin kokonaispäästöjä Suomessa.</p>	<p>Asetus 15/1983 maasta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen voimaansaatamisesta. Göteborgin pöytäkirja on laitettu voimaan Tasavallan presidentin asetuksella 273/2005.</p>
<b>Vesien suojelun suuntaviivat vuoteen 2015</b>	<p>Vesiensuojelun suuntaviivat määrittelevät vesiensuojelulle valtakunnalliset tarpeet ja tavoitteet vuoteen 2015 asti. Päätöksessä esitetään toimia vesien hyvän tilan saavuttamiseksi ja tilan heikkenemisen estämiseksi. Vesiensuojelun suuntaviivat tukevat myös EU:n meristrategian sekä Itämeren maiden yhteisen, Itämeren suojelua koskevan, toimintaohjelman valmistelua ja toimeenpanoa. Ohjelman keskeisimpinä tavoitteina on rehevöitymisen ja haitallisista aineista johtuvan kuormituksen vähentäminen, pohjavesien ja vesiluonnon suojelu, vesirakentamisen ja säännöstelyn aiheuttamien haittojen vähentäminen ja vesien kunnostaminen.</p>	<p>Ydinvoimalaitoksen jätevesien puhdistuksessa noudatetaan ympäristöluvassa määriteltyjä päästörajoja. Ydinvoimalan merkittävin vesistövaikutus on jäähdytysveden mukana vesistöön kulkeutuva lämpökuorma. Jäähdytysvedet eivät sisällä ravinteita tai haitallisia aineita. Jäähdytysvesien aiheuttama lämpövaikutus lisää merialueen perustuotantoa.</p>	<p>Valtioneuvoston periaatepäätös (23.11.2006) vesien suojelun tavoitteista vuoteen 2015</p>
<b>Suomen merenhoitosuunnitelma</b>	<p>Valtioneuvosto teki päätöksen merenhoitosuunnitelman ensimmäisestä osasta vuonna 2012.</p> <p>Suomen kansallisen merenhoitosuunnitelman ensivaiheessa on arvioitu meren nykytila sekä asetettu tavoitteet hyvän tilan saavuttamiseksi ja mittarit tilan seuraamiseksi. Merenhoitosuunnitelma kattaa Suomen aluevedet ja talousvyöhykkeen.</p>	<p>Tässä YVA-selostuksessa on arvioitu vaikutuksia merialueen tilaan. Arvioinnin mukaan jäähdytysvesien johtaminen heikentää merialueen tilaa paikallisesti rehevöitymisen lisäntyessä. Hankkeen puitteissa tehtävä tarkkailu palvelee myös merenhoidon seurannan tarpeita.</p>	<p>Valtioneuvoston päätös 2012</p>

Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<b>Oulujoen - lijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma</b>	Vesienhoitosuunnitelma sisältää tiedot alueen vesistöistä, niihin kohdistuvasta kuormituksesta sekä muista ihmisen aiheuttamista vaikutuksista, vesistön ekologisesta tilasta, vesienhoidon tavoitteista sekä tarvittavista vesiensuojelu- ja -hoitotoimista. Valtioneuvosto hyväksyi vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmat 10.12.2009.  Vesienhoitoalueen toimenpideohjelmassa kuvataan vesien tila ja siihen vaikuttavat tekijät sekä toimenpiteet hyvän tilan saavuttamiseksi vuoteen 2015 mennessä.	Vesienhoitosuunnitelmissa esitettävät ratkaisut on huomioitava hanketta ja toimenpiteitä koskevassa päätöksenteossa. Vesienhoitosuunnitelma on otettava huomioon lupakäsittelyssä ja lupapäätöksissä on kerrottava, miten vesienhoitosuunnitelma on päätöksessä otettu huomioon.	Valtioneuvoston hyväksymä 2009
<b>Lintuvesien suojeluohjelma</b>	Lintuvesien suojeluohjelman tavoitteena on siihen sisältyvien alueiden säilyttäminen mahdollisimman luonnonvaraisina. Tarkoituksena on, että kustakin alueesta muodostettaisiin luonnonsuojelulain mukainen suojelualue.	Lähimmät ohjelmaan kuuluvat alueet ovat Parhalahden-Syölätinlahden ja Heinikarinlammen alueet ja ne sijaitsevat muutaman kilometrin etäisyydellä hankealueesta.  Hankkeen vaikutukset näihin alueisiin arvioidaan YVA-menettelyssä.	Valtioneuvoston vahvistama 1982
<b>Luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävän käytön strategia 2006–2016</b>  (Jatkoa Suomen biologista monimuotoisuutta koskevalle kansalliselle toimintaohjelmalle 1997–2005)	Tavoitteena on pysäyttää luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen vuoteen 2010 mennessä ja vakiinnuttaa Suomen luonnon tilan suotuisa kehitys vuosien 2010–2016 kuluessa. Vuoteen 2016 mennessä on tarkoitus varautua Suomen luontoa uhkaaviin maailmanlaajuisiin ympäristömuutoksiin ja erityisesti ilmastonmuutokseen. Tavoitteena on myös vahvistaa Suomen asemaa toimijana maailmanlaajuisen luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä kansainvälisen yhteistyön keinoin.	Ydinvoimantuotannolla voidaan korvata polttoprosesseihin perustuvia energiantuotantomuotoja ja vähentää näin sähköntuotannon keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä Suomessa.  Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen energiantuotannossa auttaa torjumaan ilmastonmuutosta.	Valtioneuvoston vahvistama 2006
<b>Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma 2008–2020 (METSO)</b>  Jatkoa toimintaohjelmalle Etelä-Suomen, Oulun läänin länsiosan ja Lapin läänin lounaisosan metsien monimuotoisuuden turvaamiseksi. (METSO:n kokeiluvaihe 2003-2007)	METSO-ohjelman tavoite on metsäisten luontotyyppien ja metsälajien taantumisen pysäyttäminen ja luonnon monimuotoisuuden suotuisan kehityksen vakiinnuttaminen vuoteen 2020 mennessä.  Ohjelman kokeiluvaiheessa on pyritty kehittämään uusia yksityisten metsänomistajien vapaaehtoisuuteen perustuvia suojelukeinoja. Yksi tällainen keino oli luonnonarvokauppa, jossa metsänomistaja sitoutui korvausta vastaan suojelemaan metsäkohteen määrääjäksi.	Hanhikiven niemen alue oli METSO:n ”merestä metsäksi” -yhteistointaverkoston kokeiluhankkeen (2004–2006) mallialue. Alueella suojeltiin vuosina 2005 ja 2006 luonnonarvokaupalla noin 150 hehtaaria kymmenen vuoden määrääjäksi.	Valtioneuvoston vahvistama 2008



Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<b>Natura 2000 -verkosto</b>	<p>Natura 2000 -verkoston avulla pyritään vaalimaan luonnon monimuotoisuutta Euroopan unionin alueella ja toteuttamaan luonto- ja lintudirektiivien mukaiset suojelutavoitteet.</p> <p>Luontodirektiivin yleistavoite on saavuttaa ja säilyttää tiettyjen lajien ja luontotyyppien suojelun taso suotuisana. Lajin on pitkällä aikavälillä säilyttävä luontaisessa ympäristössään, eikä sen luontainen levinneisyysalue saa supistua. Lisäksi lajin elinympäristöjä pitää olla riittävästi turvaamaan kannan säilyminen pitkällä aikavälillä.</p> <p>Lintudirektiivin yleistavoite on ylläpitää tietyt lintukannat sellaisella tasolla, joka vastaa ekologisia, tieteellisiä ja sivistyksellisiä vaatimuksia.</p>	<p>Lähimmät Natura 2000 -alueet ovat Hanhikiven niemen eteläpuolella sijaitsevat Parhalahden-Syöläinlahden ja Heinikarinlammen alueet.</p> <p>Maakuntakaavoituksen osana vuonna 2009 on tehty näitä alueita koskeva luonnonsuojelulain tarkoittama Natura-vaikutusarvio.</p>	Valtioneuvoston vahvistama 1998

# 7

## Arviointimenetelmät, ympäristön nykytila ja arvioidut ympäristövaikutukset



## 7.1 Arvioinnin lähtökohdat

YVA-lain mukaisesti arvioinnissa on tarkasteltu noin 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

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

Arvioinnissa on painotettu erityisesti sellaisia vaikutuksia, jotka poikkeavat vuonna 2008 tehdyssä YVAssa arvioituista vaikutuksista tai joita aiemmin tehty YVA ei kata. Lisäksi on otettu huomioon sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

Vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty vuonna 2008 laadittua Fennovoiman ydinvoimalaitoksen YVAa varten tehtyjä selvityksiä, sekä kyseisen arvioinnin jälkeen valmistuneita muita ympäristöä ja hankkeen ympäristövaikutuksia koskevia selvityksiä. Aiemmin laaditussa YVA-selostuksessa arvioitiin eri sijoituspaikkavaihtoehtojen lisäksi kahta voimalaitosvaihtoehtoa. Voimalaitosvaihtoehtoina tarkasteltiin sähköteholtaan yhdestä ydinvoimalaitosyksiköstä koostuvaa 1 500–1 800 MW:n laitosta ja kahdesta ydinvoimalaitosyksiköstä koostuvaa yhteensä 2 000–2 500 MW:n suuruista laitosta. Tässä YVAssa on hyödynnetty sellaisia 1 500–1 800 MW:n laitosta varten tehtyjä selvityksiä, jotka soveltuvat päivitettyinä myös nyt arvioitavaan toteutusvaihtoehtoon.

Vuoden 2008 YVAa ja periaatepäätöstä varten sekä niiden jälkeen tehtyjä selvityksiä ovat muun muassa:

- Aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin taustaselvitys
- Maisemavaikutusten havainnekuvat
- Luonto- ja vesistöselvitykset, muun muassa:
  - Linnustonselvitykset, lintujen kevätseuranta ja syysmuutto
  - Vedenalaisen luonnon kuvaus, vedenalaisten muinaismuistojen kartoitukset, selvitys merialueen pohjajeläimistöä, kalatalous selvitys, nahkiaisen pyynti Pyhäjoella, kalojen lisääntymisaluekartoitukset, kasviplanktonitutkimukset, kalasto- ja poikastuotanto, selvitys vapaa-ajan kalastuksesta, vesistö-rakennustöiden kalatalousvaikutusarvio, meriharjusraportti
  - Selvitys merialueen vedenlaadusta, paikallisten olosuhteiden ja virtauksien huomioiminen jäähdytysvesimallinnuksessa, sedimentin haitta-aineselvitys, läjitysalue selvitys, seisminen luotaustutkimus
  - Primäärisukessiometsät; Hanhikiven alueen merkitys primäärisukessioalueena; Hanhikiven alueen asema luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä alueena; luettelo uhanalaisista lajeista ja luontotyypeistä, näiden suojelusta hankkeesta sekä suunnitelma täsmäntävistä maastokartoituksista; Natura 2000 -arviointi
  - Viitasammakkoselvitykset, lepakkoselvitys

- Muinaisjäännösten inventointi Hanhikiven niemen alueella
- Maaperä-, pohjavesi- ja seismiset tutkimukset
- Hankkeen soveltuminen valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin
- Ilmastonmuutoksen aiheuttama epävarmuus ympäristövaikutusten arvioinnissa
- Käytettyyn ydinpolttoaineeseen liittyvät riskit ja ympäristövaikutukset
- Voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen olennaiset ympäristövaikutukset.

Tässä YVA-selostuksessa esiteltyä ympäristövaikutusten arviointia varten on tehty seuraavat lisäselvitykset:

- Asukaskysely ja pienryhmähaastattelut
- Radioaktiivisten päästöjen leviämismallinnus onnettomuustilanteessa
- Melumallinnus
- Jäähdytysvesimallinnus.

Lisäksi on päivitetty aiemmassa YVAssa tehtyjä laskelmia, kuten liikennemäärälaskelmat, aluetaloudelliset vaikutukset ja nollavaihtoehdon päästöt.

Ympäristövaikutusten laajuus ja merkitys määräytyvät vaikutusten kohteen luonteesta riippuen. Osa vaikutuksista kohdistuu ainoastaan lähiympäristöön, osa voi koskettaa laajoja valtakunnallisia kokonaisuuksia.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu voimalaitosalueen sekä hankealueen ulkopuolelle ulottuvien toimintojen ympäristövaikutuksia. Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyyppille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta ja ne on kuvattu tarkemmin ympäristövaikutuksittain seuraavissa luvuissa.

Voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä, jonka odotetaan käynnistyvän vuonna 2014. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksille ja loppusijoitukselle sekä voimalaitoksen käytöstäpoistolle toteutetaan aikanaan omat YVA-menettelyt.

## 7.2 Maankäyttö ja rakennettu ympäristö

### 7.2.1 Nykytila

Hanhikiven niemi sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Pyhäjoen ja Raahen kuntien alueella. Suurin osa niemestä, mukaan lukien suunniteltu voimalaitosalue, sijaitsee Pyhäjoen kunnan alueella, mutta osa niemen koillisreunasta on Raahen kunnan alueella. Voimalaitoksen sijaintialueen karkea rajaus on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 7-1).

Hanhikiven niemellä pääasialliset maankäyttömuodot ovat metsätalous ja ulkoilu. Niemellä ei ole pysyvää asutusta. Niemen lounais-länsirannoilla on noin 20 loma-asuntoa. Niemen länsirannalle on merkitty yleinen uimaranta. Lähellä niemen kärkeä, Pyhäjoen ja Raahen kuntarajalla, sijaitsee muinaismuistokohteeksi luokiteltu Hanhikivi, suuri siirtolohkare.

**Kuva 7-1.** Voimalaitoksen sijaintialueen karkea rajaus Hanhikiven niemen alueella.



Pyhäjoen kunnan keskustaajama sijaitsee noin seitsemän kilometrin etäisyydellä niemen eteläpuolella. Parhalahden kylä sijaitsee noin viiden kilometrin päässä suunnitellulta voimalaitosalueelta. Etäisyys Raahen keskustaan on noin 20 kilometriä.

Hanhikiven niemen lähiympäristössä ei ole teollisuustoimintaa. Pyhäjoen alueella on muun muassa konepajateollisuutta. Raahen kaupungissa, noin 15 kilometrin etäisyydellä Hanhikiven niemen alueelta, Pohjanlahden rannalla on Rautaruukki Oyj:n terästehdas, Oy Polargas Ab:n ilmakeasutehtaita sekä muun muassa nestekaasun varastointia. Pyhäjoen kunnan eteläpuolella, yli 20 kilometrin etäisyydellä Hanhikiven niemen alueelta, on Suomen puolustusvoimien Lohtajan vaara-alueita.

#### 7.2.1.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin on käyty tarkemmin läpi Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaavan kaavaselostuksessa sekä Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaavan kaavaselostuksessa. Alueen kaavoituksessa on noudatettu valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita.

#### 7.2.1.2 Kaavoitus

Hanhikiven niemen alueella maankäyttöä ohjaavat Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava sekä Raahen kaupun-

gin ja Pyhäjoen kunnan ydinvoimalaitosalueen osayleis- ja asemakaavat.

#### Maakuntakaava

Hanhikiven niemen alueella on voimassa Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava. Pohjois-Pohjanmaan maakuntahallitus päätti 7.4.2008 käynnistää maakuntakaavan laatimisen Hanhikiven niemelle sijoittuvaa ydinvoimahanketta varten. Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava hyväksyttiin maakuntavaltuuston kokouksessa 22.2.2010 ja vahvistettiin ympäristöministeriössä 26.8.2010 (päättös n:o YM/2/5222/2010). Päätöksellään 21.9.2011 korkein hallinto-oikeus (KHO) hylkäsi kaksi kaavan vahvistuksesta tehtyä valitusta, ja ydinvoimamaakuntakaava on tullut kuulutusten jälkeen lainvoimaiseksi.

Hanhikiven laitosalue sisältyy kokonaisuudessaan Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaavaan (Kuva 7-2). Kaava-alueen rajaus käsittää suunnitellun ydinvoimalaitoksen ja sen ympärille määrätyn noin viiden kilometrin säteellä olevan suojavyöhykkeen sekä voimajohtolinjan yhteystarpeet nykyiseltä kantaverkon 220 kV voimajohdolta voimalaitosalueelle, 400 kV kantaverkon sähköasemaan Nivalassa ja vaihtoehtoiseen sähköasemaan Vihannin Lumimetsässä. Lisäksi kaava-alueeseen sisältyy laivaväylän varaus voimalaitosalueelle sijoittuvaan satamaan.

Pääosa Hanhikiven niemen alueesta, yhteensä noin 300 hehtaaria, on ydinvoimamaakuntakaavassa merkitty energiahuollon alueeksi (EN-yv). EN-yv-alue on varattu energiantuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita varten ja alueelle voidaan yksityiskohtaisempien kaavojen perusteella sijoittaa

yksi tai kaksi ydinvoimalaitosyksikköä sekä matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoituslaitos ydinenergialain nojalla myönnettävän rakentamisluvan mukaisesti. Lisäksi alueelle saa sijoittaa ydinvoimalan tukitoimintoja, kuten tilapäistä asumista ja vesien käsittelyyn liittyviä laitoksia ja rakenteita.

Ydinvoimamaakuntakaava ei mahdollista ydinpolttoaineen loppusijoitusta Hanhikiven alueelle, mutta alueella voidaan varastoida käytettyä ydinpolttoainetta tilapäisesti siihen saakka, kunnes se voidaan siirtää loppusijoituspaikkaan. Varastointiaika on vähintään 40 vuotta.

EN-yv-alueen rajalla sijaitsevan valtakunnallisesti merkittävän muinaismuistokohteen, Hanhikiven rajakiven, ja sen osoittaman rajalinjan (nykyinen kunnanraja) historiallisen merkityksen vuoksi niiden ympäristö tulee pitää mahdollisimman avoimena.

Ydinvoimalaitoksen suojavyöhykemerkinnällä ydinvoimamaakuntakaavassa on osoitettu noin viiden kilometrin etäisyydelle ydinvoimalaitoksesta sijoittuvan suojavyöhykkeen likimääräinen raja. Suojavyöhyke sisältää Parhalahden kylän asutuksen valtatie 8:n molemmin puolin.

Suojavyöhykkeen merkinnällä osoitetaan Säteilyturvakeskukseen ohjeen YVL 1.10 mukaista suojavyöhykettä, jolla on voimassa maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Alueelle ei saa suunnitella sijoitettavaksi uutta tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä. Suojavyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Alueen suunnittelussa tulee Säteilyturvakeskuksesta ja pelastusviranomaiselle varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.

### Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan uudistaminen, 1. vaihemaakuntakaava

Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan uudistaminen on aloitettu syksyllä 2010. Tavoiteaikataulun mukaan maakuntakaavan uudistuksen ensimmäinen vaihe tulisi maakuntavaltuuston hyväksyttäväksi syksyllä 2013.

Pohjois-Pohjanmaan 1. vaihemaakuntakaavassa (Kuva 7-3) Hanhikiven niemelle on osoitettu kolme luonnonsuojelualuetta, joita koskee suunnittelumääräys: alueen ja sen ympäristön maankäyttö tulee suunnitella ja toteuttaa siten, ettei vaaranneta alueen suojelun tarkoitusta, vaan pyritään edistämään alueen luonnon monimuotoisuuden sekä alueiden välisten ekologisten yhteyksien säilymistä. Rakennuslupahakemuksesta tulee pyytää MRL 133 § mukainen elinkeino- liikenne ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) lausunto.

Hanhikiven niemien etelä- ja pohjoisrannoille sijoittuu maisemakallioalueita (ge-1). Merkinnällä osoitetaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat geologiset muodostumat. Suunnittelumääräyksen mukaan alueen maankäyttö tulee suunnitella niin, ettei maisemakuvaan turmella, luonnon merkittäviä kauneusarvoja tai erikoisia luonnonesiintymiä tuhoeta, eikä luonnonoloissa aiheuteta huomattavia tai laajalle ulottuvia vahingollisia muutoksia.

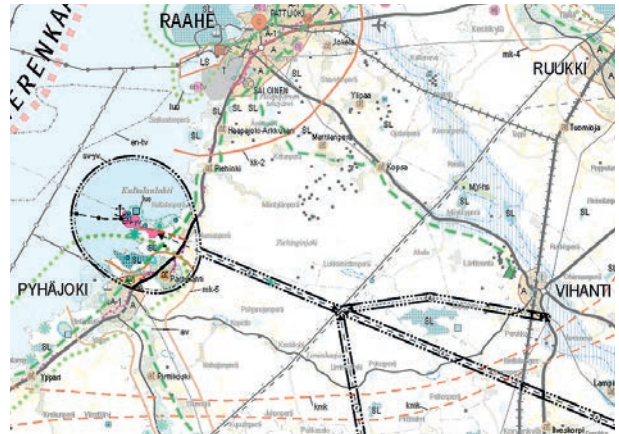
Pyhäjoen ja Raahen rajan tuntumaan, Pyhäjoen kunnan puolelle on osoitettu ohjeellinen päävoimajohto 400 kV ja sen eteläpuolelle on osoitettu ohjeellinen päävoimajohto 110 kV.

Valtatien 8 varteen on osoitettu kevyen liikenteen yhteistarve.

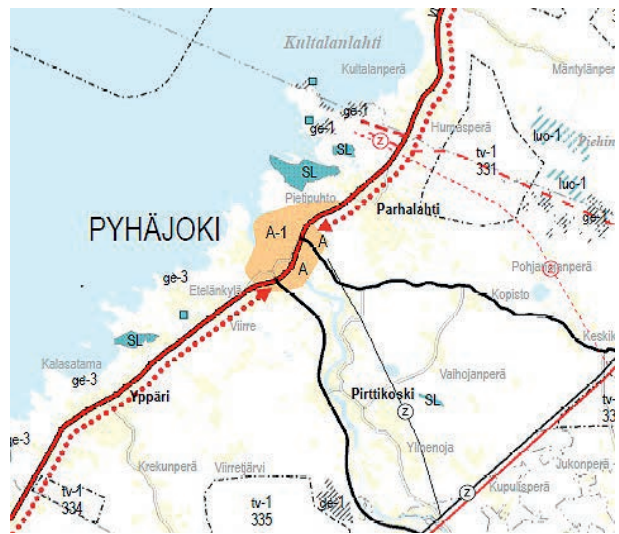
### Yleiskaavat

Hanhikiven niemien alueella on voimassa Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaavat Pyhäjoen ja Raahen alueella. Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaava on hyväksytty Pyhäjoen kunnanvaltuustossa 27.10.2010 ja Raahen kaupunginvaltuustossa 15.11.2010. Kaavat ovat tulleet lainvoimaisiksi kuulutusten jälkeen kesällä 2013.

Osayleiskaavassa (Kuva 7-4) Hanhikiven niemelle on osoitettu aluevaraukset ydinvoimalaitosta (EN-1) ja sen tarvitsemia tuki- ja huoltotoimintojen alueita (EN-2) varten. Kaavaan on varattu myös alue työpaikkatoimintojen (TP-1) sijoittamista varten. Valtatieltä 8 voimalaitosalueelle johtavan Hanhikiven yhdystien varteen on kaavalla osoitettu alueita, jotka säilytetään maa- ja metsätalouskäytössä (M-1). Osa energiahuollon alueen rantavyöhykettä ja vesialuetta noin 200



Kuva 7-2. Hanhikiven niemien alue Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaavassa (2010).



Kuva 7-3. Hanhikiven niemien alue Pohjois-Pohjanmaan 1. vaihemaakuntakaavassa (kaavaehdotusvaihe).

metrin etäisyydeltä rannasta on osoitettu merkinnällä (W-1) alueeksi, jota voi käyttää voimalaitoksen tarkoituksiin ja jolle voidaan rakentaa voimalaitoksen tarvitsemia laitureita ynnä muita rakennelmia ja laitteita vesilain säännösten puitteissa. Myös alueen luonnonsuojelualueet (SL, SL-1, SL-2) ja varatut suojaviheralueet (EV, EV-1) on osoitettu osayleiskaavassa.

Osayleiskaavan yleismääräyksen mukaisesti kaava-alue sisältyy ydinvoimalaitoksen suojavyöhykkeeseen.

### Asemakaavat

Hanhikiven alueella on voimassa Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavat Pyhäjoen ja Raahen alueella. Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaava on hyväksytty Pyhäjoen kunnanvaltuustossa 27.10.2010 ja Raahen kaupunginvaltuustossa 15.11.2010. Kaavat ovat tulleet lainvoimaisiksi kuulutusten jälkeen kesällä 2013.

Pyhäjoen ydinvoimalaitosalueen asemakaavassa (Kuva 7-5) on osoitettu energiahuollon alue, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksen. Asemakaavassa on osoitettu voimalaitoksen vaatimia muita tarpeellisia toimintoja: tilapäiseen asumiseen tarkoitettu asuinalue, muut tukitoimintojen alueet sekä tarvittavat liikennealueet ja muun muassa ohjeellinen laivaväylä. Asemakaavassa on myös osoitettu luonnonsuojelualueet ja suojeltava muinaismuistomerkki Hanhikivi. Näille alueille kulku on osoitettu maa- ja metsätalousalueiden kautta.

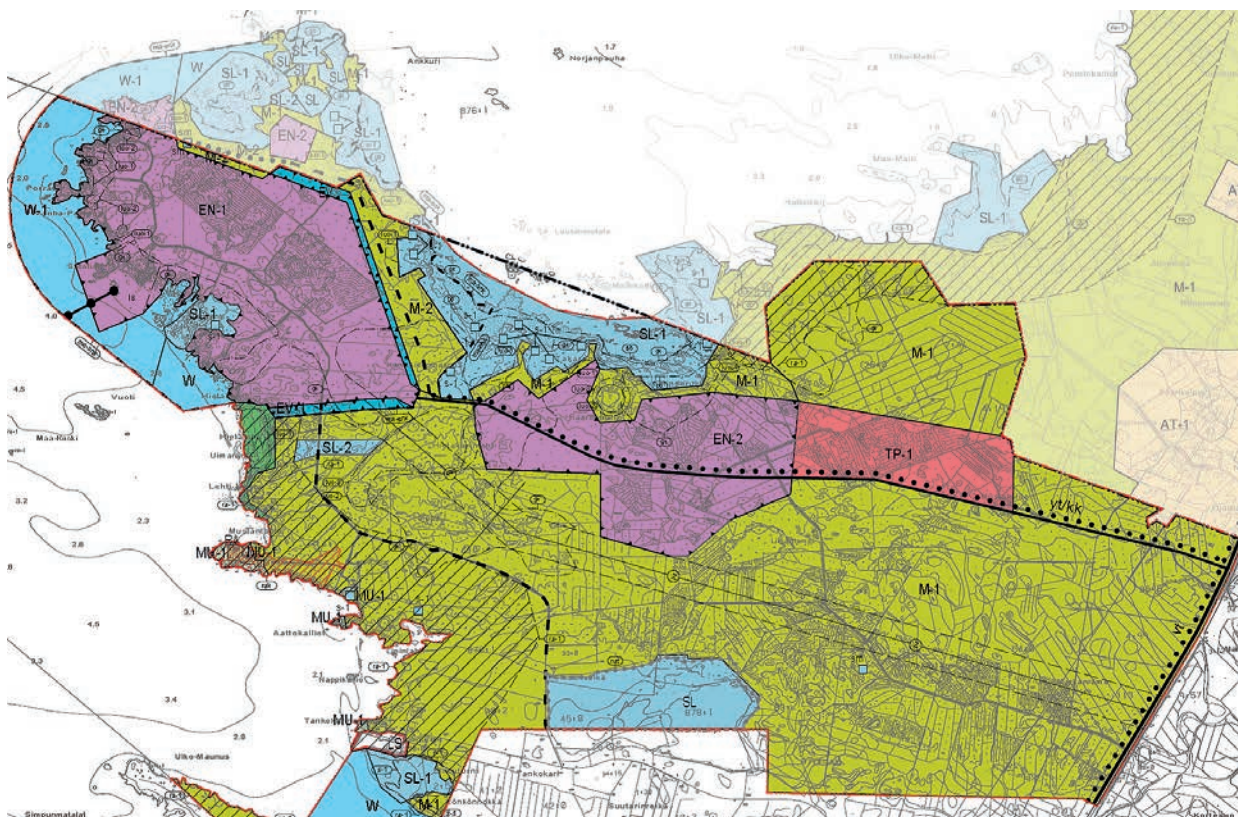
Koko Hanhikiven niemen kärki on suurelta osin varattu

energiahuollon korttelialueeksi kahdella aluevarauksella (EN-1 ja EN-2). EN-1-alueelle voidaan rakentaa energiantuotantoon tarkoitettu ydinvoimalaitos, jossa on yksi tai kaksi ydinvoimalaitosyksikköä. Alueelle voidaan rakentaa käytetyn polttoaineen tilapäisiä varastotiloja sekä matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoitustiloja. Loppusijoitustilat käsittävät maanalaiset loppusijoitustilat (VLJ-luolat) ja niihin johtavat sisäänkäyntirakennukset ja -rakennelmat sekä kapselointilaitoksia ja niihin liittyviä aputiloja. Alueella on sallittua myös varastoida tilapäisesti käytettyä ydinpolttoainetta.

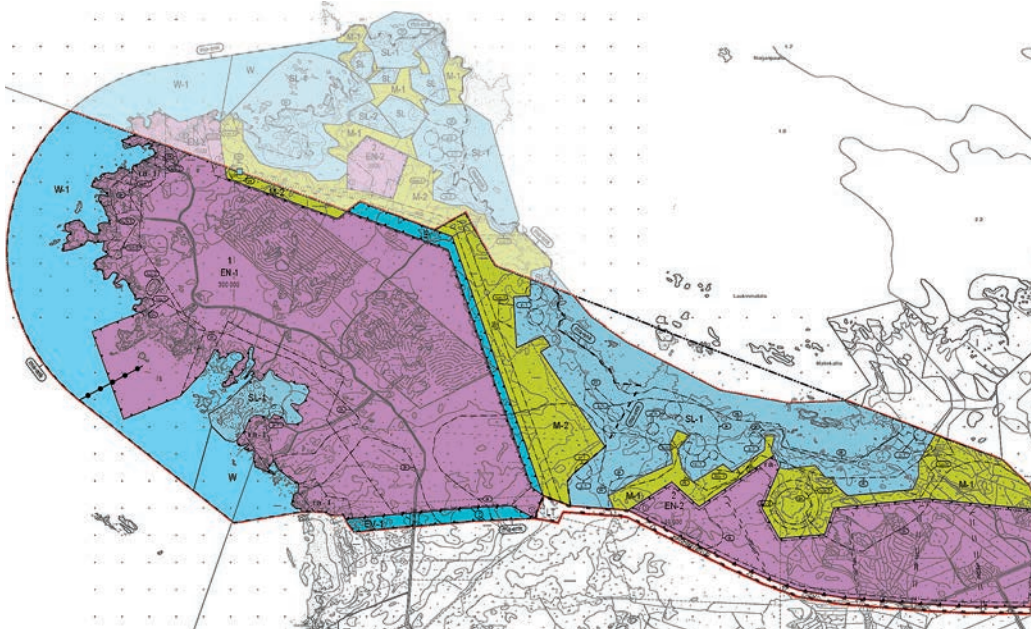
Vesialue, jota voidaan käyttää voimalaitoksen tarkoituksiin ja jolle voidaan erityisalueiden kohdalla rakentaa voimalaitoksen tarvitsemia laitureita ynnä muita rakennelmia ja laitteita vesilain säännösten puitteissa, on osoitettu merkinnällä W-1 ja muu vesialue merkinnällä W.

Rakennusoikeutta asemakaavassa on EN-1-alueelle osoitettu yhteensä 300 000 kerrosneliometriä ja EN-2-alueelle 96 000 kerrosneliometriä.

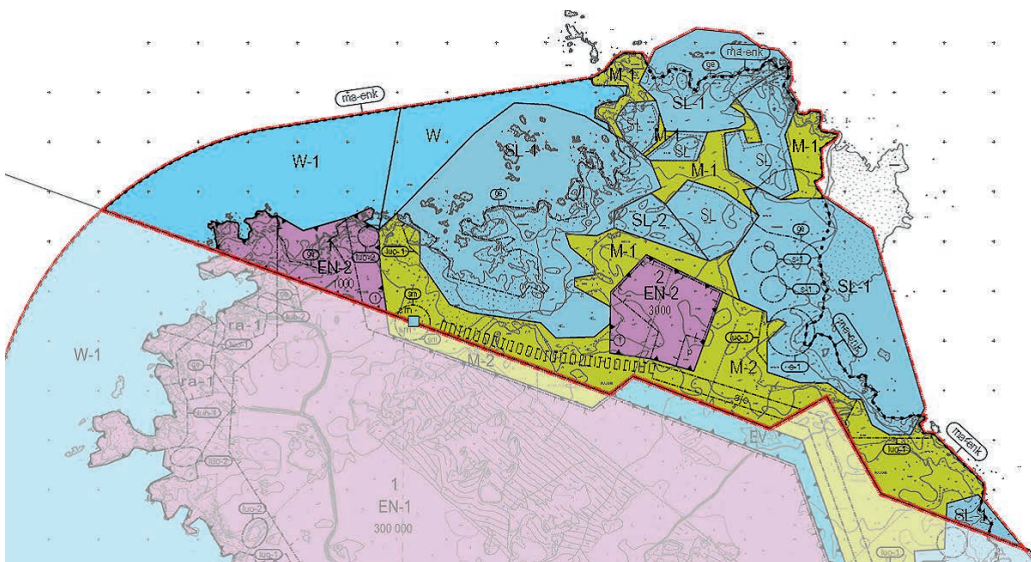
Raahen ydinvoimalaitosalueen asemakaavassa (Kuva 7-6) on osoitettu korttelialueet, joille saa rakentaa ydinvoimalaitoksen tukitoimintoja sekä rakentamiseen ja huoltoon liittyvää asumista ynnä muita toimintoja (EN-2). Asemakaavassa on myös osoitettu luonnonsuojelualueet ja suojeltava Hanhikivi. Näille alueille kulku on osoitettu ohjeellisella ajoyhteydellä maa- ja metsätalousalueiden kautta. Vesialueesta osa, jota voidaan käyttää voimalaitoksen tarkoituksiin ja jolle



**Kuva 7-4.** Ote Pyhäjoen Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaavasta (2010). Raahen puolen ydinvoimalaitosalueen osayleiskaavaa näkyy kuvassa himmennettynä.



**Kuva 7-5.** Pyhäjoen Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaava-alue (2010).



**Kuva 7-6.** Raahen Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaava-alue (2010).

voidaan erityisalueiden kohdalla rakentaa voimalaitoksen tarvitsemia laitureita ynnä muita rakennelmia ja laitteita vesilain säännösten puitteissa, on osoitettu merkinnällä W-1.

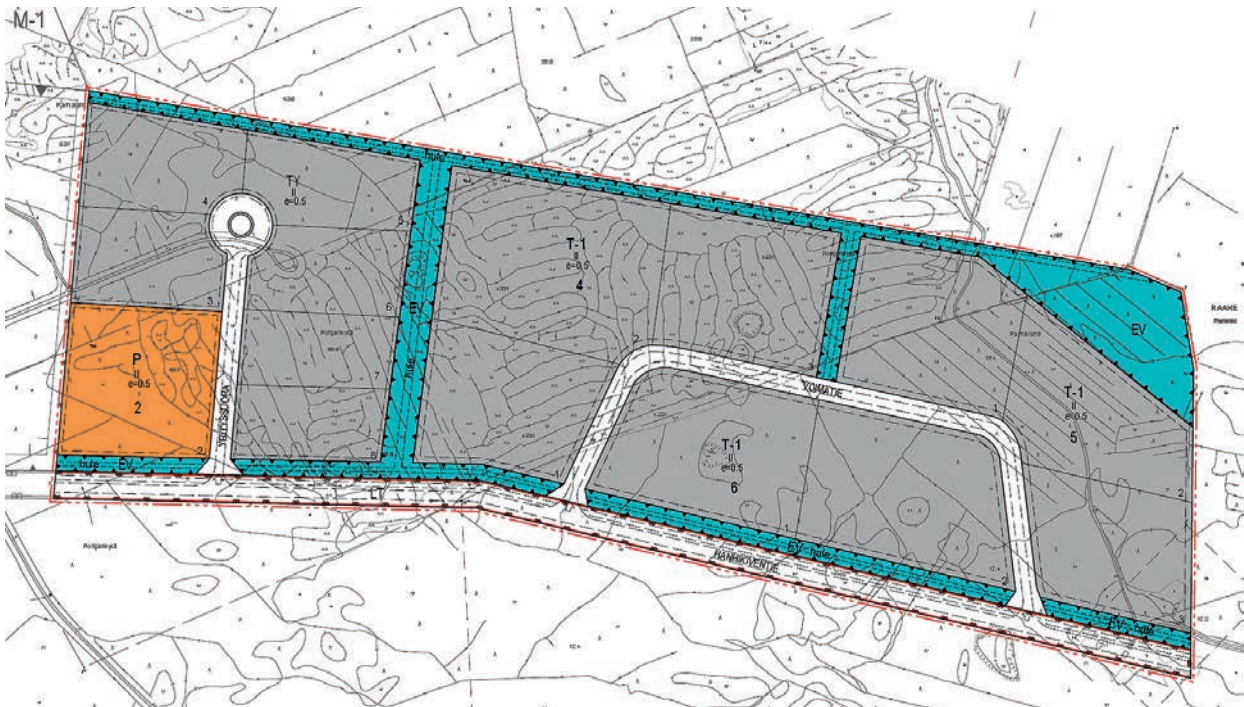
Rakennusoikeutta asemakaavassa on EN-2-alueille osoitettu yhteensä 4 000 kerrosneliometriä.

Ydinvoimalaitosalueen asemakaavojen lisäksi Hanhikiven niemen alueelle on laadittu erillinen asemakaava työpaikkatoimintojen alueelle, joka sijaitsee valtatieltä 8 voimalaitosalueelle johtavan Hanhikiven yhdyntien varrella. Työpaikka-alue kuuluu ydinvoimaosayleiskaavan alueeseen.

Työpaikka-alueen asemakaava (Kuva 7-7), nimeltään Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavan laajennus kortteleissa 2, 4, 5 ja 6, on hyväksytty Pyhäjoen kunnanvaltuustossa 22.5.2013. Päätöksestä on valitettu Oulun hallinto-oikeuteen.

Työpaikka-alueen asemakaavassa on muodostettu työpaikka- ja teollisuustoiminnoille osoitettuja korttelialueita Hanhikiven ydinvoimala-alueen välittömään läheisyyteen. Kaavassa on osoitettu alueita palvelurakennusten korttelialueita (P) ja teollisuus- ja varastoalueita (T-1 ja TY) varten. Lisäksi on osoitettu tarvittavat liikennealueet ja suojaviheralueet (EV). Asemakaava-alueen rakennusoikeus on osoitettu tehokkuusluvulla (e) eli kerrosalan suhteella tontin tai rakennuspaikan pinta-alaan.

Lisäksi kaavoitustyö Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavan laajennus kortteleissa 3 on aloitettu (Kuva 7-8, alue 4). Alue sijoittuu valtatieltä 8 ydinvoimalaitosalueelle vievän yhdyntien varteen sen eteläpuolelle. Pohjoispuoleltaan asemakaavan laajennusalue rajautuu Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavaan.



Kuva 7-7. Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavan laajennus korttelissa 2,4,5 ja 6 (2013).

Asemakaavan tavoitteena on sijoittaa Hanhikiven ydinvoimala-alueen välittömään läheisyyteen ydinvoimalaitoksen tukitoimintoja sekä rakentamiseen ja huoltoon liittyviä toimintoja. Kaavassa huomioidaan mahdolliset uudet voimajohtolinjaukset.

Pyhäjoen kunnanhallitus päätti kaavoitushankkeen käynnistymisestä 27.3.2013. Kortteli 3 on ydinvoimaosayleiskaava-alue. Kaavan luonnos oli nähtävillä kesällä 2013.

## 7.2.2 Arviointimenetelmät

YVA-selostuksessa on arvioitu asiantuntija-arviona hankkeen vaikutuksia sekä alueen nykyiseen että suunnitel-

tuun maankäyttöön. Vaikutuksia on tarkasteltu sekä seudullisesti, kuntatasolla että paikallisesti. Lisäksi on kuvattu hankkeen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin. Lähtötietoina on käytetty pohjakartta-aineistoja, olemassa olevia selvityksiä sekä voimassa ja vireillä olevia kaavoja.

Välittömien maankäyttövaikutusten vaikutusalue käsittää Hanhikiven niemen. Välillisiä vaikutuksia alue- ja yhdyskuntarakenteeseen on arvioitu kuntatasolla Pyhäjoen ja Raahan maankäytön lähtökohtien muutosten kautta sekä maakuntatasolla osana Pohjois-Pohjanmaan aluerakennetta. Kuntatason maankäytön muutosten vaikutusalue ulottuu käytännössä Hanhikiven niemen ympäristön lisäksi lähei-

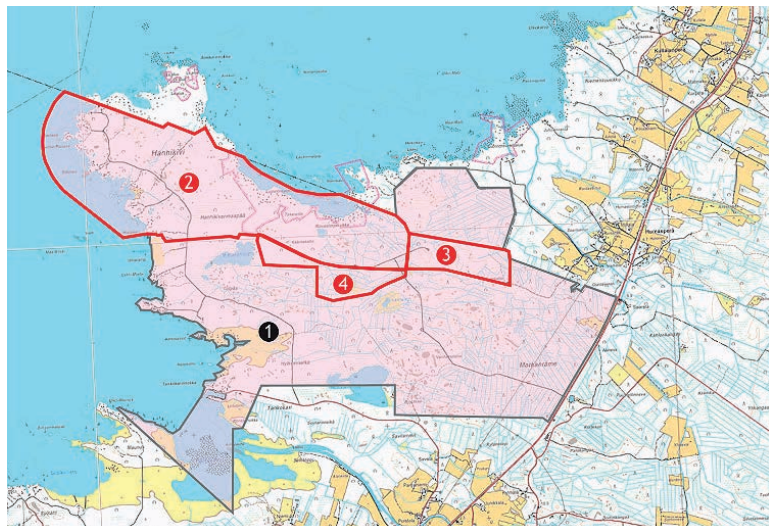
**Kuva 7-8.** Yhdistelmä Pyhäjoen Hanhikiven niemen alueen osayleiskaavasta ja asemakaavoista: kaava-alueiden sijainti.

**Alue 1:** Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaava (hyväksytty 27.10.2010). Osayleiskaava kattaa kuvassa koko vaaleanpunaisella värillä merkityn alueen.

**Alue 2:** Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaava (hyväksytty 27.10.2010).

**Alue 3:** Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavan laajennus kortteleissa 2, 4, 5 ja 6 (hyväksytty 22.5.2013).

**Alue 4:** Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen asemakaavan laajennus korttelissa 3 (vireille 27.3.2013).





sille kyläalueille, Pyhäjoen kunnan keskustajamaan sekä Raahen puolella keskustan eteläosiin. Aluerakenteen muutoksia on arvioitu Raahen seudulla.

### 7.2.3 Rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen sijoituspaikan aluetta koskevista voimassa olevista kaavoista on osoitettu ydinvoimalaitosta varten tarvittavat aluevaraukset. Hanhikiven niemen alueella hankkeen toteuttamisen edellyttämät kaavat on laadittu kaikilla kaavatasoilla maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisin menettelyin. Maakuntakaavan laatimisesta on vastannut Pohjois-Pohjanmaan liitto. Yleiskaavojen ja asemakaavojen laadinnasta ovat vastanneet Pyhäjoen kunta ja Raahen kaupunki. Kaavat ovat lainvoimaisia kaikilla kolmella kaavatasolla. Kaavat mahdollistavat hankkeen mukaisen ydinvoimalaitoksen toteuttamisen Hanhikiven niemellä eikä hankkeen toteuttaminen vaadi muutoksia nykyisiin kaavoihin.

Laitoksen rakentaminen muuttaa maankäyttöä sekä varsinaisella laitosalueella, että sen ympäristössä. Varsinainen laitosalue rakennetaan ja aidataan, jolloin kulkureitit niemellä muuttuvat. Valtaosalla niemestä maan käyttötarkoitus muuttuu. Varsinainen laitosalue on tällä hetkellä pääosin metsätalouskäytössä. Osa lounais- ja länsirannan loma-asutuksesta poistuu, eikä länsi- ja lounaisrantaa voi enää käyttää virkistystarkoituksiin. Sen sijaan pohjoista ja koillista kohti suuntautuneilla rannoilla, jotka ovat sekä luonnonsuojelluksella että virkistykseen kannalta merkittäviä, maankäyttö säilyy pääosin nykyisellään. Alue on asemakaavassa osoitettu maa- ja metsätalousalueeksi. Pääsy rauhoitetulle muinaisjäännealueelle, Hanhikivelle, lähelle niemen kärkeä, on edelleen mahdollista maa- ja metsätalousalueen kautta. Asemakaavassa alueelle on osoitettu myös uusi, ohjeellinen tieyhteys. Ydinvoimalaitokselle suunniteltu uusi tieyhteys ei aiheuta merkittäviä maankäyttöisiä muutoksia alueella.

Kuntien yhdyskuntarakenteeseen laitoksen rakentaminen vaikuttaa rajoittamalla maankäyttöä laitoksen suojavyöhykkeellä sekä mahdollistamalla uutta rakentamista taajamissa ja kylissä sekä tieyhteyksien varrella. Suojavyöhykkeeseen kuuluvalla alueella ei saa suunnitella sijoitettavaksi uutta tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä tai sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Loma-asutuksen tai vapaa-ajan toiminnan sijoittamista suunniteltaessa alueelle tulee varmistua, etteivät edellytykset asianmukaiselle pelastustoiminnalle vaarannu. Suojavyöhykkeen tarkempi raja on määritelty ydinvoimamaakuntakaavassa. Suojavyöhykkeen ulkopuolella ydinvoimalaitos ei rajoita maankäyttöä. Laitoksen rakentaminen muuttaa maankäytön lähtökohtia suojavyöhykkeen ulkopuolella, erityisesti Raahen ja Pyhäjoen kylissä ja taajamissa tarjoamalla uusia maankäyttömahdollisuuksia työpaikka- ja asuinalueiden sekä palvelujen rakentamiseen.

Raahen seudun merkitys vahvana teollisuusseutukuntana vahvistuu, mikä lisää seudun kiinnostavuutta yritystoiminnan kannalta. Tästä johtuen hanke voi lisätä tarvetta suunnitella uusia työpaikka- ja asuinalueita ja kehittää nykyistä maankäyttöä.

## 7.3 Päästöt ilmaan

### 7.3.1 Nykytila

Perämeren alueella talvi on pitkä ja lämpötila on suhteellisen alhainen suurimman osan vuodesta. Perämeren sijainti suuren mantereen länsiosassa ja toisaalta lähellä Atlantin valtameren saa aikaan sen, että ilmasto vaihtelee meri- ja mannerilmaston välillä vallitsevista tuulista riippuen.

Oulun lentoaseman mittauspisteessä vuoden keskimääräinen lämpötila oli 2,4 °C vuosina 1981–2010. Sademäärä oli keskimäärin 477 millimetriä vuodessa. (*Ilmatieteen laitos 2012*) Pyhäjoen alueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta (*Tuuliatlas 2012*).

Pyhäjoen kunnan alueella ei ole ilmanlaadun kannalta merkittävää teollisuutta, eikä ilmanlaatua tarkkailla mittauksin. Lähin ilmanlaadun seuranta on Raahen kaupungin alueella. Raahen kaupunki seuraa teollisuuden ja liikenteen vaikutusta ilmanlaatuun laajan seurantaohjelman avulla. Raahen ilmanlaatu oli vuonna 2012 pääosin hyvä (*Ramboll 2013*).

Hanhikiven niemen alueella ilmanlaadun voidaan arvioida olevan hyvä, koska lähiympäristössä ei ole merkittävää päästöjä aiheuttavaa toimintaa.

Ympäristön säteilytasoja seurataan Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla sekä Säteilyturvakeskuksen toimesta eri mittauspisteissä Suomessa. Hanhikiven niemellä lähin Säteilyturvakeskuksen mittauspiste on Raahessa, jossa ulkoisen säteilyn annosnopeus on Suomen keskitasoa.

### 7.3.2 Arviointimenetelmät

Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset on arvioitu asiantuntija-arvioina vertaamalla voimalaitoksen alustavia laitos tietoja olemassa olevien suomalaisten ydinvoimalaitosten päästöarvoihin sekä toteutuneisiin päästöihin.

Muiden päästöjen, kuten varavoiman tuotannon päästöjen, kuljetusten päästöjen ja rakentamisvaiheessa syntyvän pölyn vaikutukset ilmanlaatuun on arvioitu syntyvien päästö-  
määrien ja ilmanlaadun nykytilan perusteella.

### 7.3.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

#### 7.3.3.1 Radioaktiiviset päästöt ilmaan

Rakentamisen aikana ei synny radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan, sillä radioaktiivista ydinpolttoainetta ei ole laitosalueella ennen ydinreaktorin käynnistämistä. Tuore ydinpolttoaine ei ole merkittävästi radioaktiivista eikä sen varastointiin tarvita säteilysuojelutoimenpiteitä.

### 7.3.3.2 Muut päästöt ilmaan

Maanrakennustyöt, liikenne työmaalla ja eräät toiminnot, kuten kivenmurskaus, aiheuttavat pölyämistä ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikana. Pölyn lähteet ovat yleensä matalalla, jolloin pöly ei pääse leviämään kauas ja sen vaikutus ilmanlaatuun rajoittuu lähinnä työmaa-alueelle.

Ydinvoimalaitoksen kuljetusten ja työmatkaliikenteen päästöt sekä niiden laskentaperusteet on esitetty luvussa 3. Taulukossa 7-1 on verrattu alueen liikennepäästöennusteita ydinvoimalaitoshankkeen arvioituihin liikennepäästöihin. Tarkasteluun on valittu Pyhäjoen ja Raahen alueiden päästöt, koska ydinvoimalaitoksen liikenteen on arvioitu pääosin kulkevan näiden kuntien alueella. Taulukossa on esitetty Pyhäjoen ja Raahen alueen kokonaisliikennepäästöennusteet vuonna 2020, jolloin ydinvoimalaitoksen rakentamisessa on käynnissä vilkkain vaihe ja liikennemäärät ovat suurimmillaan, sekä arvioidut liikennepäästöt vuonna 2025, jolloin ydinvoimalaitoksen käyttövaihe on alkanut. Lisäksi on esitetty vertailuna ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaiset liikenteen keskimääräiset päästöt.

Liikenteen päästöt lisääntyvät selvästi ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheessa, erityisesti rakentamisen vilkkaimpana aikana. Hiilimonoksidipäästöt (CO) lisääntyvät noin 20 prosenttia, typenoksidipäästöt (NO<sub>x</sub>) ja hiilidioksidipäästöt noin 15 prosenttia sekä pienhiukkaspäästöt (PM) ja rikkidioksidipäästöt (SO<sub>2</sub>) noin 10 prosenttia verrattuna alueen kokonaisliikennepäästöarvioihin vuonna 2020. Pakokaasupäästöjen lisäksi liikenne nostaa ilmaan katupölyä erityisesti keväisin.

Muina rakennusvuosina liikennemäärät ja liikenteen päästöt ovat vähäisempiä. Liikenteen päästöjen vaikutukset ovat hyvin paikallisia ja niiden vaikutus ilmanlaatuun riippuu päästömäärien lisäksi käytetyistä liikennereiteistä. Liikenteen aiheuttamat epäpuhtauspitoisuudet alenevat, kun etäisyys tienreunasta kasvaa. Päästöjen vaikutus ihmisten terveyteen riippuu siten muun muassa asutuksen sijainnista teihin nähden. Ydinvoimalaitoksen liikenne kulkee enimmäkseen pitkin valtateitä, joiden varrella sijaitseva asutus on pääosin niin etäällä tiestä, että epäpuhtauspitoisuuksien kasvu ei ole merkittävää. Hanhikiven niemelle rakennettavalla uudella tiellä lähin asuinrakennus sijaitsee noin 300 metrin etäisyydellä tiestä ja muu asutus noin 0,5–1 kilometrin etäisyydellä. Koska alueen nykyisen ilmanlaadun arvioidaan olevan hyvä ja

rakentamisen vilkkain liikennöinti kestää vain rajallisen ajan, ei rakentamisajan liikenteen päästöillä arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia alueen ilmanlaatuun ja ihmisten terveyteen.

Liikenteen aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää asettamalla ydinvoimalaitoksen rakennettavan tien nopeusrajoitus riittävän alhaiseksi. Pölyämistä voidaan vähentää esimerkiksi tien asfaltoinnilla.

### 7.3.4 Käytön aikaiset vaikutukset

#### 7.3.4.1 Radioaktiiviset päästöt ilmaan

Kevytvesireaktoreiden päästöt ilmaan koostuvat lähinnä jalokaasuista, kaasumaisista aktivoitumistuotteista, halogeenista sekä aerosoleista. Suurin osa ympäristöön pääsevistä radionuklideista on lyhytikäisiä ja niitä havaitaan vain satunnaisesti aivan voimalaitoksen lähiympäristössä.

Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa päästöjen minimoimiseksi. Kaasumaiset radioaktiiviset aineet kerätään, suodatetaan ja viivästetään radioaktiivisuuden alentamiseksi. Pieniä määriä radioaktiivisia aineita sisältävät kaasut johdetaan hallitusti poistoilmapiipun kautta ilmaan ja päästöt mitataan, jotta varmistutaan, että ne ylittävät asetettuja päästörajoja. Jäljelle jäävät päästöt laimentuvat tehokkaasti ympäröivään ilmakehään. Tämän seurauksena voimalaitosten ympäristöön ei kerry radioaktiivisia aineita kuin aivan pieniä pitoisuuksia, joita voidaan havaita ainoastaan herkällä mittausmenetelmällä (STUK 2013l).

Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt ylittävät kaikki sille asetetut päästörajoja. Lisäksi Fennovoima tulee määrittämään ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat. Päästöjen vähentämismahdollisuuksia myös selvitetään systemaattisesti jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti. Tiukat päästörajoja ja päästöjen valvonta takaavat, että nykyaikaisten ydinvoimalaitosten päästöt ovat hyvin pieniä ja niiden säteilyvaikutus ympäristössä on erittäin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Esimerkiksi suomalaisten jo olemassa olevien ydinvoimalaitosten päästöt ovat olleet alle prosentin niille asetetuista päästörajoista.

Taulukossa 7-2 on esitetty alustava arvio ydinvoimalai-

**Taulukko 7-1.** Ydinvoimalaitoksen keskimääräiset liikennepäästöt ja lähialueiden kokonaisliikennepäästöt vuosina 2020 ja 2025 (tonnia vuodessa).

	CO	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
<b>Rakentamisen vilkkain vaihe 2020</b>					
Pyhäjoen alueen liikenteen päästöt	126	34	2	0,1	11 904
Raahen alueen liikenteen päästöt	426	101	5	0,3	40 475
Hankkeen aiheuttama lisäys	111	20	0,5	0,04	6 730
<b>Käyttövaihe 2025</b>					
Pyhäjoen alueen liikenteen päästöt	111	29	1	0,1	11 854
Raahen alueen liikenteen päästöt	375	87	4	0,3	40 305
Hankkeen aiheuttama lisäys	19	4	0,1	0,01	1 219

toksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden maksimipäästöistä ilmaan normaalikäytössä. Arvio perustuu AES-2006-ydinvoimalaitostyyppin alustaviin laitostietoihin. Fennovoiman tavoite on, että kaikki päästöt ovat korkeintaan Suomessa tällä hetkellä käynnissä olevien ydinvoimalaitosten tasolla. Sekä suunnittelulla että käytön aikaisilla toimilla voidaan vaikuttaa päästöjen määrään vähentävästi.

Alustavasti arvioidut radioaktiivisten aineiden päästöt ovat suuremmat kuin nykyisin käynnissä olevissa suomalaisissa voimalaitoksissa, mutta alittavat silti asetetut päästöraajat moninkertaisesti. Päästöjen aiheuttama säteilyaltistus ympäristössä on erittäin pieni, sillä näillä päästöarvoilla säteilyannos jää selkeästi alle valtioneuvoston asetuksessa (VNA 717/2013) säädetyn raja-arvon, jonka mukaan ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä saa aiheutua yksittäiselle ympäristön asukkaalle korkeintaan 0,1 millisievertin säteilyannos vuodessa. Esimerkiksi suomalaisen keskimääräinen säteilyannos vuodessa on 3,7 millisievertiä (luku 4.6).

Taulukossa 7-2 on lisäksi esitetty vertailuna Suomessa käytössä olevien ydinvoimalaitosten vuotuiset radioaktiiviset päästöt ilmaan keskiarvona vuosilta 2008–2012. Päästöraajat on määritetty jodille ja jalokaasuille laitospaikkakohtaisesti. Tritium-, hiili-14- ja aerosolipäästöjen määrät ovat teoreettisella maksimitasollaankin niin alhaisia, että niille ei ole ollut tarpeen asettaa erillisiä päästörajoja. Radioaktiivisten päästöjen vaikutukset vesistöön on käsitelty luvussa 7.4.

#### 7.3.4.2 Muut päästöt ilmaan

##### Kuljetusten päästöjen vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen kuljetusten sekä työmatkaliikenteen päästöt ja niiden laskentaperusteet on esitetty luvussa 3. Edellä esitettyssä taulukossa 7-1 on verrattu alueen liikennepäästöennusteita ydinvoimalaitoshankkeen arvioituihin liikennepäästöihin. Käyttövaiheessa hankkeesta syntyviä liikennepäästöjä on verrattu alueen kokonaisliikenteen päästöennusteeseen vuonna 2025, jolloin ydinvoimalaitoksen käyttövaihe on alkanut.

Liikenteen päästöjen lisäys muun liikenteen päästöihin verrattuna ydinvoimalaitoksen käyttövaiheen aikana on

melko vähäinen. Hiilimonoksidi (CO), typen oksidit (NO<sub>x</sub>), pienhiukkaset (PM) ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) lisääntyvät ydinvoimalaitoksen liikenteen vuoksi alle viisi prosenttia verrattuna alueen kokonaisliikennepäästöennusteeseen vuonna 2025. Päästöjen lisäyksellä ei arvioida olevan merkittäviä haitallisia vaikutuksia alueen ilmanlaatuun.

##### Varavoiman ja varalämmön tuotannon päästöjen vaikutukset

Voimalaitoksen muut päästöt, eli varavoiman ja varalämmön tuotannon päästöt, on esitetty luvussa 3. Päästömäärät ovat hyvin pieniä, eikä niillä ole merkittävää vaikutusta alueen ilmanlaatuun.

## 7.4 Vesistöt ja kalatalous

### 7.4.1 Nykytila

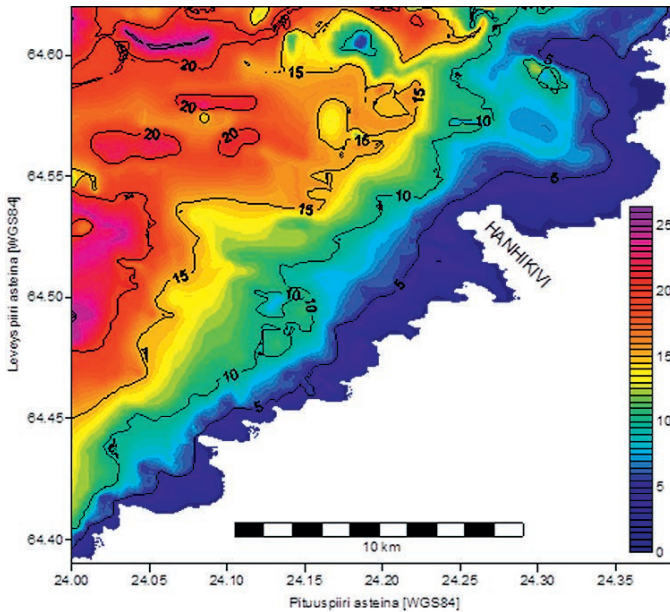
#### 7.4.1.1 Yleiskuvaus

Rannikko on Hanhikiven niemen kohdalla hyvin avoin ja veden vaihtuvuus näin ollen tehokasta. Hanhikiven niemen lähialueella on vain muutamia pieniä saaria ja luotoja. Niemen rantavyöhyke on hyvin matalaa ja karikkoista. Erityisesti niemen itäpuolelle jäävä Kultalanlahti on matalaa, noin kilometrin etäisyydelle rannasta vain noin metrin syvistä vesialuetta. Kohteella tehtyjen luotausten perusteella suunnitellun satama-altaan ja aallonmurtaajien alueella vesisyvyys on 0–3,7 metriä. Jäähdytysveden purkurakenteiden edustalla meren vesisyvyys on noin 0,3 metriä. Hanhikiven niemen rannat syvenevät hitaasti avomerta kohti aluksi noin yhden metrin 100 metrin matkalla (Kuva 7-9). Niemen luoteiskärjeltä avomeren suuntaan mentäessä ranta syvenee nopeammin. 10 metrin vesisyvyys saavutetaan noin kilometrin päässä luoteiskärjestä. Yli 20 metrin syvänteitä löytyy vasta 10 kilometrin päässä Hanhikiven niemen länsipuolella. Suunnitellulla meriläjäytysalueella vesisyvyudet ovat noin 15–25 metriä.

Merkittävin Hanhikiven niemen lähialueelle laskevista joista on Pyhäjoki, joka laskee noin kuuden kilomet-

**Taulukko 7-2.** Alustava arvio 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden maksimipäästöistä ilmaan normaalikäytössä. Lisäksi on esitetty Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten päästöraajat ja toteutuneet vuotuiset radioaktiiviset päästöt ilmaan keskiarvona vuosilta 2008–2012.

Radioaktiiviset päästöt	Arvio 1 200 MW laitoksen päästöistä (GBq/v)	Loviisa 1 ja 2 2 x 496 MW (PWR)		Olkiluoto 1 ja 2 2 x 880 MW (BWR)	
		Päästöraajat (GBq/v)	Toteutuneet päästöt (GBq/v)	Päästöraajat (GBq/v)	Toteutuneet päästöt (GBq/v)
Jodit (I-131-ekv.)	0,49	220	0,015	103	0,023
Jalokaasut	46 000	14 000 000	6 200	9 420 000	600
Tritium	3 900	-	280	-	320
Hiili-14	300	-	300	-	820
Aerosolit	0,051	-	0,1	-	0,017

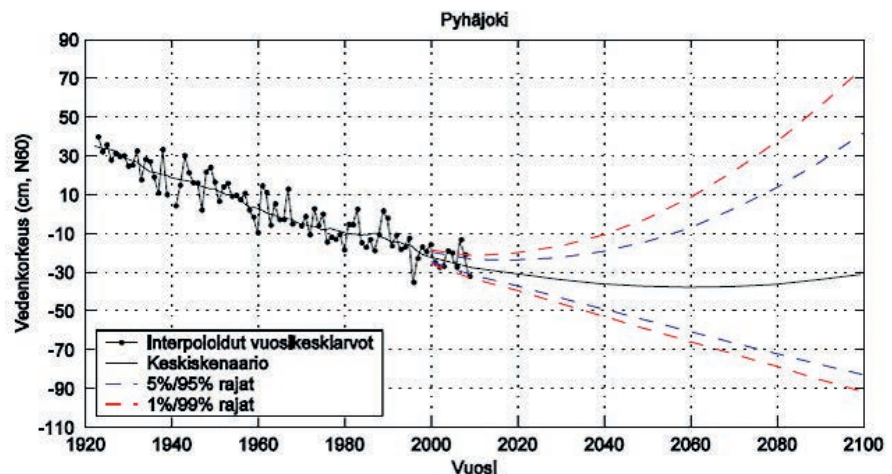


**Kuva 7-9.** Syvyysuhteet Hanhikiven ympäristössä. Syvyys-tiedot ovat Coherens-mallista, jossa on yhdistetty merikorttiaineisto ja Hanhikiven läheisyydessä tehdyt tarkkuusluotaukset. Väreinä kuvatut syvyydet on esitetty metreinä kuvan oikeanpuoleisessa selitteessä. (VitusLab 2012)

rin päähän Hanhikiven niemien lounaispuolelle. Pyhäjoen keskivirtaama on noin 30 kuutiometriä sekunnissa ( $m^3/s$ ). Hanhikiven niemien koillispuolelle ei laske merkittäviä jokivesistöjä, joten jokivesien vaikutus merialueella jää Hanhikiven niemellä vähäisemmäksi kuin suuressa osassa koillisen Perämeren rannikkoja.

Mantereen puolella Hanhikiven niemellä on maastopainanteissa pieniä matalia soistumia. Alueella on myös pienialaisia pintavesiuomastoja ja metsäojuuksia. Ranta-alueella on maankohoamisrannikon pinnanmuotoihin kuuluvia fladoja ja kluuveja.

**Kuva 7-10.** Meriveden korkeuden interpoloidut vuosikeskiarvot ja keskimääräisen vedenkorkeuden skenaario epävarmuuksineen Pyhäjoella vuoteen 2100 asti. (Johansson ym. 2010)



#### 7.4.1.2 Vedenkorkeudet ja virtaukset

Vedenkorkeuden vaihtelut Perämerellä aiheutuvat pääasiassa tuulista, ilmanpaineesta ja jokien tuomasta vesimäärästä. Perämeren vedenkorkeuteen vaikuttaa merkittävästi myös koko Itämeren kokonaisvesimäärä, joka vaihtelee muun muassa sen mukaan, miten länsituulet painavat vettä Pohjanmereltä Tanskan salmien läpi Itämerelle. Lisäksi Suomen rannikolla vedenkorkeuteen vaikuttaa Itämeren vedenpinnan edestakainen heilahtelu (seiche-ilmiö). Perämerellä on oma vuotuinen mallinsa vedenkorkeuden vaihtelusta. Vedenpinta on korkealla myöhäissyksyllä ja laskee kevättalvea kohti (Kronholm ym. 2005). Kevättalven jälkeen pinta nousee kunnes saavuttaa syksyisen tasonsa.

Fennovoima on vuonna 2008 teettänyt Merentutkimuslaitoksella selvityksen hankealueen keskimääräisen vedenkorkeuden vaihtelusta ja vedenkorkeuden ääriarvoista (Merentutkimuslaitos 2008). Arviota on päivitetty vuonna 2010 koskemaan entistä harvinaisempia ääri-ilmiöitä (Johansson ym. 2010). Selvityksissä käytetyt, Hanhikiveä lähimmät jatkuvatoimiset vedenkorkeuden mittaussasemat eli mareografit sijaitsevat Raahessa (etäisyys noin 18 km) ja Pietarsaareissa (etäisyys noin 120 km). Todennäköisimmän skenaarion mukaan maankohoaminen on tulevaisuudessa Pohjanlahden rannikolla merenpinnan nousua nopeampaa. Päivitetyt selvityksen mukaan keskimääräinen vedenkorkeus Pyhäjoella laskee kymmenisen senttiä vuosisadan puoliväliin mennessä ja nousee sitten takaisin nykytasolle vuosisadan loppuun mennessä. Epävarmuustekijät ovat kuitenkin suuret (Kuva 7-10).

Aallokon vaikutus rantavyöhykkeessä on huomattava rannikon avoimuuden takia. Alueella on tehty jatkuvatoimisia aallonkorkeusmittauksia marraskuusta 2012 lokakuuhun 2013 kahdesta pisteestä (Luode Consulting Oy 2013). Ilmatieteen laitos simuloi Perämeren aallokkoa matemaattisen mallin avulla (Tuomi ym. 2011). Lisäksi Hanhikiven niemien alueelle on tehty aaltomallinnus (VitusLab 2012), jonka tulokset ovat Ilmatieteen laitoksen mallinnustulosten kanssa samaa suuruusluokkaa. Mittauksissa suurimmat aallonkorkeudet on mitattu jäähdytysveden ottoalueen puolella marraskuussa 2012. Tällöin merkitsevä aallonkorkeus

nousi kolmeen metriin. Purkupuolella aallot olivat noin kolmanneksen matalampia. Talvella jääpeitteen muodostuttua aallonkorkeudet laskivat käytännössä nollassolle. Kevään korkeimmat merkitsevät aallonkorkeudet olivat tasolla yksi metri. Kesäkauden korkeimmat merkitsevät aallonkorkeudet olivat ottopuolella tasoa 2,5 metriä. Korkeimpien aaltojen tulosuunta oli kummallakin puolella länsi-luode. Mallisimulaatioiden mukaan Hanhikiven edustalla esiintyy kesäkaudella säännöllisesti kahden metrin ja syys- ja talvikaudella yli neljän metrin merkitseviä aallonkorkeuksia. Suurimmat yksittäiset aallot ovat noin kaksinkertaisia merkitsevään aallonkorkeuteen verrattuna. Pitkälle ulottuvan matalan alueen aiheuttama pohjakitka kuluttaa aaltojen energiaa, ja aallot heikkenevät selvästi ennen saapumistaan Hanhikiven rantaan.

Virtaukset ovat Perämeressä pääosin tuulten aiheuttamia, joten virtausten suunta ja voimakkuus vaihtelevat suuresti (*Kronholm ym. 2005*). Coriolis-ilmiöstä aiheutuva perusvirtaus kulkee Perämerellä Suomen rannikkoa pitkin pohjoiseen ja Ruotsin rannikkoa etelään, ja virtauksen nopeus on vain muutamia senttimetrejä sekunnissa. Tuulet aiheuttavat kertaluokkaa suurempia virtausnopeuksia, jotka voivat olla perusvirtauksen suuntaisia tai sitä vastaan. Hanhikiven niemen edustalla vallitsevilla eteläpuoleisilla tuulilla päävirtaus on etelästä pohjoiseen. Jään peittäessä vedenpinnan tuuli ei enää vaikuta virtauksiin, vaan virtaukset määräytyvät muun muassa jokivirtaamien, vedenkorkeuden vaihtelun, sekä lämpötila- ja suolaisuuserojen perusteella. Pyhäjoen edustalla rannikon matalammat alueet aiheuttavat virtaukseen kiertoja ja pyörteitä (*Lauri 2013*).

Kohteella on tehty virtausmittauksia talvella 2011–2012 sekä marraskuun 2012–lokakuun 2013 aikana. Hanhikiven edustalla avomerellä talven 2011–2012 aikana tehdyissä virtausmittauksissa voimakkaimmat virtausnopeudet esiintyivät suunnassa 40–220°, eli ne suuntautuivat joko lounaaseen tai koilliseen. Avomerellä mitatut virtausnopeudet olivat suurimmillaan pintakerroksessa 50 cm/s ja pohjan läheisyydessä 30 cm/s. Jatkuvatoimisissa virtausmittauksissa (marraskuu 2012 - lokakuu 2013) todettiin jäähdytysveden ottopuolella pinnan läheisen vallitsevan virtaussuunnan olevan lounas-koillinen ja pohjalla etelä-pohjoinen. Suurimmat mitatut virtausnopeudet olivat pohjan lähellä 25 cm/s ja kolmen metrin syvyydessä lähes 50 cm/s. Purkupuolella virtaukset olivat selvästi heikompia päävirtaussuunnan ollessa etelä-pohjoinen (*Luode Consulting Oy 2013*).

Virtausmallilaskelmien (*VitusLab 2012*) mukaan Hanhikiven niemen kärkeen muodostuu alue, jossa virtausnopeudet kasvavat noin kaksinkertaisiksi avomeren virtausnopeuksiin verrattaessa. Tämä johtuu siitä, että kolme kilometriä pitkä, rannikosta kohtisuoraan avomerelle suuntautuva Hanhikiven niemi muodostaa esteen rannikon suuntaisille virtauksille. Mallisimulaatiossa lännenpuoleisilla myrskytuulilla Hanhikiven kärkeen muodostuu pohjoiseen suuntautuvia nopeudeltaan 80–100 cm/s olevia virtauksia.

Meriläjäytysalueella virtaukset ovat pääsääntöisesti hitaita. Meriläjäytysalueella tarkoitetaan tässä suunniteltua aluetta, jonne vesistö rakentamisen ruoppausmassoja

on suunniteltu sijoitettavan. Mittaustulosten perusteella pohjanläheiset virtaukset ovat 98 prosenttia ajasta 10 cm/s tai sen alle. Korkeimmat mitatut virtausnopeudet pohjalla olivat 33 cm/s ja pintakerroksessa 54 cm/s. Läjitysalueen pohjanmuoto ohjaa virtauksia voimakkaasti kaakon ja lounaan suunnille.

#### 7.4.1.3 Jääolot

Kylmän ilmaston ja matalan suolapitoisuuden vuoksi Perämeri on talvisin jään peittämä. Kova, erityisesti lounaasta puhaltava tuuli sekä merivirtaukset voivat rikkoa jäätä ja kasata sitä ahtojäävalleiksi ja jäärykkiöiksi Suomen rannikolle. Jääpeitteen muodostuminen alkaa sisemmissä lahdissa Perämerellä yleensä marraskuun puolivälissä, ja tyypillisesti jään vahvuus rannikoiden tuntumassa pohjoisessa on suurimmillaan noin 70 senttimetriä. Jäiden lähtö alkaa Perämerellä toukokuussa. Perämeren alueelle on tyypillistä ahtojäiden muodostuminen. Tuulet ja merivirtaukset muokkaavat jäätä erityisesti ulkosaaristossa ja ulkomerellä. Jääautoista muodostuvat jäävallit voivat olla hyvin korkeita ja ulottua myös vedenpinnan alle. Yleensä jään vaikutus ulottuu vain muutaman metrin syvyyteen, mutta jään on todettu raapineen merenpohjaa jopa 28 metrin syvyydessä. (*Kronholm ym. 2005*)

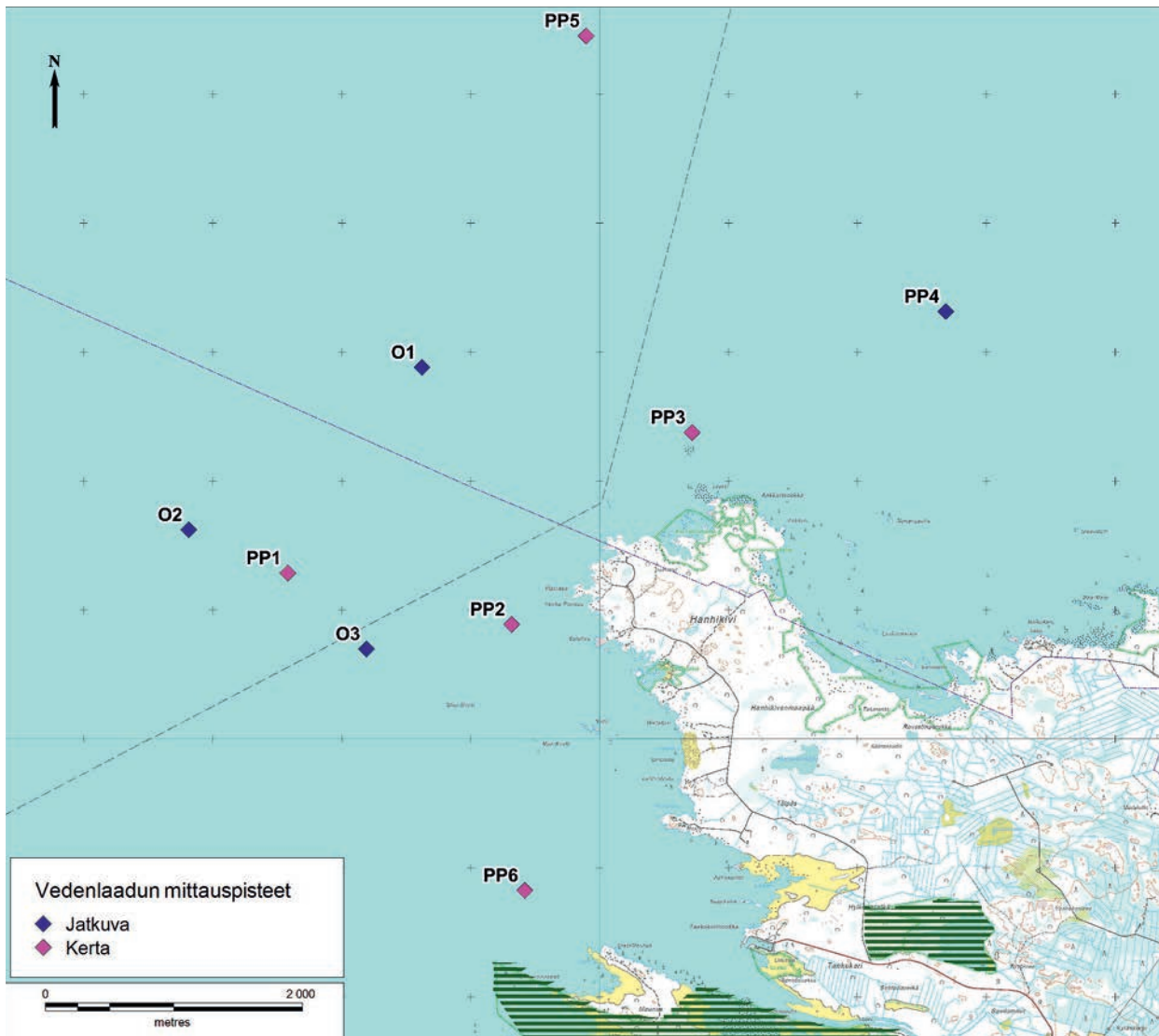
#### 7.4.1.4 Veden laatu

Hanhikiven niemen edustan veden laatuun vaikuttaa lähinnä Perämeren yleinen tila, sillä alueelle ei johdeta jätevesiä ja jokivesien vaikutus on yleensä vähäinen. Jokivesien, erityisesti Pyhäjoen, vaikutus näkyy kuitenkin rannikkoalueen veden laadussa erityisesti keväisin, kun luhamat ovat suuria. Lähimmät pistekuormittajat ovat Raahessa, jonka edustalle johdetaan Raahen Vesi Oy:n ja Ruukki Metals Oy:n Raahen tehtaan käsitellyt jätevedet.

Hanhikiven edustan rannikko on avoin, mistä johtuen tuulien ja virtauksien sekoittavan vaikutuksen ansiosta veden vaihtuvuus on hyvä, ja sen laatu pysyy lähellä ulomman merialueen veden laatua. Hanhikiven edustan merialue vastaa laadultaan tavanomaista Perämeren rannikon vedenlaatua. Hanhikiven niemen edustan merialue kuuluu ympäristöhallinnon ekologisessa luokituksessa (2013) rannikon läheisyydessä luokkaan tyydyttävä ja ulompana (yli 300 metriä rannasta) luokkaan hyvä. Rannikkovesien tilaa heikentää rehevöityminen, mihin vaikuttavat jokien kuljettamat ravinteet sekä rannikon asutus ja teollisuus. Hankealue kuuluu Oulujoen – Iijoen vesienhoitoalueeseen. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueensuunnitelmassa rannikkovesien tilatavoitteeksi on asetettu hyvä tila (*Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus ja Kainuun ympäristökeskus 2009*).

Meriläjäytysalueen vedenlaatu vastaa tavanomaista merialueen laatua Perämerellä. Läjitysalueen merialue kuuluu ympäristöhallinnon ekologisessa luokituksessa (2013) luokkaan hyvä.

Fennovoima Oy on tarkkaillut Hanhikiven läheisen merialueen tilaa vedestä otettavien näytteen vuodesta 2009 lähtien (Kuva 7-11). Vesinäytteistä on määritetty lämpötila,



Kuva 7-11. Näytteenotto pisteiden (punainen) ja jatkuvatoimisten mittauspisteiden (sininen) sijainti.

happipitoisuus, hapen kyllästysaste, pH, sähkönjohtavuus, väri, sameus, kokonaisfosfori, fosfaattifosfori, kokonaistyyppi, ammoniumtyyppi, nitraatti-nitriittityppi ja a-klorofylli. Lisäksi yhtiö on tehnyt ajoittain jatkuvatoimisia vedenlaadunmittauksia syksystä 2011 lähtien (Kuva 7-11). Jatkuvatomittauksilla mittareilla on tarkkailtu muun muassa veden lämpötilaa, suolapitoisuutta ja sameutta. Lisäksi merialueella on otettu kasviplanktonnäytteitä vuosina 2009 ja 2013. Seuraavassa kuvatut vedenlaatu tiedot perustuvat näihin näytteenottoihin ja mittauksiin.

Merivesi saavuttaa maksimilämpötilansa heinä-elokuun vaihteessa. Meriveden lämpötila on Hanhikiven edustan näytenpisteiltä otettujen vesinäytteiden perusteella ollut enimmillään 18,7 °C astetta vuosina 2009–2013. Myös jatkuvatoimissa mittauksissa lämpötila on kesäaikana ollut alle 20 °C astetta. Talvella meriveden lämpötila laskee tammi-kuun aikana suolapitoisuuden (3 promillea) määräämään jäätympisteeseen -0,2 °C astetta. Veden kesäinen lämpötilakerrostuneisuus ja sen voimakkuus vaihtelevat muun

muassa sääolosuhteiden mukaan (Kuva 7-12). Lämpötilakerrostuneisuus on todennäköisempää ja selkeämpää syvemmässä vedessä (noin 10 m). Veden lämpötiloihin vaikuttavat myös rannikon läheiset kumpuamis- ja painumisilmiöt, jotka aikaansaavat hyvin nopeita lämpötilan muutoksia. Loka-marraskuussa ja huhtikuussa vesimassojen lämpötilaerot ovat pieniä (Kuva 7-12).

Happi-tilanne on ollut kaikissa syvyyksissä pääasiassa hyvä tai erinomainen kaikilla tarkkailukerroilla. Happipitoisuudet ovat olleet 8,1–13,9 milligrammaa litrassa (mg/l) ja hapen kyllästysasteet 78–105 prosenttia. Vesi on ollut pääasiassa murtovedelle tyypillisesti lievästi emäksistä, veden pH-arvojen ollessa 7,0–8,0. Tarkkailupisteen PP6 pintavedessä on ajoittain todettu happamia arvoja johtuen joki-veden vaikutuksesta.

Sähkönjohtavuus on Perämerelle tavanomaista tasoa, ja siinä on todettu melko vähän vaihtelua. Pohjan läheisessä vesikerroksessa sähkönjohtavuusarvot ovat tyypillisesti olleet pintavesiä korkeampia. Tarkkailupisteessä PP6 toi-

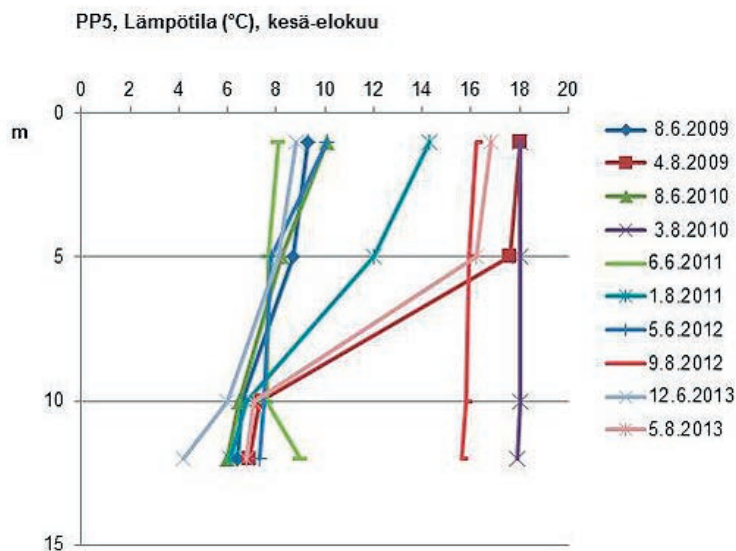
sinaan keväisin ja syksyisin todetut alhaisemmat sähkönjohtavuudet kuvastavat jokivesien vaikutusta. Hanhikiven edustan jatkuvatoimisissa mittauksissa on havaittu useita mallisimulaatioiden (*VitusLab 2012*) kuvaamia jokivesipulsseja. Saliniteetti eli suolapitoisuus on keskimäärin 3,0 promillea, mikä on tyypillistä Perämeren merialueelle. Jokivesien laimentava vaikutus voimakkaiden virtaamien aikana joulukuussa sekä kevättulvien aikaan huhti-toukokuussa laskee saliniteetin tyypillisesti noin tasolle kaksi promillea. Jokivesien vaikutus on voimakkainta pintakerroksessa.

Näkösyyvyys on ollut 0,3–6,5 metriä. Parhaimmillaan näkösyyvyys on ollut syksyisin. Suurin Hanhikiven edustalla vettä samentava tekijä on aallokon ja virtauksien aiheuttama pohjasedimentin resuspendoituminen. Suurimmat resuspension aiheuttamat sameudet on mitattu joulukuun 2011 Tapani- ja Hannu-myrskyjen yhteydessä ja alhaisimmat jääpeitteen alta. Tällöin vesi on ollut yleisesti sameampaa kuin kesäkuun mittauskerroilla. Kesäkuisilla havaintokerroilla vesi on vaihdellut pääosin kirkkaasta lievästi sameaan. Talven

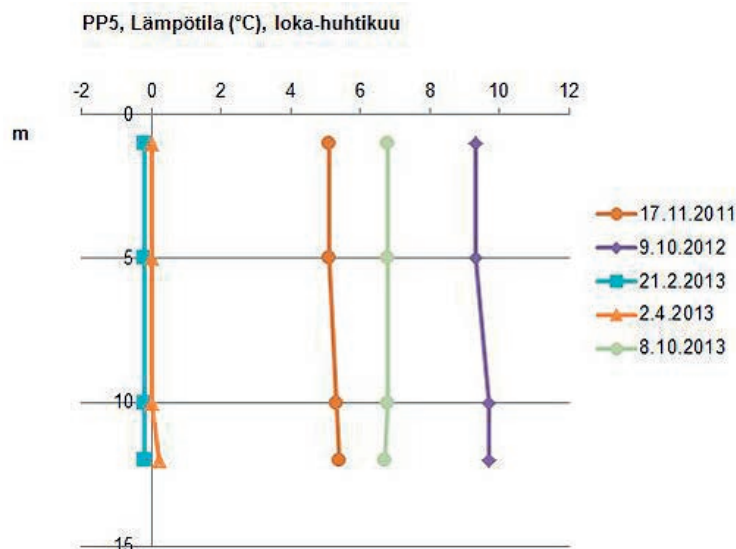
aikana mittauspaikoilla on havaittu lyhytaikaisia voimakkaita sameuden nousuja, jotka ovat tapahtuneet samanaikaisesti veden lämpötilan laskun aikana. Nämä havainnot saattavat johtua vesimassaan muodostuneista jääkiteistä eli suposta.

Väriarvojen perusteella veden laatu on ollut pääasiassa vähintään hyvää tasoa, lukuun ottamatta Pyhäjoen suuta lähinnä sijaitsevaa pistettä, jossa väriarvot ovat vaihdelleet suuresti (8–250 mg/l Pt). Pisteiden korkeat väriarvot kuvastavat jokivesien tuomaa humusta.

Pintaveden fosforipitoisuudet (4–35 µg/l) ovat olleet pääosin tyypillisiä karuille vesille (*Forsberg ym. 1980*), mutta myös lievään rehevöitymiseen viittaavia pitoisuuksia on havaittu pisteillä PP1–PP5 kesä- ja elokuun tarkkailukerroilla. Pisteiden PP6 pintavedessä fosforipitoisuus on toisinaan ollut koholla jokivesistä johtuen. Loka-marraskuun havaintokerroilla fosforipitoisuudet ovat olleet kesän pitoisuuksia yleisesti korkeammalla tasolla. Leville käyttökelpoista fosfaattifosforia on ollut vedessä vaihtelevasti (<2–28 µg/l). Selvästi suurimmat pitoisuudet on todettu pintave-



**Kuva 7-12.** Lämpötila syvyyden suhteen syvimmällä havaintopaikalla PP5 Hanhikiven läheisellä merialueella vuosien 2009–2013 tarkkailukerroilla. Vesimassojen kerrostuminen havaintopaikalla PP5 on syvyyden vuoksi usein selvempää ja todennäköisempää kuin muilla havaintopaikoilla (PP1-PP4, PP6).



dessä pisteellä PP4 (20 µg/l) kesäkuussa 2011 ja pisteellä PP6 (28 µg/l) elokuussa 2012. Etenkin pisteellä PP6 todettu korkea pitoisuus johtuu jokivesien vaikutuksesta.

Kokonaistypen pitoisuudet ovat olleet koko vesimassassa 160–940 µg/l. Pitoisuudet ovat yleisesti ottaen olleet korkeammalla tasolla syksyisin. Selvästi suurin pitoisuus (940 µg/l) on todettu pisteen PP6 jokivesivaikutteisessa pintavedessä elokuussa 2012. Epäorgaanista tyyppiä on yleensä ollut runsaasti lievien käytettävissä. Nitriitti-nitraattityypen pitoisuudet ovat olleet koko vesimassassa <5–290 µg/l ja ammoniumtyypipitoisuudet <5–140 µg/l. Epäorgaanisen typen osuus kokonaistypestä on ollut pintakerroksessa kesä- ja elokuussa keskimäärin 22 prosenttia.

Kasviplanktonin määrää ilmentävän a-klorofyllin pitoisuudet ovat kesäaikana kuvastaneet merialueen karuutta (<7 µg/l) (Forsberg ym. 1980). Marraskuussa 2011 on havaittu muihin pitoisuuksiin nähden korkea arvo (12,6 µg/l). Kyseinen ajanjakso on ollut koko maassa vuodenaikaan nähden varsin leuto, ja ilmasto-olosuhteet ovat olleet mitä ilmeisimmin lievien kasvulle suotuisat. Epäorgaanisten ravinteiden suhteiden perusteella perustuotantoa on rajoittanut pääasiassa fosfori.

Merialueen karuus on näkynyt myös kasviplanktonnäytteiden biomassoissa, jotka ovat olleet pieniä. Vain kasviplanktonin kevätmaksimi on ollut voimakas (suurimmillaan 2,7 mg/l), jolloin biomassa koostui lähes yksinomaan piilevistä (*Diatomophyceae*). Muiden leväryhmien biomassa oli hyvin pieni. Loppukesän tutkimuksissa kokonaisbiomassa on ollut hyvin pieni, biomassaltaan suurin leväryhmä oli kultalevät (*Chrysophyceae*). Muita biomassaltaan suurimpia ryhmiä olivat nielulevät (*Cryptophyceae*), piilevät ja viherlevät (*Chlorophyceae*). Sinileviä (*Nostocophyceae*) oli jonkin verran yhdellä näytteenottoaikalla. Lajisto on ollut alhaisen suolapitoisuuden takia suurelta osin makean veden lajistoa. (Palomäki 2009)

#### 7.4.1.5 Pohjan laatu

Hanhikiven edustan merenpohjaa on tutkittu seismisin taittumisuotauksin ja porakonekairauksin vuonna 2012 (*Sito Oy 2012a*, *Sito Oy 2012b*) sekä meriväylän alueella akustis-seismisin luotaustutkimuksin (*Rantataro ym. 2012*). Lisäksi Hanhikiven niemen merialueella on tehty sedimentin haitta-ainetutkimuksia vuosina 2009 ja 2012. Tutkimuksissa ei todettu pilaantuneita sedimenttejä ja yleisesti haitta-ainepitoisuudet olivat matalia.

Aallokko ja Hanhikiven kärjessä voimistuvat virtaukset muokkaavat merkittävästi alueen pohjaa aiheuttaen pohja-sedimentin hienompien jakeiden voimakasta resuspensiota. Hanhikiven kärjessä pohja on rantavyöhykkeen matalissa osissa (0–5 metriä) kivikkoja ja lohkariekkoo. Soraa löytyy satunnaisesti suojaisista painanteista, ja sen osuus kasvaa syvyydyshyökköellä 5–10 metriä. Yli 10 metrin syvyydessä pohja on hienon hiekan (125–250 µm) peittämää. Hiekan alla on paikoitellen kovan saven muodostamia linssejä. Orgaanista sedimenttiä alueelta löytyy vain suojaisista rantavyöhykkeen poukamista.

Hanhikiven edustan merenpohja on lähinnä karkeara-keista maa-ainesta (hiekkaa ja soraa) tai kalliota. Paikoi-

tellen löytyy myös savea. Ulkomeren päässä irtomaa on hieman hienompirakeista kuin satamassa. Noin 200 metriä satama-alueen suulta alkaen maakerrokset ovat pääsääntöisesti silttistä hiekkaa ja hiekkaista silttiä (*Rantataro ym. 2012*). Irtomaakerrokset kallion päällä ovat enimmillään seitsemän metrin paksuiset. Meriväylän alueella tehdyn akustis-seismisen luotaustutkimuksen (*Rantataro ym. 2012*) mukaan merenpohjassa näkyy myrskyjen ja virtausten sekä ahtojäiden puskemisen aikaansaamaa pohjaeroosiota. Pohjan pinta on lähes kokonaan kivikkoista, ja vain aivan rannan läheisyydessä sekä väylän uloimmassa päässä on hieman savisia sedimenttejä. Alueen hieno hiekka liikkuu virtausten mukana.

Sataman alueella kalliopinta on tasolla -9+1 ja jäähdysveden purkurakenteen alueella tasolla -7+2. Meriväylän alueella kalliopinnan korkeus vaihtelee paikoitellen hyvinkin jyrkästi.

Meriläjitysalueella merenpohja on kovaa ja sedimentti lähes kokonaan karkeaa hietaa ja sitä karkeampia laitteita, kuten karkeaa hiekkaa.

#### 7.4.1.6 Vesikasvillisuus

Hanhikiven niemeä ympäröivän merialueen vesikasvillisuutta on selvitetty vuonna 2009 tehdyssä vedenalaisen luonnon nykytilan selvityksessä (*Ilmarinen ym. 2009*) sekä vuonna 2012 bioindikaattoriselvityksenä (*Leinikki & Syväranta 2012*).

Tutkimuksissa alueen vesikasvillisuus osoittautui vähäiseksi. Hanhikiven rannat ovat aallokolle avoimia ja loivia, suojaisimpien ja monimuotoisimpien alueiden sijaitessa Takarannan ja Kultalanlahden matalissa lahdissa. Meriläjitysalueella ei kasva vesikasveja pohjan syvyydestä johtuen.

Hanhikiven niemen ranta-alueilla ja lähivesillä havaittiin seuraavat Suomen luontotyyppien uhanalaistyöryhmän luetteleemiin Itämeren vedenalaisiin luontotyyppeihin (*Raunio ym. 2008*) sisältyvät luontotyypit: hydrolitoraalinen rihmaeläväyhteisöt (säilyvä, LC), sublitoraalinen rihmaeläväyhteisöt (silmläpidettävä, NT), palleroahdinpartayhteisöt (puutteellisesti tunnettu, DD), uposkasvivaltaiset pohjat (vaarantunut, VU) ja näkinpartaisniityt (erittäin uhanalainen, EN).

Uhanalaiseksi luokiteltuja näkinpartaisniittyjä esiintyy muun muassa jäähdysveden purkupaikan kohdalla sekä siitä muutaman kilometrin päässä sijaitsevalla Takarannan alueella. Vuonna 2012 tehtyjen havaintojen perusteella näkinpartaisniityt ovat melko yleisiä myös suojaisissa poukamissa, joita on rannikolla Hanhikiven niemen pohjois- ja eteläpuolella. Kohteet ovat hiekkarantaan muodostuneita suojaisia laguuneja, joissa vesi on hyvin matalaa. Lisäksi näkinpartaisniittyjä on havaittu kahden metrin syvyydessä hiekkapohjilla, joissa hiekan alla on liejua.

Uposkasvivaltaisia pohjia esiintyy eniten suojaisemmissa osissa rannikkoa, muun muassa suunnitellun jäähdysveden purkupaikan itäpuolella olevassa fladassa. Suojaisimpien lahtien ulkopuolella esiintyi melko yleisesti ahvenvita, joka kasvaa tiheinä kasvustoina jopa kolmen metrin syvyydessä vedessä, kunhan aallokon vaikutus ei ole liian voimakas.



Suomen rannikolla yleiset sublitoraalin rihmaleväyhteisöt ovat Perämerellä yleensä karuja verrattuna muuhun rannikkoon. Hanhikiven merialueella rihmalevät muodostavat kiville ja kalliopinnoille runsaampia kasvustoja yli kahden metrin syvyydessä toisin kuin matalassa vedessä, missä aallokon vaikutus on voimakas. Yksivuotiset rihmalevät ovat vallitsevia 0–3 metrin ja monivuotinen palleroahdinparta 3–7 metrin syvyydellä, vyöhykkeellä, joka jää talvella jäiden vaikutuksen alapuolelle (Ilmarinen ym. 2009). Koska Hanhikiven merialueella on paljon kivikkopohjia kyseisellä syvyydellä, siellä esiintyy myös palleroahdinpartayhteisöjä. Hydrolitoraalivyöhykkeellä kivi- ja kalliopinnoilla kasvaa yksivuotisia rihmalevälajeja. Lukuun ottamatta suojaisia alueita, hiekkapohjilla ei esiinny kasvillisuutta aallokon voimakkaan vaikutuksen vuoksi.

Alleco Oy on kerännyt vuonna 2013 drop-videoaineistoa 29 pisteestä Hanhikiven ympäristöstä VELMU-hankkeen puitteissa (Leinikki 2013). Vuoden 2013 videopisteet suunniteltiin täydentämään Fennovoiman jo aiemmin vuonna 2009 teettämiä sukeltamalla tehtyjä tutkimuksia. Aineiston tulkinnan yhteydessä videokuvista on arvioitu pohjan laatua ja makroskooppisten eläin- ja kasvilajien peittävyttä ja keskimääräistä korkeutta. Koska eliöiden tunnistaminen videoaineistosta on vaikeampaa kuin sukeltamalla, ei aineistosta saada Allecon mukaan yhtä luotettavia tuloksia. Käsitys alueen vesiluonnosta pysyi samanlaisena kuin jo vuonna 2009 tehdyssä tutkimuksessa on raportoitu (Ilmarinen ym. 2009). Videoaineistoissa ei havaittu uhanalaisia lajeja tai luontotyyppejä.

Muiden tutkimusten yhteydessä Hanhikivestä 10 kilometriä etelään ja kuusi kilometriä pohjoiseen on löytynyt rauhoitettu upossarpio (*Alisma wahlenbergii*), joka on luokiteltu uhanalaiseksi lajiksi (VU) sekä silmälläpidettävät (NT) lajit vesipaunikko (*Crasuula aquatica*) ja etelänhaarapakkko (*Sparanium emersum ssp. erectum*) (Risku 1988). Lajittolisesti monimuotoisimpia ovat Hanhikiven itäpuolella sijaitsevat Takarannan ja Juholanrannan lahdet. Edellä mainittuja uhanalaisia tai rauhoitettuja vesikasvilajeja ei esiinny hankealueella tai rakentamistoimien alueella.

#### 7.4.1.7 Pohjaeläimet

Hanhikiven niemen edustan merialueella on tehty pohjaeläintutkimuksia Alleco Oy:n toimesta vuosina 2009 ja 2012 (Ilmarinen ym. 2009, Leinikki & Syväranta 2012).

Vuoden 2009 tutkimuksissa pohjaeläimistöä hallitsivat valkokatkat (*Monoporeia affinis*) ja kilkit (*Saduria entomon*), joista valkokatka on kohtalaisen vaateliäs veden laadun suhteen. Pohjaeläinten arvioitu yksilömäärä neliometrillä oli 616. Näytteestä lasketun BBI-indeksin mukaan pohjaeläimistön ekologien tila kuuluu luokkaan hyvä.

Kesällä 2012 pohjaeläinnäytteitä otettiin sukeltamalla kuudesta pisteestä. Lisäksi suunnitellulta satama-alueelta ja meriväylältä otettiin hiekkapohjilta näytteitä veneestä laskettavalla Ponar-noutimella. Hiekkapohjanäytteistä lasketujen BBI-indeksien mukaan pohjaeläimistön tila vaihteli välttävistä erinomaiseen.

Pohjaeläinnäytteissä esiintyi enimmäkseen surviais-sääskiä (*Chironomidae*), harvasukasmatoja (*Oligochaeta*),

valkokatkoja, kilkkejä ja amerikansukasjalkaisia (*Marenzelleria viridis*). Lisäksi läjitysalueen näytteissä todettiin värystäjä (*Turbellaria*) ja siiroja (*Isopoda*). Eri näytenäytteiden lajisto poikkesi toisistaan jonkin verran. Koska vertailuarvoja ei Hanhikiven lähistöltä ole, on vaikeaa arvioida havaittujen litoraalinäytteiden monimuotoisuusarvoja suhteessa muuhun Perämereen. Lajistoon vaikuttavat eniten syvyys, pohjan laatu sekä aallokon vaikutus muutamien neliömetrien alueella. Eläinlajistoon vaikuttaa myös kasvillisuuden esiintyminen, johon puolestaan vaikuttaa voimakkaasti aallokko. Rakentamisalueilla ja niiden läheisyydessä pohja on pääasiassa kivikkoista ja hiekkaista ja kasvillisuutta on vähän.

Suurin osa Hanhikiven niemen ranta-alueiden ja lähivesien hiekkapohjista kuuluu Suomen luontotyyppien uhanalaistyöryhmän luettelemaan (Raunio ym. 2008) Itämeren vedenalaisen luontotyyppiin ”valoisan kerroksen pohjaeläinyhteisöt”, joka on luokiteltu silmälläpidettäväksi (NT). Myös kohteessa havaittu luontotyyppi ”valoisan alapuoliset pohjaeläinyhteisöt” on luokiteltu silmälläpidettäväksi. Hanhikiven merialueella valoisa kerros ulottuu verrattain syvälle, minkä vuoksi tämä luontotyyppi rajoittuu rakennuskohteista vain suunnitelluille ruoppausmassojen läjitysalueille.

#### 7.4.1.8 Kalasto ja kalatalous

Hanhikiven lähialueen kalastoa ja kalastusta on selvitetty viime vuosina verkkokoekalastuksilla ja poikaspynneillä sekä kalastustiedusteluilla (*Kala- ja vesitutkimus Oy 2012a, 2012b, 2013a ja 2013b*). Hanhikiven edustan merialue on kalastollisesti ja kalataloudellisesti merkittävää aluetta, jossa yleisesti esiintyvät kalalajit edustavat tyypillistä Perämeren kalastoa.

#### Kalastotutkimukset

Hanhikiven edustalla ja Kultalanlahdella tehtyjen verkkokoekalastusten mukaan kalaston runsaimpia lajeja olivat ahven (*Perca fluviatilis*), särki (*Rutilus rutilus*) ja kiiski (*Gymnocephalus cernuus*), joiden yhteisosuus sekä koekalastussaaliin yksilömäärästä että biomassasta oli noin kolme neljänestä. Alueella yleisesti esiintyviä kevätkutuisia kalalajeja ovat lisäksi muun muassa hauki (*Esox lucius*), lahna (*Abramis brama*), seipi (*Leuciscus leuciscus*), salakka (*Alburnus alburnus*) ja kuore (*Osmorus eperlanus*). Kalasto oli särkikalavaltainen; särkikalojen yhteisosuus saaliin biomassasta oli 40 prosenttia. Viileän veden kalalajeista alueella esiintyy merikutuista karisiikkaa (*Coregonus lavaretus*), vaellussiikkaa, muikkua (*Coregonus albula*), silakkaa (*Clupea harengus membras*) ja madetta (*Lota lota*). Koekalastusten perusteella vaikuttaa siltä, että Hanhikiven koillispuolella sijaitsevat laajat hiekkapohjaiset alueet toimivat syönnös- ja kasvialueena siian varhaisille ikäluokille. Muita alueella yleisesti tiettyyn aikaan tavattavia vaelluskaloja ovat meritaimen (*Salmo trutta trutta*) ja lohi (*Salmo salar*). Alueelle laskeviin jokiin nousee kudulle myös nahkiaista (*Lampetra fluviatilis*) ja esimerkiksi Pyhäjoki on luokiteltu erittäin merkittäväksi nahkiaisien kutujoeksi.

Tehtyjen poikasselvitusten perusteella Hanhikiven ympäristö on merkittävää karisiian, muikun ja silakan

poikastuotantoaluetta. Karisiika ja muikku kutevat matalikoille syksyllä loka-marraskuussa. Silakan kutu tapahtuu alueella pääosin kesäkuun puolivälin ja heinäkuun puolivälin välisenä aikana. Merkittävimmät siian, muikun ja silakan kutualueet sijaitsevat välittömästi Hanhikiven pohjoispuolisella alueella sekä Maanahkiaisen ja Lipinän matalikoilla, jotka ovat noin 7-9 kilometriä Hanhikivestä pohjoiseen (Kuva 7-13). Kutualueita on myös ulompina merellä olevilla matalikoilla. Kevätkutuisten kalalajien poikasia ja kutualueita löydettiin selvitysalueelta vain vähän. On ilmeistä, että näiden lajien pääasialliset lisääntymisaluet ovat sijaitsevat alueelle laskevissa joissa, puroissa ja ojissa sekä niiden suistoalueilla.

Hanhikiven eteläpuolisella Parhalahtella esiintyy uhanalaista meriharjusta (*Thymallus thymallus*), josta ainakin osa nousee kudulle Parhalahteen laskevaan Liminkaojaan. Harjuksen lisääntymistä saattaa tapahtua myös muissa lähialueelle laskevissa joissa. Myös merikutuisen harjuksen esiintyminen alueella on periaatteessa mahdollista. Vuoden 2012 aikana tehdyissä poikasselvityksissä Hanhikiven alueelta ei kuitenkaan tehty havaintoja meriharjuksen kutemisesta. Selvityksen mukaan on epätodennäköistä, että Hanhikiven alueella olisi merikutuisen harjuksen kutupaikkoja.

Vaellussiian ja lohien vaellusreitit kulkee hankealueen läheisyydessä, mutta vaellusta tapahtuu myös ulompina merellä (Kuva 7-14 ja Kuva 7-15). Lohet vaeltavat kohti pohjoista pääasiassa hieman kauempana rannikosta.

Suomen lajien uhanalaisuusluokituksen mukaan (*Rassi ym. 2010*) taimenen merivaelteiliset kannat ja harjuksen meri-

kannat on luokiteltu äärimmäisen uhanalaisiksi (CR), vaellussiika erittäin uhanalaiseksi (EN) ja Itämeren lohikannat sekä karisiika vaarantuneiksi (VU).

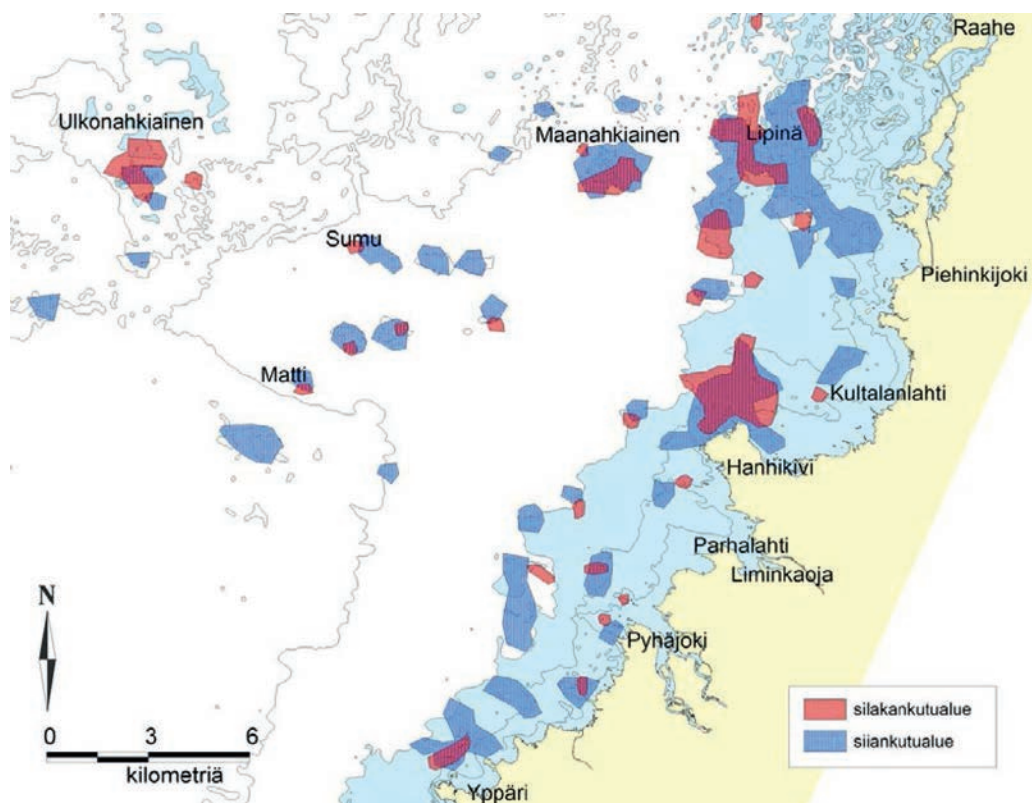
### Kalastustiedustelut

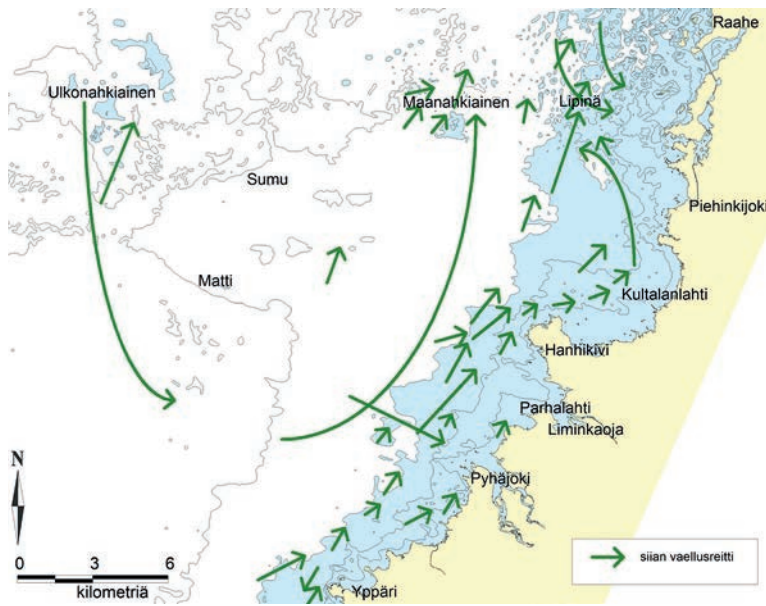
Hanhikiven lähialueen vuoden 2011 ammatti- ja kotitarvekalastusta koskeva kalastustiedustelu kohdennettiin Yppäriin ja Raahan väliselle merialueelle, joten se kattaa sekä Hanhikiven etelä- että pohjoispuolista rannikkoaluetta reilut 10 kilometriä. Tiedustelualue ulotettiin reilut 20 kilometriä ulkomerelle päin.

Ammattimaista kalastusta harjoitti selvitysalueella 28 taloutta. Kalastuksen ammattimaisuusaste oli varsin alhainen. Ammattikalastajista kolme kuului ammattikalastajaluokkaan 1, kolme luokkaan 2 ja loput luokkaan 3. Kalastajista pääosa eli noin 80 prosenttia oli 3-luokan kalastajia, joilla kalastustulojen osuus kokonaistuloista oli alle 15 prosenttia. Käytetyimpiä pyydyksiä olivat solmuväliltään alle 45 millimetrin pohjaverkot. Muita käytettyjä pyyntivälineitä olivat solmuväliltään yli 45 millimetrin verkot, siika- ja lohihirsyt, lohi- ja taimenverkot, muikku- ja silakkaverkot sekä silakkarysät. Kalastus keskittyi kesään kesä-syyskuulle. Verkopyyntiä harjoitettiin myös talvella lähes koko tiedustelualueella. Verkkokalastuspaikat sijaitsivat pääosin rannikon tuntumassa ja ulompina sijaitsevien matalikoiden läheisyydessä. Hanhikiven pohjoispuolinen alue oli erityisen suosittua verkkokalastusalueita. Kiinteitä rysäpyyntipaikkoja oli käytössä rannikon läheisyydessä harvakseltaan koko tiedustelualueella (Kuva 7-16). Merkittävä osa rysäpyyntipaikoista oli Hanhikiven edustalla ja Kultalanlahdella.

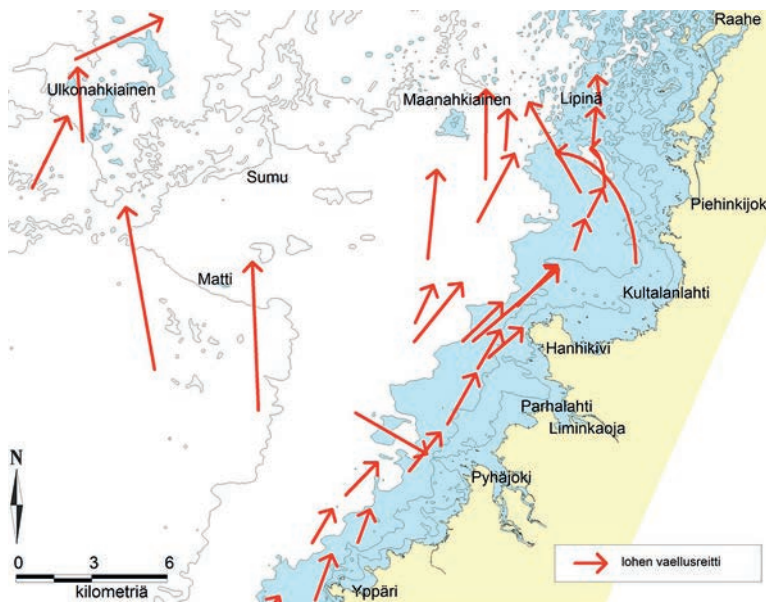
**Kuva 7-13.**

Ammattikalastajien ilmoittamat karisiikan ja silakan kutualueet. (Kalaja vesitutkimus 2013a)

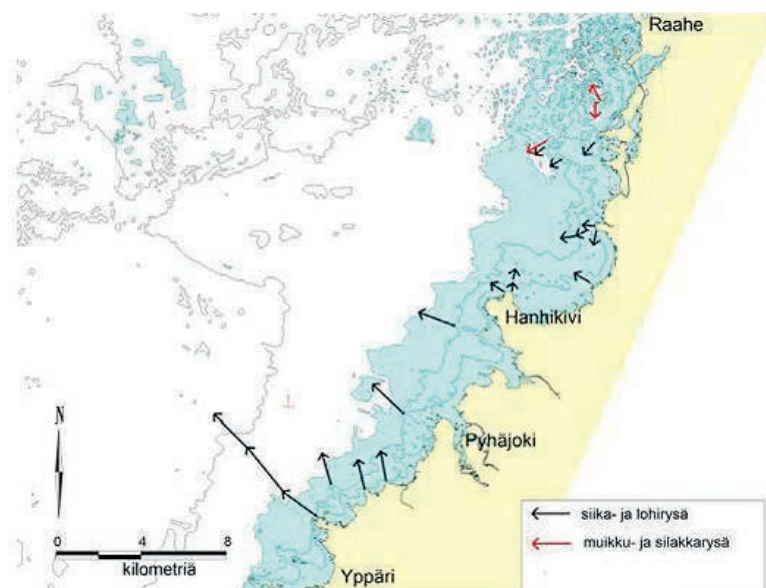




**Kuva 7-14.** Ammattikalastajien ilmoittamat vaellussiaan vaellusreitit Pyhäjoen ja Raahen edustan merialueella. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2013a)



**Kuva 7-15.** Ammattikalastajien ilmoittamat lohen vaellusreitit Pyhäjoen ja Raahen edustan merialueella. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2013a)



**Kuva 7-16.** Ammattikalastajien rysäpöyntipaikat Pyhäjoen ja Raahen edustan merialueella. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2012b)

Kotitarvekalastusta harjoitti selvitysalueella laskennallisesti 737 taloutta. Käytetyimpiä pyydyksiä olivat solmuväliltään alle 45 millimetrin pohjaverkot. Muita suosittuja pyydystyyppöjä olivat heittouistin/vetouistelu, mato-onki, muikku- ja silakkaverkot, pilkkionget ja solmuväliltään yli 45 millimetrin pohjaverkot. Kalastus keskittyi kesään kesä-elokuulle. Talvikalastusta, joka oli lähinnä pilkkimistä ja verkkopyyntiä, harjoitti noin 40 prosenttia kalastajista.

Kokonaissaalis vuonna 2011 oli selvitysalueella noin 108 tonnia, josta siikaa oli reilu puolet ja ahventa sekä haukea molempia noin kymmenesosa (Taulukko 7-3, Kuva 7-17). Muita taloudellisesti merkittäviä saalislajeja olivat lohi, meritaimen, muikku, silakka ja made. Kotitarvekalastajien osuus kokonaissaaliista oli 70 prosenttia. Siika oli merkittävin saalislaji sekä ammatti- että kotitarvekalastajilla. Siian osuus kokonaissaaliista oli ammattikalastajilla noin kaksi kolmannesta ja kotitarvekalastajilla noin puolet. Siiaasta pääosa eli noin 70 prosenttia oli paikallista pikku- eli karisiikaa ja vajaa kolmannes vaellussiikaa. Hanhikiven alue ei ole kovin merkittävää lohien kalastusalueita, sillä lohisaa- lis oli vuonna 2011 vajaa 1000 kilogrammaa. Vuosi 2011 oli alueella poikkeuksellisen heikko lohivuosi. Meritaimenta saatiin enemmän kuin lohta eli reilu 2000 kilogrammaa. Talouskohtainen saalis oli ammattikalastajilla keskimäärin 1160 kilogrammaa ja kotitarvekalastajilla vastaavasti 102 kilogrammaa.

Kalastusta eniten haittaavina tekijöinä kalastajat pitivät hylkeiden aiheuttamia haittoja kalastukselle, pyydysten likaantumista ja heikkoa saalista.

### Kalaston hoitotoimet

Vuotuiset kalaistutukset Raahen ja Pyhäjoen edustan meri- alueella kohdentuvat pääasiassa vaellussiikaan. Alueelle istu- tettiin vuonna 2012 noin kuusi miljoonaa vaellussiian vas-

takuoriutunutta poikasta. Lisäksi istutettiin meritaimenta (2-vuotiaita) noin 4 000 kappaletta ja mateen vastakuoriutu- nutta poikasta 240 000 kappaletta.

### 7.4.2 Arviointimenetelmät

Vesistö-, kalasto- ja kalatalousvaikutusarviot perustuvat ympäristön nykytilatietoon, jäähdytysvesimallinnukseen, hankkeen vesistökuormitustietoihin, muista vastaavista hankkeista saatuun tietoon ja alan kirjallisuuteen.

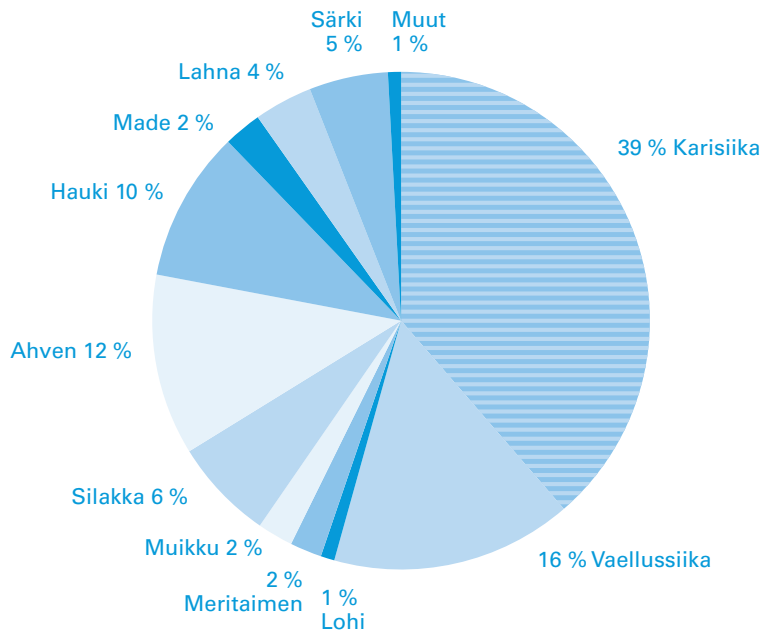
Jäähdytysveden aiheuttamia vaikutuksia meriveden lämpötilaan, jääolosuhteisiin ja virtauksiin arvioitiin Suomen YVA Oy:n (Lauri 2013) 3D-virtausmallilla, jossa tarkasteltiin vuosia 2009–2013. Lähtötietoina mallinnuksessa käytettiin jatkuvatoimisten mittauksen virtaus-, lämpötila- ja suolaisuustietoja Hanhikiven niemen edustalla, Ilmatieteen laitoksen Nahkiaisen säähavaintoasemalla mitattuja tuuli-, lämpötila- ja kosteustietoja, Perämereen laskevien suurimpien jokien virtaamatietoja ja Itämeren alueen syvyyssietoja. Mallin karkein hila sisälsi koko Perämeren 2,15 kilometrin resoluutiolla ja tarkin alue noin 14,5 x 15,7 kilometrin laajuisen alueen Hanhikiven niemen edustalla 80 metrin resoluutiolla. Mallin toimivuutta testattiin vertaamalla mallin antamia tuloksia todellisiin mittaus- tuloksiin ja havaintoihin. Vastaava mallitarkastelu tehtiin jo vuoden 2008 YVA-menettelyn yhteydessä. Nyt tehdyssä mallitarkastelussa on käytetty pitkäaikaisempaa mitattua tietoa.

Mallin avoveden ajan laskentajaksona käytettiin viittä eri avovesijaksoa, vuosina 2009–2012 jaksoa 15.5.–15.10., ja vuonna 2013 jaksoa 15.5.–31.8. (lähtötietojen saatavuuden takia). Jäätilannetta simuloitiin kahdelta jaksolta 1.11.–1.3. vuosilta 2010 ja 2012. Kesäjaksoiksi valittiin viimeisimmät viisi vuotta, talvijaksoista vuosi 2010–2011 oli normaalia ankarampi ja vuosi 2012–2013 keskimääräinen. Olosuhdetie-

#### Taulukko 7-3.

Ammatti- ja kotitarvekalastajien kokonaissaalis (kilogrammaa, kg) Hanhikiven lähialueella välillä Yppäri-Raahe vuonna 2011.

	Ammattikalastajat		Kotitarvekalastajat		Yhteensä	
	kg	%	kg	%	kg	%
Karisiika	15920	49,0	25698	34,2	41618	38,6
Vaellussiika	6059	18,7	10830	14,4	16889	15,7
Lohi	591	1,8	374	0,5	965	0,9
Meritaimen	874	2,7	1347	1,8	2221	2,1
Muikku	1196	3,7	1301	1,7	2497	2,3
Harjus	20	0,1	113	0,2	133	0,1
Silakka	1362	4,2	5746	7,6	7108	6,6
Ahven	2586	8,0	10084	13,4	12670	11,8
Hauki	262	0,8	10289	13,7	10551	9,8
Made	229	0,7	2423	3,2	2652	2,5
Kuha	97	0,3	357	0,5	454	0,4
Lahna	1607	4,9	2482	3,3	4089	3,8
Särki	1516	4,7	4002	5,3	5518	5,1
Muut	163	0,5	161	0,2	324	0,3
Yhteensä	32482	100,0	75207	100,0	107689	100,0



**Kuva 7-17.** Ammatti- ja kotitarvekalastajien kokonaissaaliin prosentuaalinen jakauma Hanhikiven lähialueella välillä Yppäri-Raahen vuonna 2011.

toina käytettiin Ilmatieteen laitoksen Nahkiaisen sääasemalla mitattuja tuuli-, lämpötila- ja kosteustietoja. Laajemman merialueen säätiedot saatiin ECMWF ERA-interim reanalysis -säädatasta.

Simulaation oletuksina voimalaitokselle asetettiin läpivirtaama 45 m<sup>3</sup>/s ja läpivirtaavalle vedelle lämpötilan nousu 12 °C astetta. Poistuvan jäähdytysveden lämpötila asetettiin lisäämällä simuloituun ottoveden lämpötilaan voimalaitoksen lämmitysvaikutus. Poiston suolaisuus oli sama kuin oton suolaisuus. Voimalaitoksen arvioitu jäähdysteho on 2 000 MW ja laskennassa käytettiin noin 10 % suurempaa jäähdystehoa eli 2 258 MW.

Laskettuja mallitulosia vertailtiin mitattuihin tietoihin. Virtausmittausvertailu suoritettiin Hanhikiven edustalla jaksolla 09/2012–11/2012 tehtyihin virtausmittauksiin ja lämpötilavertailu Hanhikiven edustalla jaksolla 05/2012–10/2012 tehtyihin jatkuvatoimisiin lämpötilamittauksiin. Lisäksi mallilaskentoja vertailtiin Hailuodon intensiiviaseman mittauksiin. Mallin virtausten suuntajakauma vastaa vähintään kohtuullisesti mitattua suuntajakaumaa kaikilla esitetyillä syvyyksillä. Lasketut virtausnopeusjakaumat vastaavat hyvin mitattuja nopeusjakaumia. Pinnan läheisessä kerroksessa mallin lasketut virtausnopeudet ovat jossain määrin liian pieniä 3–5 cm/s nopeuksien osalta, ja vastaavasti liian suuria 1–2 cm/s nopeuksien osalta. Lasketut lämpötilat seuraavat mitatuissa kolmessa pisteessä mittauksia keskimäärin hyvin. Kumpuamisjaksot, joissa pohjalle virtaa kylmempää vettä eivät mallissa aina toistu oikein, varsinkin elo-syyskuussa mallissa ei kumpuamista esiinny vaikka mittauksista kumpuamisjaksoja löytyy. Syksyllä mallinnettu veden lämpötila laskee jonkin verran liian nopeasti mittauksiin verrattuna.

Jälaskennassa malli simuloi lämmönvaihtoa ja jään muodostumista ja sulamista veden pintakerroksessa, mutta ei ota huomioon jäiden kulkeutumista ja ahtojäitä. Tästä johtuen alueilla ja aikajaksoina, joissa jään liikkeet ovat merkittäviä, malli ei pysty toistamaan jäätilannetta todenmu-

kaisesti. Laskennan tuloksia vertailtiin Ilmatieteen laitoksen jääpalvelun satelliittipohjaisiin jäänpaksuushavaintoihin. Yleisesti mallin laskema jäänpaksuus on noin 10 senttimetrin etäisyydellä mitatusta paksuudesta siten, että jää on alkutalvesta liian paksua ja loppupalvesta jonkin verran liian ohutta.

Numeerisissa malleissa laskennallisten menetelmien käyttö tuo aina mukanaan laskentamenetelmästä riippuvan virheen. Virheen laatu ja suuruus riippuu käytetystä menetelmästä, ja kuhunkin laskentaongelmaan onkin aina pyrittävä valitsemaan siihen sopivat laskentamenetelmät virheiden minimoimiseksi. Ydinvoimalaitoksen tapauksessa ehkä olennaisin mallinnusongelma on lämpötilakerrosten virtauksen laskenta edustalla ja ottopaikan lähialueilla. Tarkkaan laskentaan on pyritty käyttämällä laskennassa turbulenssin mallinnusta, hyviä kulkeutumisalgoritmeja, sekä riittävän tiheää hilaa.

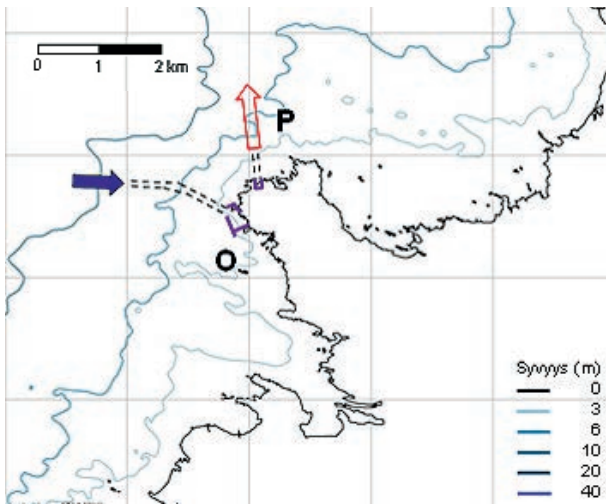
### 7.4.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

#### 7.4.3.1 Sataman, jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden sekä meriväylän rakentamisen vaikutukset

Hankkeen vesistö- ja kalatalousvaikutuksia on seuraavassa tarkasteltu hankkeen vesistö- ja kalatalousvaikutusten rakentamiseen liittyvien vesilupahakemusten pohjalta (*Fennovoima Oy 2013a & 2013b, Kala- ja vesitutkimus 2012c*).

#### Rakenteiden sijainti

Suunniteltu jäähdytysvedenotto (O) sijaitsee 4-11 metrin syvyydellä Hanhikiven länsipuolelle rakennettavassa aallonmurtaajilla suojatussa satama-altaassa (Kuva 7-18). Altaan syvyys on 10–12 metriä, ja siihen rakennetaan lännestä kahdeksan metriä syvä ja 80 metriä leveä meriväylä. Sataman suulla on kynnys kuuden metrin syvyydellä estämässä hiekan kulkeutumista satama-altaaseen. Suunniteltu jäähdytysveden poisto (P) sijaitsee Hanhikiven pohjoisrannalla. Poistoka-



**Kuva 7-18.** Suunnitellut jäähdytysveden ottopaikka (O) ja purkupaikka (P).

navan syvyys on rakenteen suulla kolme metriä ja leveys 80 metriä. Rakenteesta pohjoiseen rakennetaan kolme metriä syvä kanava, jonka pituus on noin 500 metriä.

### Vesistövaikutukset

Väylän, satama-alueen ja etelään suuntautuvan jäähdytysveden varaottouoman sekä jäähdytysveden purkualueen ruoppaus- ja suojapenkereiden rakentaminen, maalla sijaitsevan läjitysalueen vesien johtaminen merialueelle sekä aallonmurtajien rakentaminen aiheuttavat veden väliaikaista samenessa. Samenessan laajuus ja leviäminen riippuvat monista tekijöistä, kuten sääolosuhteista, ruoppausmenetelmistä ja ruoppattavan materiaalin raakoista. Sääolosuhteista etenkin tuulen voimakkuudella ja suunnalla on merkitystä samenessan etenemisen ja vaikutusten kannalta. Ruoppattavan alueen pohjamateriaali on pääosin nopeasti laskeutuvia karkeita aineksia, hiekkaa ja soraa. Satama-altaan alueella ruoppattavat ainekset ovat suurimmaksi osaksi karkeaa ja hienoa hiekkaa, joiden laskeutumisnopeus on noin yksi senttimetriä sekunnissa (cm/s). Karkeata massaa ruoppattaessa samenessa-vaikutukset ulottuvat noin 10–100 metrin päähän ruoppaus- tai läjityskohteesta. Vesimassaan sekoittuva, sameutta aiheuttava, karkea kiintoaineksi laskeutuu pohjaan pääasiassa muutamassa tunnissa töiden loputtua. Hienorakenteista tai eloperäistä sedimenttiä ei ruoppattavilla osuuksilla ole juuri havaittu. Meriväylän, sataman ja ottorakenteiden alueelta löydettyjen hienoimpien aineiden vaikutukset ovat suurimmat todennäköisesti pohjanläheisessä vesikerroksessa, jossa samenessan laajuus on arviolta enimmillään noin kaksi kilometriä.

Ruoppauksista ei arvioida aiheutuvan ravinteiden tai haitta-aineiden vapautumista veteen. Ruoppattavat massat ovat pääasiassa karkeita jakeita, joihin ei ole sitoutunut merkittävästi ravinteita.

Alueen louhinnoissa räjäytysaineena käytetään vedenalaiseen louhintaan soveltuvia räjähteitä, joiden typpi-jäämä on mahdollisimman alhainen. Epäorgaanisen typen kuormitus on väliaikaista ja laimenee suureen vesimassaan. Epäorgaanisten ravinteiden lisäykset voivat periaatteessa aiheuttaa tilapäisiä rehevöitymisvaikutuksia, mutta laimene-

misestä ja kuormituksen väliaikaisuudesta johtuen rehevöitymisvaikutusten arvioidaan jäävän melko pieniksi. Suurin vaikutus tyyppikuormituksella on silloin, kun vedessä on vähän epäorgaanista tyyppiä perustuotannossa käytettäväksi.

Maalle läjitysaltaisiin läjitettävistä imuruoppausmassoista aiheutuu jonkin verran kiintoainekuormitusta Hanhikiven niemen luoteisosaan purkurakenteiden välittömään läheisyyteen, kun läjitysaltaiden vesiä johdetaan merialueelle. Lähtevän veden merialueelle aiheuttama kiintoainekuormitus arvioidaan vähäiseksi, sillä läjitettävä aine on hyvin läjitysaltaaseen laskeutuvaa hiekkaa. Maaläjitysalueelle ei läjitetä savea tai silttiä, koska niitä ei voida käyttää ydinvoimalaitoksen perustamisalueilla. Lähtevän veden johtaminen merialueelle voi aiheuttaa paikallista samenessa, jonka arvioidaan ulottuvan enimmillään 100 metrin päähän purkukohtasta.

Jäähdytysveden purkurakenteiden alueella tavataan näkinpartaisniittyä. Vesitaloushankkeen vaikutuksesta luontotyyppi häviää purku-uoman alueelta. Muuttuva alue on kuitenkin pinta-alallisesti pieni. Havaintojen perusteella näkinpartaisniityt ovat melko yleisiä suojaisissa poukamissa, joita on rannikolla Hanhikiven pohjois- ja eteläpuolella. Siten kyseinen luontotyyppi ei häviä alueelta, vaan luontotyyppin pinta-ala vain pienenee. Ruoppauksen aiheuttamasta väliaikaisesta samentumasta ei arvioida aiheutuvan haittaa vesikasvillisuudeltaan edustaviin luontotyyppisiin, koska samentuma koostuu purkualueella hienosta hiekasta, jota liikkuu alueella runsaasti myös merivirtausten mukana. Samentuma-alueen ulkopuolelle ei ulotu vaikutuksia.

Muilla alueilla hankkeen vaikutukset vesikasvillisuuteen ovat vähäiset. Ruoppattavilla alueilla merenpohja muuttuu. Ruoppauksen aiheuttamasta väliaikaisesta samentumasta ei arvioida aiheutuvan haittaa etäällä Takarannassa sijaitseviin vesikasvillisuudeltaan edustaviin luontotyyppisiin. Ruoppattavan massan laadusta (hiekka) johtuen myös Siikalahden alueelle ei arvioida aiheutuvan luontoarvoja heikentävää sedimentaatiota, vaan ruoppauksen yhteydessä leviävä hiekkasamentuma vastaa normaalia alueella tapahtuvaa hiekan liikumista. Hienorakeisemmista sedimenteistä työn aikana leviävä samenessa voi myös ajoittain levitä Siikalahdelle. Lyhytaikaisesta samentumisesta ei kuitenkaan yleensä aiheudu pohjakasvillisuudelle pysyvää haittaa. Esimerkiksi Haminan sataman ruoppauksen ja meriläjityksen seurannoissa ei havaittu muutoksia kasvillisuudessa (Leinikki 2011).

Hanhikiven edustan merialueella tavatut pohjaeläimet ovat Perämeren alueelle tyyppistä lajistoa. Pohjaeläimistö tulee tuhoutumaan ruoppausalueelta ruoppauksen seurauksena, mutta alueen pohjaeläimistö palautuu ennalleen muutamassa vuodessa.

### Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen

#### Kalakannat

Rakentamisen aikaisista vaikutuksista vakavimmaksi on arvioitu louhinnan ja muiden vesistötoiden aiheuttama melu. Välittömimmät seuraukset aiheutuvat louhintaan liittyvistä räjäytyksistä. Räjäytysten paineaalto tappaa kalat noin 20 metrin säteellä ja voi aiheuttaa kaloille fyysisiä vammoja useiden kymmenien metrien etäisyydellä. Melu voi aiheuttaa kalojen karkottumista ja käyttäytymismuutok-

sia. Melun ja räjäytysten vakavien vaikutusten vyöhykkeeksi arvioitiin yksi kilometri ja mahdollisten vaikutusten vyöhykkeeksi viisi kilometriä työkohteista.

Vesistörakentamisen seurauksena menetetään merenpohjan habitaattia noin 40 hehtaaria. Ruopattavilla alueilla tuhoutuu karisiian ja silakan kutualueita sekä silakan, karisiian ja muikun poikashabitaattia. Hanhikiven edustan merialueella on runsaasti kyseessä olevien kalalajien kutualueita, joten kutualueiden tuhoutumisella ei ole merkittävää vaikutusta alueen poikastuotantoon kokonaisuutena. Habitaatin menetyksestä aiheutuva kalataloudellinen haitta arvioitiin kohtalaiseksi. Aallonmurtaajien ja muiden kiinteiden rakenteiden vaikutukset virtaamiin jäävät vähäisiksi, ja niiden yhteyteen voi muodostua myös uusia suojaisempia elinympäristöjä kalojen hyödynnettäväksi. Vaikutusalueella on vain vähän kevatkuutisten kalalajien lisääntymisalueita, joten niiden kantoihin rakentamisella ei ole merkittävää vaikutusta.

Kohonneet kiintoainepitoisuudet voivat aiheuttaa lähinnä kalanpoikasten ja mädin vahingoittumista tai tuhoutumista. Veden samentuminen vaikeuttaa kalojen ravinnonkäyttöä ja vaikuttaa haitallisesti myös kalojen ravintokohteisiin, muun muassa eläinplanktoniin. Samentumisen aiheuttamat haitat lievenevät nopeasti työkohteiden ulkopuolella, ja niiden aiheuttamat haitat arvioitiin kokonaisuudessaan vähäisiksi ja vaikutusalueen laajuudeksi maksimissaan kaksi kilometriä työkohteesta.

Meriharjus nousee keväällä kudulle vesistötyökohteiden läheisyydessä sijaitsevaan Liminkaojaan. Hankkeella saattaa olla siten vaikutusta harjuksen kutuvaellukseen, jos louhintoja tehdään harjuksen vaellusajankohtana.

Pyhäjoen ja Raahen edustalla ei sijaitse merkittäviä lohen tai taimenen kutujokia. Hanhikiven editse kulkee kuitenkin lohen ja vaellussiian vaellusreitit. Rakennustöiden aiheuttama melu ja vedenlaadun muutokset voivat osin muuttaa vaellusreitit, mutta ne eivät vaikuta kalojen kykyyn löytää omaan kutujokeensa.

### **Kalastus**

Rakentamisen aikaiset vaikutukset kalastukseen ovat merkittäviä. Rakentamisen aikana kalastus vesistötyökohteilla ja niiden välittömässä läheisyydessä estyy. Vesistötyöt voivat karkottaa kaloja myös laajemmalla alueella, ja niillä saattaa olla vaikutusta kalojen vaellusreitteihin. Erityisesti louhinnassa syntyy voimakasta vedenalaista melua, joka saattaa karkottaa kaloja laajalta alueelta. Todennäköisistä vaikutukset ovat merkittäviä ainakin kilometrin säteellä räjäytyskohteista. Räjäytystöiden aikana saattaa ilmetä muutoksia kalojen käyttäytymisessä vielä noin viiden kilometrin etäisyydellä räjäytyskohteista.

Alueen kalastus perustuu pitkälti siian pyyntiin. Vesistötyöt tuhoavat karisiian ja silakan kutualueita ruoppausalueilla ja vaikuttavat ainakin silakan kutuun häiritsevästi kolmena peräkkäisenä rakentamisvuotena. Hankkeella voi olla haitallisia vaikutuksia siian kalastukseen hankkeen lähi-alueella, koska siika käyttää ravintonaan silakan mätiä.

Jos pyynti työkohteiden läheisyydessä onnistuu, likaantuvat pyyntivälineet veden samentumisesta johtuen normaalia enemmän. Tosin ruopattavassa materiaalissa on hyvin vähän orgaanista ainesta, joten likaantumishaitta lienee vähäinen ja

rajoittuu pääosin suppealle alueelle, enimmillään muutaman kilometrin etäisyydelle työkohteista.

### **7.4.3.2 Meriläjityksen vaikutukset**

Meriläjityksen vesistö- ja kalatalousvaikutuksia on seuraavassa tarkasteltu hankkeen meriläjitysalueen vesilupahakemuksen pohjalta (*Fennovoima Oy 2013c*).

#### **Vesistövaikutukset**

Vaikutukset liittyvät meriläjityksen aiheuttamaan veden samenessen ja sitä kautta kalastoon ja kalastukseen. Meriläjitysalue sijaitsee avomerellä, Hanhikiven niemestä noin 9,5 kilometriä lännen suuntaan. Matkaa alueelta lähimpiin saariin on noin 10 kilometriä. Läjitysalue on laajuudeltaan noin 190 hehtaaria.

Suurin osa (noin 90 %) läjitettävästä materiaalista on kärkeä ja hienoa hiekkaa, joka laskeutuu nopeasti. Mallilaskelmien perusteella läjitystoiminnan aiheuttama sameus laskee yhden prosentin tasolle selvästi alle vuorokauden kuluessa läjityksestä. Sameusvaikutukset jäävät pääasiassa läjitysalueen sisälle. Mikäli läjitettävä massa on hienompirakeista, sameusvaikutukset voivat ulottua 2–4 kilometrin päähän läjityskohteesta. Sameutta ilmenee tuolloin lähinnä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Laajimmillaan Suomen olosuhteissa sameusvaikutuksia meriläjitysalueilla on havaittu 3–4 kilometrin etäisyydellä varsinaisesta läjityspaikasta. Sameusvaikutusten havaitseminen ranta-alueilla tai niiden läheisyydessä on epätodennäköistä. (*Luode Consulting Oy 2012*)

Myös meriläjitysalueen pohjan laatu vaikuttaa veteen sekoittuvan kiintoaineen määrään läjitystilanteessa. Hanhikiven edustan merialueelta otettujen näytteiden perusteella pohja läjitysalueella on kovaa hiekkaa, joka ei sekoitu läjityskuormien vaikutuksesta ympäröivään vesimassaan laaja-alaisesti. Mahdollisesti resuspendoitunut hiekka laskeutuu nopeasti eikä leviäminen virtausten mukana ole todennäköistä. Tulosten perusteella kovimmillakin mitatuilla virtausnopeuksilla läjityksestä aiheutuvan pohjasamentuman kulkema matka ennen kiintoaineen uudelleen laskeutumista olisi noin kahden kilometrin luokkaa, kun läjitettävän materiaalin laskeutumisnopeudeksi on valittu 0,8 millimetriä sekunnissa (mm/s), mikä vastaa jäädytysvesimallinnuksessa käytettyä laskeutumisnopeutta hienoimmalle havaitulle rakeelle. Samentuma laimenisi kuitenkin voimakkaasti sekoittumisen ansiosta. Kokemuksen mukaan myös merenpohjassa tavattavat kovat savimassat pysyvät suhteellisen hyvin kasassa sekä ruoppauksen että läjityksen aikana.

Pohjanläheiset virtaukset voivat kuljettaa läjitettyä materiaalia kohti rantaa myös varsinaisen läjitysjakson jälkeen. Läjitysalueella tehtyjen virtausmittausten perusteella kovimmat virtaukset kulkevat pääasiassa koillisen ja lounaan suuntaan, jolloin kiintoaineen kulkeutuminen rannikolle on erittäin epätodennäköistä.

Läjitysalueella ei kasva vesikasveja merenpohjan syvyydestä johtuen. Alueella ei siten esiinny arvokkaita merialaisia luontotyyppisiä, joille aiheutuisi vahinkoja.

Läjitysalueella pohjaeläimet hautautuvat läjitettävän materiaalin alle. Pohjaeläimistö palautuu muutamassa vuodessa läjitysten loputtua.

### Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen

Alustavan suunnitelman mukaan merialueelle läjitetään rakentamisaikaisia ruoppausmassoja kolmena vuotena ja sen jälkeen noin 10 vuoden välein väylän ylläpitoruoppauksista syntyviä massoja. Läjitykseen liittyvän melun, kiintoaineksen, habitaatin menetyksen ja virtausolosuhteiden muutoksen kalataloudelliset vaikutukset arvioitiin vähäisiksi. Läjitysalueella ja sen lähiympäristössä ei ole kalojen lisääntymisalueita. Lohen ja todennäköisesti myös vaellussiian vaellusreittejä kulkee läjitysalueen läheisyydessä, ja vaellusreittien tilapäiseen muuttumiseen läjityksellä voi olla lyhytaikaista vaikutusta. Läjityksestä aiheutuva sameus rajoittuu paljolti pohjan tuntumaan. Vaelluskalat vaeltavat kuitenkin pintakerroksessa, jossa sameusvaikutukset ovat vähäisiä. Siten samentumisen haitalliset vaikutukset vaellukseen arvioitiin hyvin satunnaisiksi ja merkitykseltään vähäisiksi.

Ruoppausmassojen meriläjitysalueella ei ole kalastuspaikkoja, mutta on mahdollista, että kalastus melun ja veden samentumisen vuoksi häiriintyy tai estyy läjitysalueen tai proomureitin lähellä. Sameuden arvioidulla maksimivaikutusalueella on muutamia ammattikalastajien verkkokalastuspaikkoja, mutta kalastus painottuu kuitenkin läjitysalueen ympäröiville matalikoille.

#### 7.4.3.3 Muut vaikutukset

Rakentamisen aikaiset räjäytys-, louhinta- ja kivenmurskaustyöt aiheuttavat kiintoaine- ja typpikuormaa hulevesiin. Lisäksi rakennustyömaalta lähteivissä hulevesissä saattaa esiintyä tyypillisesti öljyä. Kuormitusta vähennetään ohjaimella vesiä tarvittaessa lietteenerotuskaivojen ja öljynerotimien kautta mereen. Mikäli näitä vesiensuojeluratkaisuja toteutetaan riittävässä määrin, kiintoaineesta ja öljystä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia meriekosysteemiin. Myös epäorgaanisen typen kuormituksen aiheuttamat vaikutukset jäävät korkeintaan vähäisiksi johtuen rakentamisen väliaikaisuudesta ja siitä, että Hanhikiven merialueella perustuotannon kasvua rajoittaa pääasiassa fosfori. Lisäksi hulevesissä olevat epäorgaanisen typen pitoisuudet laimenevat nopeasti avoimella merialueella.

Ydinvoimalan rakentamisesta maasta veteen johtuva melu voi aiheuttaa kalojen karkottumista hankealueen välittömässä läheisyydessä.

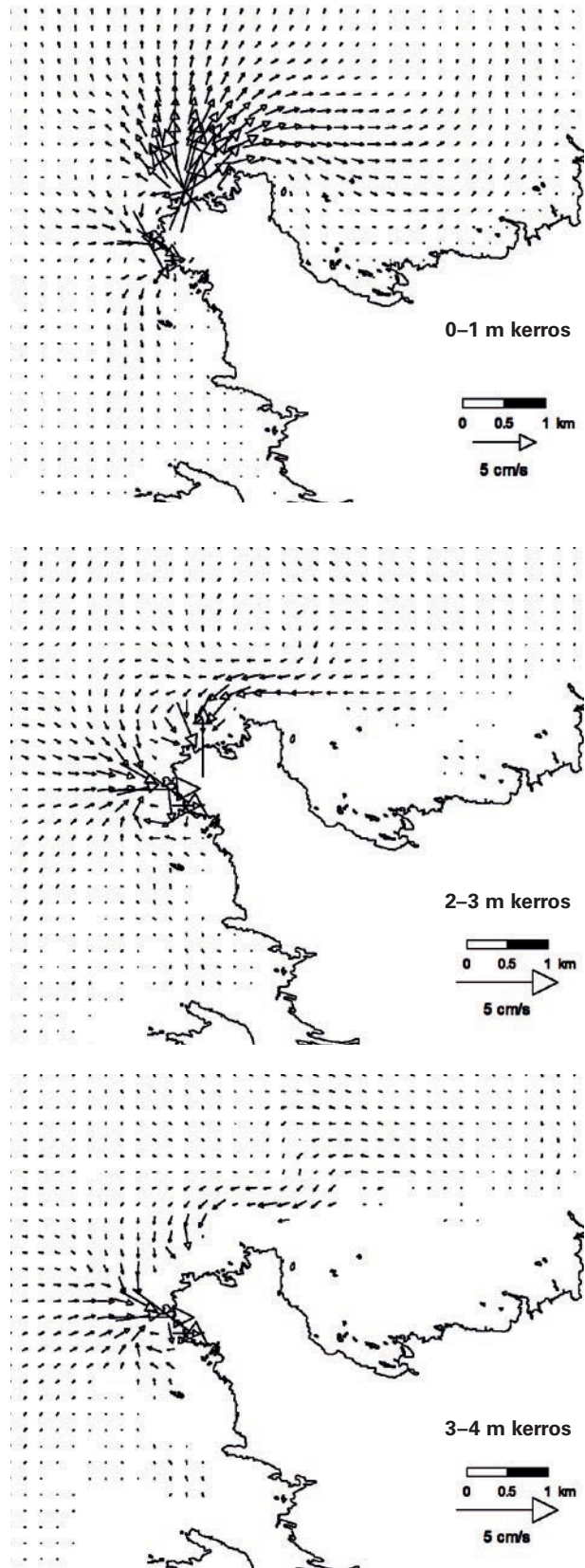
### 7.4.4 Käytön aikaiset vaikutukset

Vesistövaikutukset koostuvat jäähdytysvesien, puhdistettujen prosessi- ja pesuvesien ja vedenoton aiheuttamista vaikutuksista. Puhdistetut prosessi- ja pesuedet johdetaan mereen jäähdytysvesien mukana. Sosiaalijätevedet johdetaan kunnalliseen jätevedenpuhdistamoon.

#### 7.4.4.1 Jäähdytysvesien vaikutukset

##### Virtaukset

Voimalaitoksen jäähdytysvedenotto ja -purku vaikuttavat merialueen virtauksiin paikallisesti. Virtausvaikutuksia arvioitiin Suomen YVA Oy:n mallitarkastelulla (Kuva 7-19), jossa virtaukset esitettiin toteutusvaihtoehdon ja nollavai-



**Kuva 7-19.** Jäähdytysvesien aiheuttama virtausten muutos vesikerroksissa 0–1 m, 2–3 m ja 3–4 m kesäkuun 2012 keskimääräiseen virtaustilanteeseen. Virtausten muutos on laskettu vähentämällä toteutusvaihtoehdon virtaustilanteesta nollavaihtoehdon virtaustilanne.



toehdon erotuksena. Virtausmallinnuksen lähtötilanteena käytettiin vuoden 2012 kesäkuun keskimääräisiä virtauksia ja virtausten muutoksia tarkasteltiin kuudella eri syvyydellä (0–1 m, 2–3 m, 3–4 m, 5–7 m, 7–9 m ja 9–11 m).

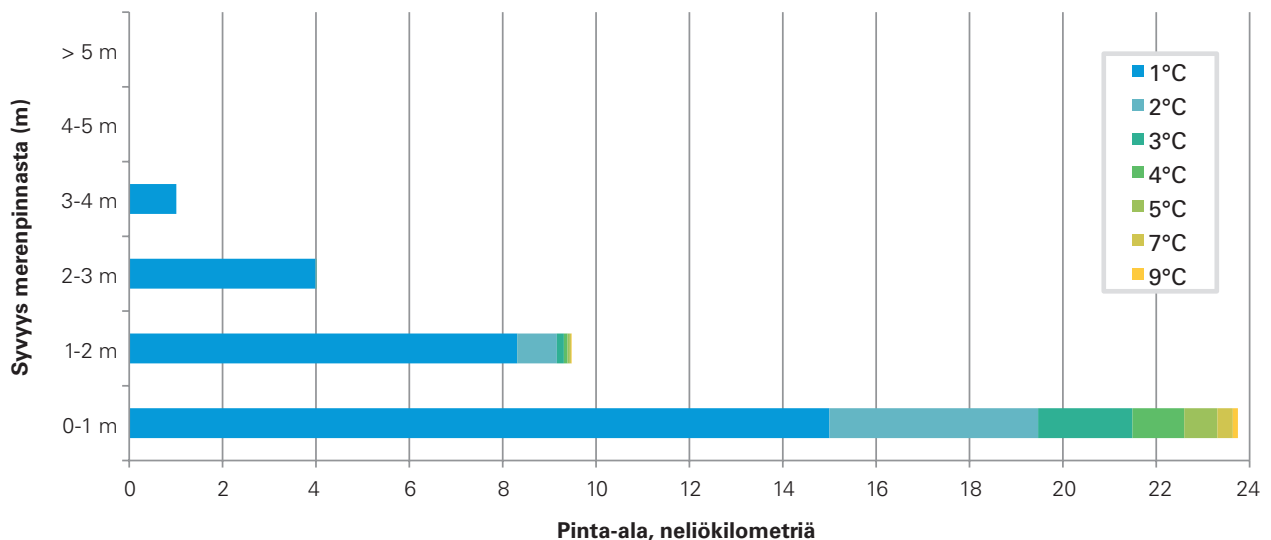
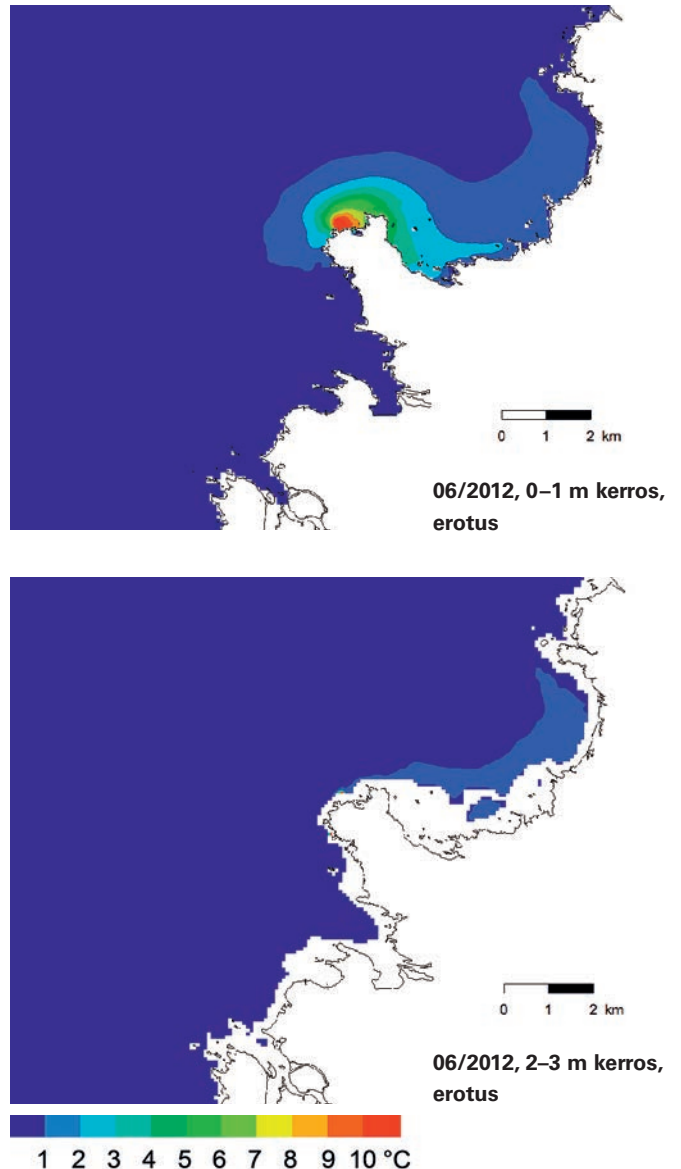
Jäähdytysveden purkamisen vaikutukset virtauksiin ovat havaittavissa selvästi pintakerroksessa (0–1 m), kun taas jäähdytysveden oton vaikutukset syvemmissä kerroksissa. Syvimässä kerroksessa (9–11 m) vaikutuksia ei enää voida todeta.

### Meriveden lämpötila

Voimalaitoksen jäähdytysvedet aiheuttavat lämpökuormitusta merialueelle. Jäähdytysvesi lämpenee voimalaitoksen läpi virratessa 10–12 °C astetta. Lämpötilakuormituksen vaikutuksia meriveden lämpötiloihin arvioitiin Suomen YVA Oy:n mallitarkastelulla, jossa oletuksena oli jäähdytysveden lämpötilan nousu 12 °C asteella.

Voimalaitoksen purkuvesien lämmittävää vaikutusta eri syvyyksillä arvioitiin kesäkuun 2012 (1.6.–1.7.) keskilämpötilakentästä. Lämpötilan nousu laskettiin vähentämällä toteutusvaihtoehdon lämpötilakentästä nollavaihtoehdon lämpötilakenttä. Lämpövaikutukset ovat suurimmillaan pintavedessä (0–1 m) ja vaimenevat syvemmälle mentäessä. Suurimmat lämpötilanousut (yli 9 °C) voidaan todeta vain pintavedessä suppealla pinta-alalla (0,12 neliökilometriä) (Kuva 7-20 ja Kuva 7-21). Viiden asteen nousu pintavedessä rajoittuu 0,69 neliökilometrin suuruiselle alalle ja yhden asteen nousu noin 15 neliökilometrin alalle. Syvemmissä kerroksissa lämpötilan nousu on vähäistä, eikä poiston aiheuttama lämpötilan nousu ylittänyt yhtä astetta yli neljän metrin syvyydellä.

**Kuva 7-20.** Jäähdytysvesien aiheuttama lämpötilan nousu vesikerroksissa 0–1 metriä ja 2–3 metriä kesäkuun keskimääräisessä lämpötilakentässä. Lämpötilan nousu on laskettu vähentämällä toteutusvaihtoehdon lämpötilakentästä nollavaihtoehdon lämpötilakenttä.



**Kuva 7-21.** Pinta-ala, joilla lämpötilan nousu ylittää 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 9 °C astetta kesäkuun keskimääräisessä lämpötilakentässä.

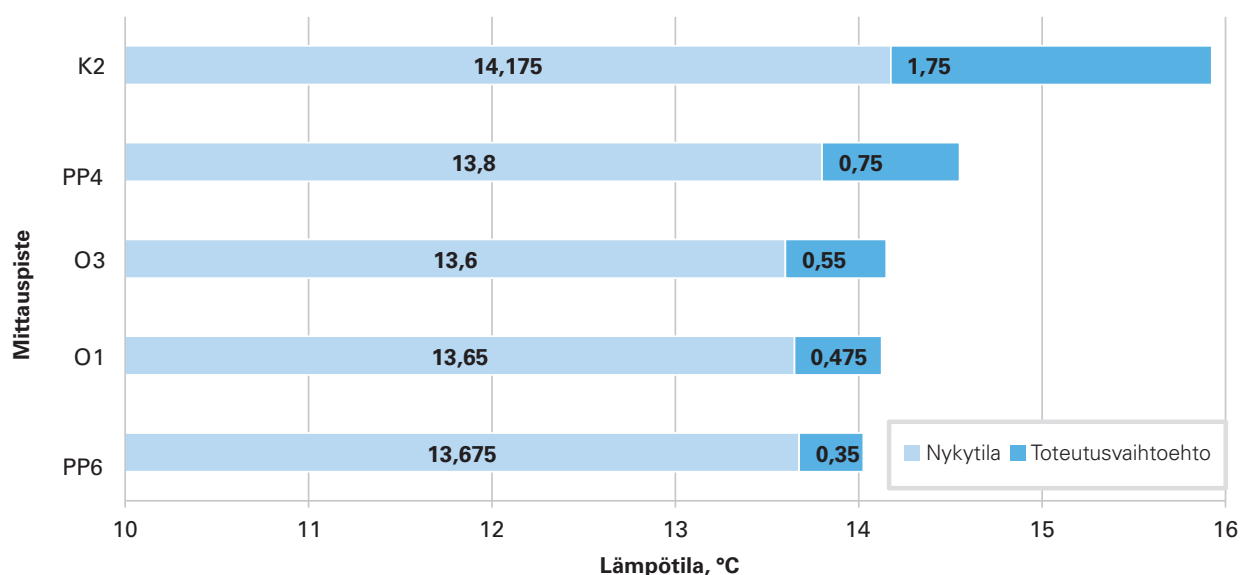
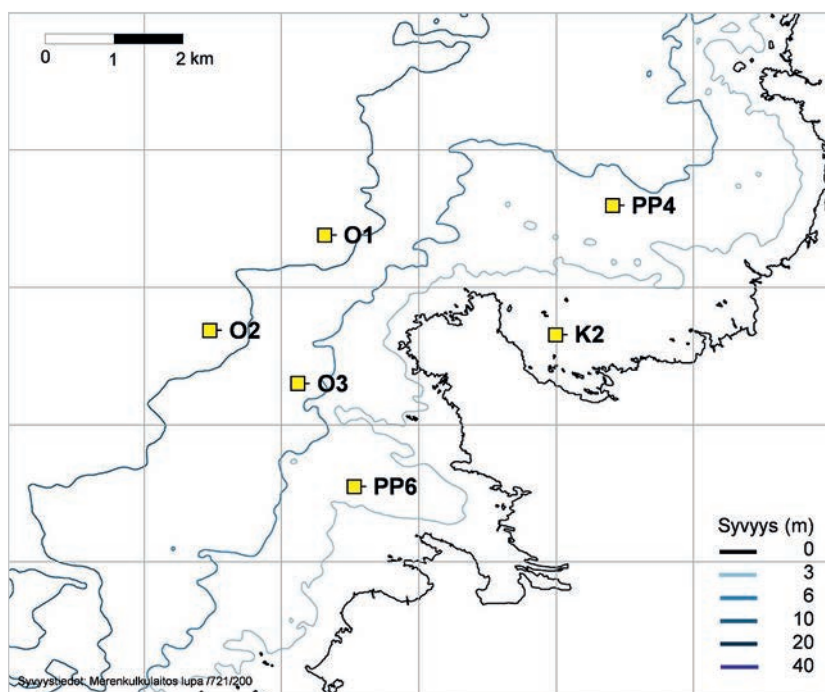
Jäähdytysvesien vaikutusten vuosien välistä vaihtelua tarkasteltiin pintaveden (0–1 m) osalta jaksojen 15.7.–15.8. keskilämpötilakentän perusteella vuosina 2009–2013. Tämä heinä-elokuulle osuva jakso valittiin sillä perusteella, että tuolloin merivesi on lämpimimmillään, ja kesäaikaiset jäähdytysvesien vaikutukset suurimmillaan. Suurimmat lämpötilanousut (yli 9 °C) voidaan todeta suppealla 0,09–0,19 neliökilometrin laajuisella alueella jäähdytysveden purkupisteen tuntumassa (Kuva 7-23). Viiden asteen nousu pintavedessä rajoittuu noin 0,54–0,82 neliökilometrin suuruiselle alalle ja yhden asteen nousu 8,0–13 neliökilometrin alalle. Veden lämpötilan yli kahden asteen keskimääräinen nousu rajoittuu kaikissa tilanteissa noin 2–3 kilometrin etäisyydelle jäähdytysveden purkupaikasta. Hetkellisissä tilanteissa lämmin jäähdytysvesi voi kulkeutua selvästi tässä esitettyjä keskiarvotilanteita pidemmälle.

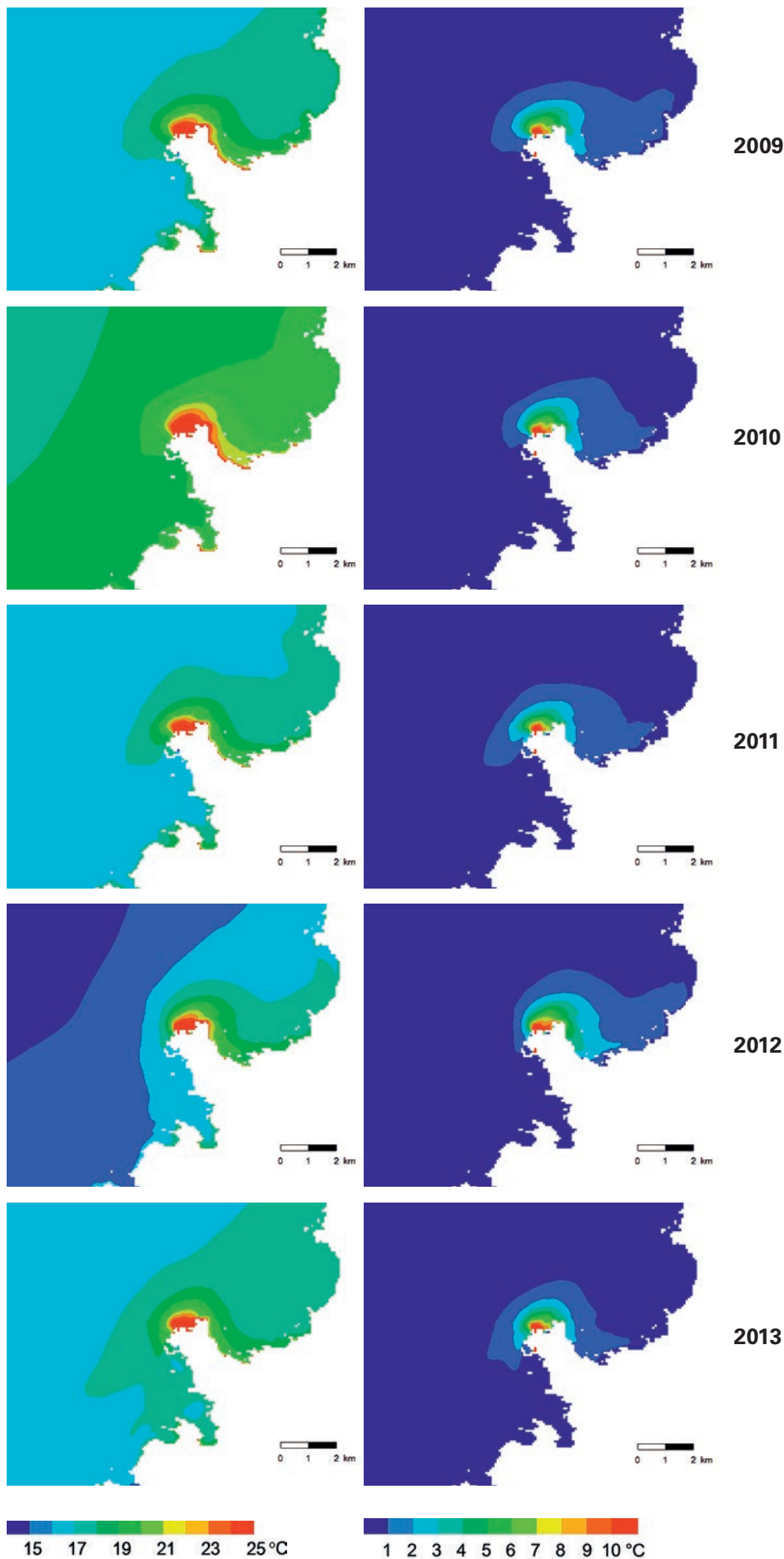
Jäähdytysvesien vaikutusten alueellista vaihtelua tarkasteltiin pintaveden (0–1 m) osalta kesäkauden (kesäkuu–syyskuu) vuosien 2009–2013 keskimääräisenä meriveden lämpötilan muutoksena viidessä mittauspisteessä Hanhikiven niemen ympäristössä (Kuva 7-22). Meriveden lämpötilan nousu jää keskimäärin alle yhden asteen lukuun ottamatta Takarannan edustan matalaa merialuetta (mittauspiste K2).

Tyypillistä lämpöpäästön leviämistä eri tuuliolosuhteissa arvioitiin laskemalla lämpötilan nousut sääaineistosta poimituilla kolmen päivän jaksoilla, joilla vallitsi samansuuntaiset tuulet. Lounaistuulille valittiin kahden vuorokauden jakso heinäkuulta 2009 ja pohjoistuulille toinen kahden vuorokauden jakso samalta kuulta.

Tyypillisillä lounaistuulilla lämpöpäästö pyrkii kertymään Hanhikiven pohjoisen puoleiseen Kultalanlahteen, jolloin yhden asteen lämmennyt alue on suuri pohjoistu-

**Kuva 7-22.** Mittauspisteillä mallinnettu keskimääräinen meriveden lämpötilan nousu. Lähtöaineistona on käytetty vuosien 2009–2012 mittaustuloksista johdettua keskiarvoa. Keskiarvokeima todetuissa ja mallinnetuissa lämpötiloissa on 0,3–0,4 °C astetta.





**Kuva 7-23.** Veden lämpötilat voimalaitoksen käydessä (vasemmalla) ja jäähdytysvesien aiheuttama lämpötilan nousu (oikealla) pintavesikerroksessa (0–1 metriä) jakson 15.7.–15.8. keskiarvotilanteessa vuosina 2009–2013. Lämpötilan nousu on laskettu vähentämällä toteutusvaihtoehdon lämpötilakentästä nollavaihtoehdon lämpötilakenttä.

litilanteeseen verrattuna. Lämmin vesi sekoittuu kuitenkin kohtuullisen hyvin rannikon suuntaiseen virtaukseen. Pohjoistuulilla rannikolla tapahtuu kerrostuneessa tilanteessa kumpuamista, jolloin tuuli painaa lämpimän pintaveden ulapalle, ja kylmä pohjan läheinen vesikerros kiertyy syvemmältä pintakerrokseen. Näissä olosuhteissa voimalaitoksen lämpöpäästö laimenee tehokkaasti kumpuvaan kylmään veteen, ja lämmönnousualueet jäävät lounaistuulitilanteita pienemmiksi. (Kuva 7-24)

### Jäätilanne

Lämpötilakuormituksen vaikutuksia merialueen jäätilanteeseen arvioitiin Suomen YVA Oy:n mallitarkastelulla. Talvijakson simuloinnit suoritettiin käyttämällä talvien 2010–2011 ja 2012–2013 olosuhdetietoja simulointijakson ollessa 1.11.–1.3. Jäätyminen alkoi molempina laskentavuosina noin 1.12., ja noin 1.1. mennessä koko Perämeri oli jäätynyt umpeen.

Mallinnuksen perusteella jäähdytysveden purkaminen pitää veden avoimena ja aiheuttaa jään ohenemista pääasiassa Hanhikiven pohjois- ja itäpuolilla. Virtaussuuntien vaihtuessa avoimen alueen sijainti voi siirtyä lännen, pohjoisen ja idän välillä. Avoimen alueen laajuus ja heikkojen jäiden alueet riippuvat suuresti talven lämpötilaolosuhteista. Mallinnetuista tilanteista jäätalvi 2011 oli ankarampi kuin jäätalvi 2013, joka oli keskimääräinen. Tästä johtuen jään paksuus oli vuonna 2011 selvästi suurempi ja avoin alue pienempi kuin vastaavana ajankohtana vuonna 2013 (Kuva 7-25).

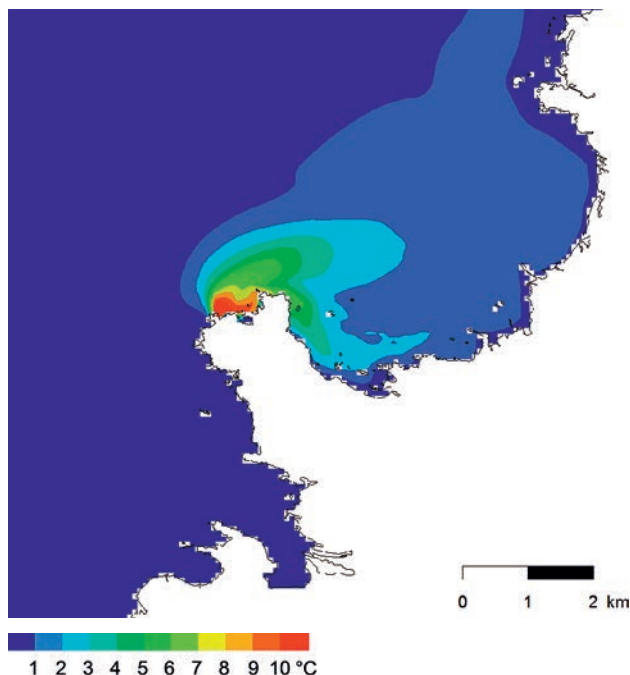
Jäähdytysvesien vuoksi avoimena olevan vesialueen laajuus on suurimmillaan luonnollisesti silloin, kun Perä-

meren jääpeite on vielä ohut eli tammikuussa. Tuolloin avoimen alueen laajuus voi vaihdella hyvinkin paljon. Mallinnuksen mukaan vuoden 2011 tammikuun jäätilanteessa avoimen alueen koko on 2,2 neliökilometriä, kun taas vuoden 2013 tammikuun jäätilanteessa se on 26 neliökilometriä. Talven edetessä ja jääpeitteen paksuuntuessa erot jäätalvien välillä vähenevät mallinnuksessa siten, että helmi-maaliskuussa avoimen vesialueen laajuus on 2,4–4,5 neliökilometriä. Samaan aikaan avoin vesialue ulottuu noin 2–5 kilometrin etäisyydelle purkupisteestä ja ohenneen jään (paksuus alle 15 cm) alue noin 0,5–2 kilometriä etämmälle.

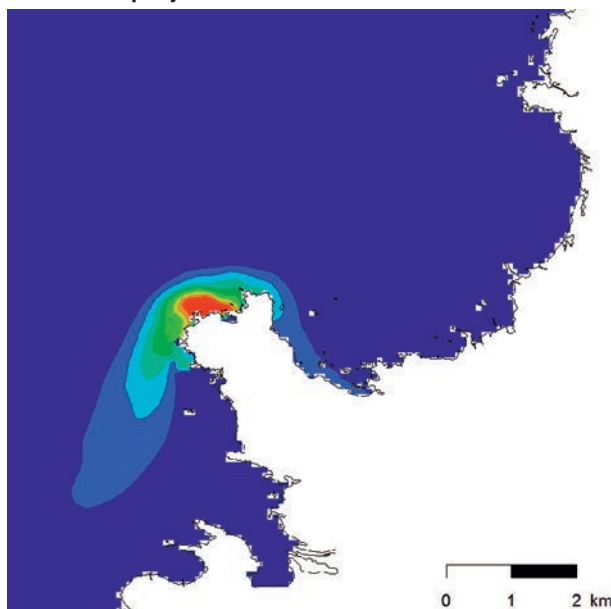
### Vedenlaatu

Jäähdytysveden laatu ei lämpötilan nousua lukuun ottamatta muutu voimalaitoksen läpi virratessa, sillä jäähdytysvesi otetaan Hanhikiven rannan tuntumasta ja myös puretaan Hanhikiven rannan tuntumaan. Lämmin jäähdytysvesi voi tietyissä olosuhteissa voimistaa luontaista lämpötilakerrostuneisuutta kesällä, jolloin alttiut pohjanläheisiin happikatoihin kasvaa. Hanhikiven edustalla ei kuitenkaan ole tällaisia happikadoille alttiita syvänteitä tai veden vaihtuvuudeltaan huonoja alueita. Lisäksi Hanhikiven merialueen happitilanne on tehtyjen mittausten ja vesianalyyysien perusteella todettu hyväksi myös syvemmissä vesikerroksissa. Alueelle ei myöskään kohdistu orgaanisen aineksen kuormitusta, joka voisi yhdessä lämpimän jäähdytysveden kanssa aiheuttaa hapen vähenemistä pohjanläheisessä vesikerroksessa sekä veden kerrostuneisuuden voimistumisen että lämmön aiheuttaman orgaanisen aineksen nopeutuneen hajoamisen kautta. Näin ollen hankkeella ei arvioida olevan

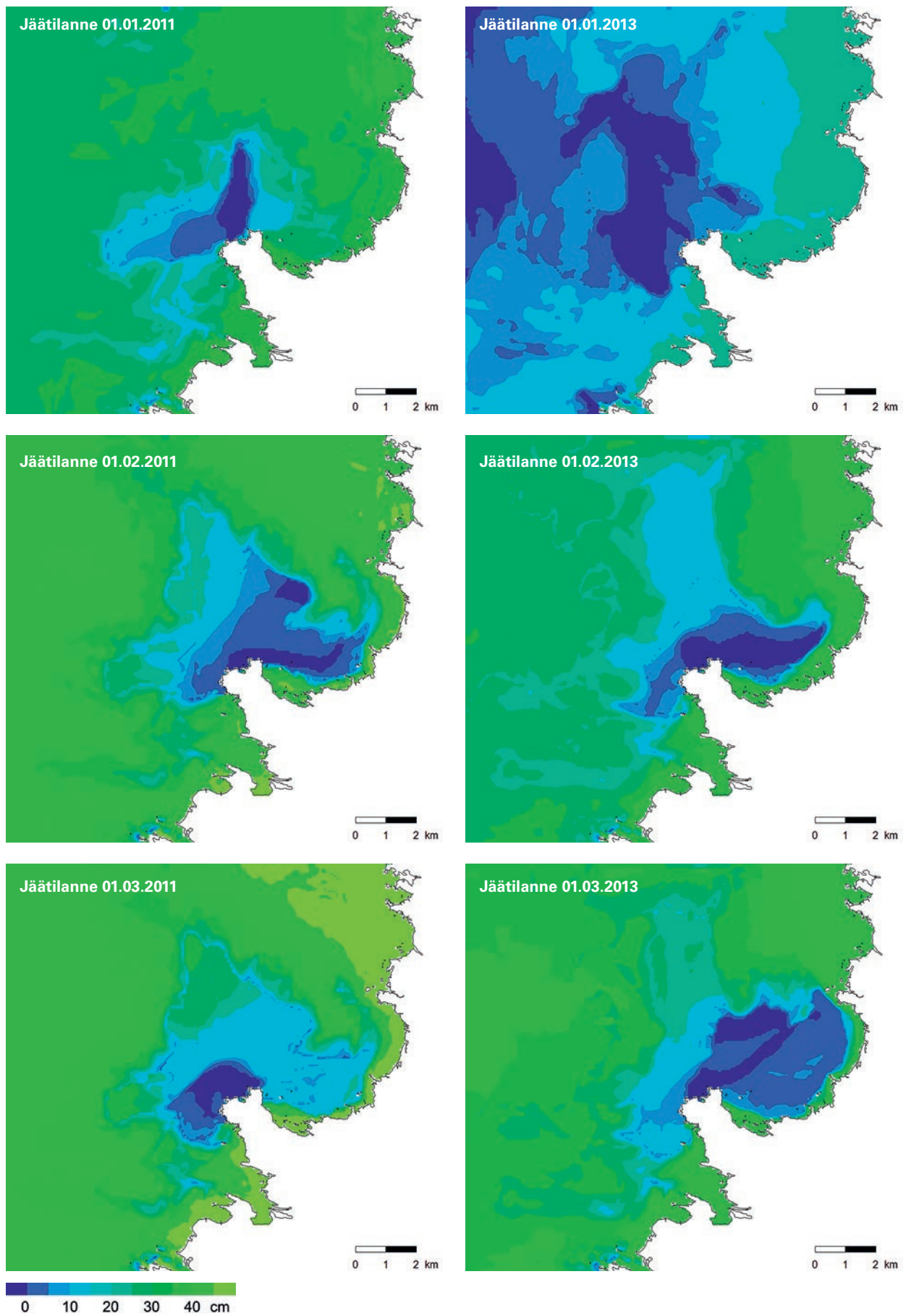
**Pintakerros lounaistuulet**



**Pintakerros pohjoistuulet**



**Kuva 7-24.** Jäähdytysvesien aiheuttama pintakerroksen (0–1 metriä) keskimääräinen lämpeneminen lounais- ja pohjoistuulilla.



**Kuva 7-25.** Jäähdytysvesien mallinnetut vaikutukset vuosien 2011 ja 2013 jäätilanteissa.

vaikutuksia merialueen happitilanteeseen. Jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien yhteisvaikutuksia on käsitelty luvussa 7.4.4.2.

### Kasvi- ja eläinplankton

Lämpökuorman on jäähdytysvesialueilla tehdyissä tutkimuksissa havaittu kasvattavan purkualueen perustuotantoa. Perämerellä kasviplanktonituotantoa rajoittaa erityisesti avovesikauden lyhyys. Lämpimät jäähdytysvedet pidentävät avovesiaikaa ja näin edelleen kasvukautta, joten kasviplanktonin vuosituotanto purkualueella kasvaa. Lämpimän veden hajotustoimintaa kiihdyttävä vaikutus voi nopeuttaa ravinteiden kiertoa tuottajien ja hajottajien välillä ja osaltaan kasvattaa kasviplanktonituotantoa purkualueella. Tuotannon kasvun on kuitenkin tutkituilla lämpimän veden purkualueilla havaittu rajoittuvan lämmenneelle vesialueelle. Kasviplanktonilajiston on havaittu muuttuvan lämpimän veden vaikutuksesta, mikä voi johtua lämpökuorman suorista tai epäsuorista vaikutuksista. Esimerkiksi kasviplanktonin optimaalinen lämpötila vaihtelee eri lajien mukaan.

Hanhikiven niemen merialueella kesäajan klorofyllipitoisuudet ja kasviplanktonnäytteiden biomassat ovat kuvastaneet karuutta. Jäähdytysvesien lämpökuorman arvioidaan kasvattavan kasviplanktonin vuosituotantoa purkualueella jonkin verran. Myös lajistossa ja vuodenaikaisissa runsaussuhteissa voi tapahtua muutoksia. Hankkeen vaikutusten Perämeren alueen kasviplanktoniyhteisöön arvioidaan kuitenkin jäävän merkityksettömäksi ja rajoittuvan lämmenneelle alueelle.

Sinilevien massakukinnat ovat tyypillisiä rehevöityneillä merialueilla varsinkin loppukesäisin, jolloin tyyppi toimii kasvua rajoittavana ravinteena. Perämerellä sinilevien massakukintoja ei kuitenkaan esiinny muun muassa alueen niukkaravinteisuuden ja fosforirajoitteisuuden vuoksi. Myös Hanhikiven merialueella perustuotantoa rajoittaa pääasiassa fosfori, minkä takia sinileväkukinnat ovat melko epätodennäköisiä, vaikka sinilevien tiedetään usein runsastuvan lämpimissä vesissä ja niiden määrin on havaittu nousevan jäähdytysvesien purkualueilla.

Hankkeella ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia eläinplanktoniyhteisöön, sillä suomalaisisten ja ulkomaisten tutkimusten mukaan jäähdytysvesien ei ole havaittu aiheuttavan merkittäviä muutoksia alueiden eläinplanktoniyhteisöissä.

### Vesikasvillisuus

Jäähdytysvesien aiheuttamalla eroosiolla voisi olla vaikutuksia vesikasvillisuuteen pohjan muuttumisen vuoksi. Hanhikiven merialueella hankkeen aiheuttamia eroosiovaikutuksia ei juuri synny Hanhikiven edustan merenpohjan koostuessa lähinnä karkearakeisesta maa-aineksesta tai kalliosta. Pohjan laadusta ja muodosta sekä aallokon ja jään aiheuttamasta eroosiosta johtuen Hanhikiven merialueen vesikasvillisuus on osoittautunut vähäiseksi. Suojaisimmat ja monimuotoisimmat alueet sijaitsevat matalissa lahdissa Takarannan ja Kultalanlahden alueilla.

Jäähdytysveden lämmittävä vaikutus kiihdyttää vesikasvillisuuden kasvua, ja kehitys muistuttaa paljolti rehevöitymistä. Tyypillisesti purkualueella runsastuvat rihmalevät,

esimerkiksi ahdinparta (*Cladophora glomerata*) ja muutamat lämpökuormaa hyvin sietävät putkilokasvilajit, kuten hap-sivita (*Potamogeton pectinatus*) ja tähkä-ärviä (*Myriophyllum spicatum*). Jäiden kasvillisuutta irrottavan vaikutuksen puuttuminen voi aiheuttaa lajistomuutoksia rantavyöhykkeen kasvillisuuteen talvisin sulana pysyvällä alueella.

Sulalla alueella monivuotiset lajit, esimerkiksi järviruoko (*Phragmites australis*) voivat vallata tilaa muilta lajeilta.

Hankkeen arvioidaan kasvattavan vesikasvillisuuden kokonaistuotantoa ja muuttuvan lajiston koostumusta muun muassa lisäämällä rihmalevien kasvua lämpenevällä alueella. Näiden vaikutusten arvioidaan ulottuvan alueelle, jolla lämpötilan nousu on keskimäärin vähintään yhden asteen. Epäsuotuisimmassa tuuliolosuhteissa tällainen alue kattaa koko Kultalanlahden.

Uhanalaiseksi luokiteltuja näkinpartaisniittyjä esiintyy muun muassa jäähdytysveden purkupaikan kohdalla ja siitä muutaman kilometrin päässä sijaitsevalla Takarannan alueella. Jäähdytysvesien purulla on todennäköisesti haitallisia vaikutuksia näkinpartaisniittyihin lämmenneellä alueella pitkällä aikavälillä alueen rehevöityessä. Vuonna 2012 tehtyjen havaintojen perusteella näkinpartaisniityt ovat kuitenkin melko yleisiä suojaisissa poukamissa, joita on muun muassa Hanhikiven eteläpuolella ja Kultalanlahden pohjoispuolella. Näille alueille jäähdytysvesien vaikutukset eivät ulotu.

### Pohjaeläimistö

Hanhikiven edustan merenpohjan pohjaeläimistö koostuu lähinnä kovan pohjan lajeista. Jäähdytysvesien mahdolliset vaikutukset ovat lähinnä välillisiä ja suurimmaksi osaksi seurausta perustuotannossa tapahtuneista muutoksista. Koska perustuotannossa ei arvioida tapahtuvan suuria muutoksia, pohjalle kerääntyvän orgaanisen aineksen määrän lisääntyminen arvioidaan pieneksi, eikä pohjaeläimiin siten arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia. Pohjaeläimiin kohdistuvat vaikutukset jäävät paikallisiksi.

### Tulokaslajit

Amerikanmonisukasmatoa (*Marenzelleria viridis*) tavataan Hanhikiven edustalla, ja jäähdytysvesien vaikutuksesta se voi paikallisesti runsastua lämmenneellä vesialueella. Amerikanmonisukasmadon on kuitenkin havaittu runsastuneen koko Itämeren alueella, eikä jäähdytysvesien lämpökuorman arvioida vaikuttavan lajin yleistymiseen Perämerellä yleensä.

Amerikankampamaneettia (*Mnemiopsis leidyi*) ei ole ainaakaan toistaiseksi tavattu Perämerellä. Sen leviämistä sinne rajoittavat todennäköisesti vähäinen eläinplanktonin määrä ja mahdollisesti myös meriveden alhainen suolapitoisuus yhdistettynä muihin ympäristötekijöihin, kuten kylmyyteen. Jäähdytysvesien lämmittävä vaikutus kohdistuu ranta-alueen tuntumaan ja pintakerrokseen, kun taas amerikankampamaneettien esiintyminen on Itämerellä rajoittunut syviin vesiin. Lämpimillä jäähdytysvesillä ei ole myöskään yleisesti havaittu olevan juuri vaikutuksia eläinplanktoniyhteisöihin. Hankkeella ei näin ollen katsota olevan sellaisia vaikutuksia amerikankampamaneetin esiintymiseen, jotka voitaisiin erottaa Itämeren tilan yleisestä muutoksesta.

Itämeren tulokaslajeihin kuuluvat myös vaeltajasimpukoihin kuuluvat vaeltajasimpukka (*Dreissena polymorpha*) ja valekirjosimpukka (*Mytilopsis leucophaeata*). Kumpaakaan vaeltajasimpukkalajeista ei tiettävästi ole tavattu Perämeren alueella. Voimalaitoksen jäähdytysvesien purkaminen voisi luoda lämpiävälle vesialueelle sopivat elinolosuhteet vaeltajasimpukoille. Perämeren kylmyys kuitenkin rajoittaa vaeltajasimpukoiden menestymistä lämpiävän alueen ulkopuolella eli jäähdytysvesien ottoalueilla tai Perämerellä laajemmin. Myös alhainen suolapitoisuus voi toimia simpukan menestystä rajoittavana tekijänä.

Voimalaitoksilla simpukoita voidaan torjua mekaanisesti ja kemiallisesti turvallisuus- ja tuotantovaikutusten välttämiseksi.

#### 7.4.4.2 Puhdistettujen prosessi-, pesu- ja sosiaalivesien vaikutukset

Puhdistettujen prosessi-, pesu- ja sosiaalivesien aiheuttama ravinnekuormitus on vähäistä verrattuna esimerkiksi merialueella jokien kautta tulevaan kuormitukseen. Kun lisäksi otetaan huomioon näiden vesien sekoittuminen jäähdytysvesiin ja jäähdytysvesien purkaminen avoimelle merialueelle, niiden aiheuttamat rehevöitymisvaikutukset jäävät marginaalisiksi.

Jäähdytysvesien ja jätevesien yhteisvaikutuksia on tarkasteltu ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemuksen lisäselvityksessä (*Fennovoima Oy 2009a*). Selvityksessä voimalaitoksen jätevesikuormitus laimennettiin laskennallisesti jäähdytysveteen. Laskennalliset ravinnepitoisuuslisäykset meriveden taustapitoisuuteen oli fosforin osalta alle prosentti ja typen osalta alle kaksi prosenttia. Ravinteiden pitoisuuksien nousut jo purkukanavan välittömässä läheisyydessä olivat huomattavasti mainittuja pienempiä, mistä johtuen pitoisuuslisäykset vaikutusalueilla todettiin merkityksettömiksi. Johtopäätöksenä arvioitiin, ettei voimalaitoksen jätevesikuormituksesta aiheudu havaittavaa rehevöitymisen kasvua, vaikutuksia happitalouteen eikä vaikutuksia kasvillisuuteen tai kalatalouteen, vaikka jäähdytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilan nousu purkualueella otetaan huomioon. Edellä mainittu johtopäätös pätee edelleen, vaikka nykyisissä suunnitelmissa jäähdytysveden määrä on aiempaa pienempi.

Prosessivesissä on neutraloinnissa syntyviä suoloja, joita esiintyy merivedessä luonnostaan, eikä suoloilla siten ole haitallisia vaikutuksia meriekosysteemissä.

#### 7.4.4.3 Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen

##### Yleistä kalojen sopeutumisesta eri lämpötiloihin

Jäähdytysvesien keskeisimmät biologiset vaikutukset ovat seurausta lämpötilan nousun biologisia toimintoja kiihdyttävästä vaikutuksesta. Tämän seurauksena niin eliöiden kasvu kuin hajotustoiminta nopeutuvat, mikäli olosuhteet ovat muilta osin suotuisia. Jäähdytysveden vaikutuksesta kasvukausi pitenee. Näiden tekijöiden seurauksena jäähdytysveden purkualueilla havaittuvia tyypillisiä vaikutuksia ovat esimerkiksi tiettyjen plankton-, kasvi- ja eläinlajien

kasvun nopeutuminen ja hajotustoiminnan kiihtyminen. Vaikutukset ovat yleisellä tasolla rehevöitymiseen verrattavia, millä on vaikutusta myös alueen kalastoon ja kalastukseen.

Kalojen sopeutuminen eri lämpötiloihin vaihtelee kalalajeittain. Kalat voidaan jakaa karkeasti kylmän ja lämpimän veden lajeihin (*Alabaster & Lloyd 1980*). Kylmän veden lajeja ovat muun muassa kaikki lohikalamme, silakka, säyne, made ja simput. Lämpimän veden lajeja ovat muun muassa pääosa särkikaloista, kuha, ahven, hauki ja kiiski. Kylmän veden lajeilla aikuisten kalojen optimilämpötila kasvun kannalta on 12–19 °C astetta ja letaali lämpötila yli 28 °C astetta (*Alabaster & Lloyd 1980*). Lämpimän veden lajeille optimilämpötila on yli 19 °C astetta ja letaali lämpötila yli 28 °C astetta, useilla lajeilla jopa yli 30 °C astetta. Kalat kestävät huonosti nopeita lämpötilamuutoksia. Poikaset ovat herkempiä kuin aikuiset, ja niille nopeat 1,5–3,0 °C asteen muutokset ovat jo haitallisia (*Svobodá ym. 1993*).

Talvikutuinen made kutee tavallisimmin tammi-helmikuussa alle kolmen metrin syvyydessä (Lehtonen 1989). Kutu tapahtuu yleensä silloin, kun veden lämpötila on kylmimmillään, optimilämpötilan ollessa 0–3 °C astetta (*Evropeitseva 1947*). Mädin kehittymisen kannalta veden optimilämpötila on neljä astetta (*Jäger ym. 1981*).

Veden lämpötilan muutokset voivat muuttaa kutuajan kohtaa ja vaikuttaa mädin kehittymisnopeuteen. Liian lämpimässä vedessä poikaset voivat kuoriutua ennen kuin niiden tärkeintä ravintokohdetta, eläinplanktonia, on kehittynyt riittävästi. Toisaalta lämpötilan sopiva nousu voi myös parantaa etenkin kevätkutuisien kalalajien elinolosuhteita. Veden lämpötilan ylittäessä kalojen optimilämpötilan kalat pyrkivät vähentämään uimista ja ravinnonottoa. Pitempiäaikainen korkeille lämpötiloille altistuminen aiheuttaa kaloille stressiä ja altistaa ne taudeille. Kalojen immuunijärjestelmä on tehokkaimmillaan vedessä, jonka lämpötila on noin 15 °C astetta (*Svobodá ym. 1993*).

Kaloilla on herkkä lämpöaisti, ja ne hakeutuvat aktiivisesti sopivaan lämpötilaan, joten ne pystyvät yleensä välttämään esimerkiksi jäähdytysvesien purkualueita, jos lämpötila kohoaa liian korkeaksi. Useissa eri maissa tehtyjen tutkimusten mukaan lämpimien jäähdytysvesien ei ole havaittu vaikuttavan kalojen nousukäyttäytymiseen (*Langford 1990*). Tutkimusten mukaan nousukäyttäytymiselle ei aiheudu mitään havaittavaa haittaa silloin, kun lämpimät jäähdytysvedet eivät suoraan estä kalojen pääsyä jokeen. Tämä voisi tulla kyseeseen silloin, kun koko joen edustan vesialue pohjasta pintaan asti olisi lämmennyt lämpötilaan, jota kalat aktiivisesti välttävät.

Veden korkea lämpötila ja lämpimän kauden jatkumisen altistavat kaloja erilaisille loistartunnoille ja sairauksille, mikä on todettu muun muassa kalanviljelylaitoksilla. Merialueella tilannetta ei voida kuitenkaan rinnastaa laitosolosuhteisiin, jossa kalatiheydet ovat suuria. Suomalaisten voimalaitosten purkualueilta loistutkimuksia ei ole tiettävästi julkaistu (*Fagerholm, H., Åbo Academi, suull. tied.*). Ruotsalaisissa tutkimuksissa ei ole havaittu eroja loisten esiintymisessä lämpiävällä alueella ja vertailualueella (*Höglund & Thulin 1988, Sandström & Svensson 1990*).

Kalojen kaasukuplasairautta voi esiintyä jäähdytysvesien

purkukohdan välittömässä läheisyydessä. Veden lämpötilan noustessa siihen liukenevan kaasun määrä vähenee. Veteen saattaa syntyä tällöin ylikyllästynyt tila, jossa vedessä oleva ylimääräinen ilman typpi tai happi muodostaa kuplia. Hapen suhteen ylikyllästeisyyttä esiintyy myös luonnostaan etenkin rehevissä vesissä kasviplanktonin tuotantomaksimien aikana. Kalan siirtyessä kylmästä lämpimään ylikyllästeiseen veteen saattaa kalan kudostesteeseen syntyä kuplia, jotka vaurioittavat kalaa tai aiheuttavat sen kuoleman. Kalat pystyvät jossakin määrin välttämään ylikyllästynyttä vettä (Langford 1990). Lisäksi kalan uintisyvyys eli ympäristön paine vaikuttaa kaasun vapautumiseen. Kaasukuplasairaus voi aiheuttaa kuolleisuutta merkittävässä määrin purkualueilla, joilla kalojen luontainen vaellusreitti kulkee matalan, merkittävästi lämpiävän vesialueen poikki. Suomen voimalaitosten purkualueilla haittoja ei ole havaittu.

### Kalakannat

Hanhikiven edustalla vesistön lämpötilan lievä nousu suosii periaatteessa kevätkutuisia kalalajeja vaateliaampien syyskutuisten kalalajien kustannuksella. Mallitarkastelun mukaan (Lauri 2013) pintaveden (0–1 m) lämpötila kohoaa jäähdytysvesien vaikutuksesta kesällä lämpimimpään aikaan enimmillään 26–28 °C asteeseen purkualueen välittömässä läheisyydessä, mikä on kalojen kannalta jo lähellä letaalia tasoa. Pintavesi lämpiää kesällä yli kolme astetta enimmillään noin kahden neliökilometrin alueella ja yli viisi astetta enimmillään vajaan yhden neliökilometrin alueella. Yli kahden metrin syvyydessä lämpiäminen jää vähäiseksi. Pintaveden paikallisella lämpenemisellä ei arvioida olevan laajemmin merkittävää haitallista vaikutusta alueen kalakantoihin, sillä syvemmät vesikerrokset ovat viileämpiä, ja kalat voivat aktiivisesti hakeutua sopivaan lämpötilaan. Kesällä jäähdytysvesien vaikutusalueella viihtyvät kevätkutuiset lämpimän veden kalalajit, mutta talvella alue houkuttelee myös kylmän veden lajeja, kuten siikaa ja taimenta.

Hanhikiven ympäristön matalat kariaalueet ovat merkittäviä karisian ja silakan kutualueita, joilla lisääntymisolosuhteet heikkenevät veden lämpiämisen vuoksi. Jäähdytysvesien aiheuttama alusveden haitallinen lämpeneminen kyseisten kalalajien kutualueilla rajoittuu purkualueen lähelle, eikä sillä arvioida olevan merkittävää vaikutusta kyseisten kalalajien kantoihin laajemmin. Kohonnut lämpötila haittaa myös mateen lisääntymistä purkualueen läheisyydessä, mutta sillä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta alueen madekantaan laajemmin. Madekanta Raahen-Pyhäjoen välisellä merialueella ei ole erityisen vahva, ja sen pyynti on alueella melko vähäistä.

Vaellussiian vaellusreitti pohjoiseen menee osin Hanhikiven editse. Lohen päävaellusreitti menee ulompana merellä. Mallitarkastelun mukaan (Lauri 2013) pintaveden (0–1 metriä) merkittävä lämpiäminen rajoittuu kesällä keskimääräisessä tuulitilanteessa Hanhikiven pohjoispuoliselle alueelle ja Kultalanlahdelle. Sopivilla tuulilla ja sopivissa virtausolosuhteissa merkittävää lämpiämistä voi tapahtua ajoittain myös Hanhikiven länsipuolella. Yli kahden metrin syvyydessä lämpiäminen jää vähäiseksi. Vaelluskalat vaeltavat pääasiassa muutaman metrin syvyydessä pintakerroksessa. Pintaveden paikallisen lämpiämisen ei arvioida vai-

kuttavan merkittävästi pohjoiseen vaeltavien vaelluskalojen vaelluskäyttäytymiseen, mutta vaellussiian rantautuminen Hanhikiven pohjoispuoliselle perinteiselle siian pyyntialueelle todennäköisesti heikentyy.

Lämpötilan sopiva nousu voi aikaistaa kalojen kutuajankohtaa ja nopeuttaa mädin kehitystä ja poikas- sekä aikuisvaiheen kasvua, millä voi olla positiivisia vaikutuksia kevätkutuisten kalojen kannoille. Muun muassa silakalla ja ahvenella on havaittu Ruotsissa kudun aikaistumista jäähdytysvesien purkualueilla (Neuman & Andersson 1990). Selkämerellä Olkiluodon voimalaitoksen edustalta on saatu myös viitteitä silakan kudun aikaistumisesta (Vahteri 2000). Olkiluodon voimalaitoksen edustalla ahvenen kasvunopeuden todettiin 1990-luvulla jonkin verran parantuneen jäähdytysvesien purkualueella ympäröivään merialueeseen verrattuna (Oy Vesi-Hydro Ab 1995), mutta esimerkiksi vuonna 2006 ahvenen kasvuerot eri alueilla olivat pieniä, eikä kasvun parantumista purkualueella voitu todeta (Ramboll Finland Oy 2007).

Lämpötilan kohoamisella on erisuuntaisia vaikutuksia kalakantoihin. Ottaen huomioon merkittävästi lämpiävän vesialueen pinta-alan koon sekä kalojen liikkuvuuden ja kyvyn hakeutua aktiivisesti sopivaan lämpötilaan, jäähdytysvesien ei arvioida kokonaisuutena aiheuttavan merkittäviä tai laaja-alaisia haittoja Hanhikiven edustan merialueen kalakannoille. Lämpötilan kohoaminen seurauksilmiöineen kuitenkin suosii pitkällä aikavälillä Hanhikiven lähialueella kevätkutuisia kalalajeja, kuten haukea, ahventa, lahnaa ja särkeä.

### Kalastus

Hanhikiven edustan merialueella kalastetaan nykyisin sekä rysillä että verkoilla. Kesäaikana merialueen lievä lämpeneminen lisää levänkasvua ja aiheuttaa sitä kautta pyydysten lisääntyvää limoittumista ja puhdistustarvetta sekä pyyntitehon heikkenemistä. Välittömästi Hanhikiven pohjoispuolella olevilla rysäpaikoilla pyynti käytännössä estyy. Jäähdytysvesistä kalastukselle aiheutuva merkittävä haitta rajoittuneen avovesikautena pääasiassa Hanhikiven pohjoispuoliselle alueelle noin kahden kilometrin etäisyydelle ja Kultalanlahdelle. Tuulista ja virtauksista riippuen kalastushaittoja voi esiintyä ajoittain eri puolilla Hanhikiveä muutaman kilometrin etäisyydelle asti. Siian rantautuminen Hanhikiven pohjoispuoliselle perinteiselle siian pyyntialueelle todennäköisesti heikkenee.

Kalastuksen kannalta jäähdytysvesien konkreettisin vaikutus ajoittuu talvikauteen, jolloin sulan ja heikon jään alue rajoittaa jäältä tapahtuvaa kalastusta pääasiassa Hanhikiven pohjois- ja itäpuolella. Mallitarkastelun mukaan (Lauri 2013) avoimen veden alue on paksun jään aikaan laskennallisesti 2,4–4,5 neliökilometriä ja ohuemman jään aikana suurempi. Avoin vesialue ulottuu helmi- ja maaliskuun alussa noin 2–5 kilometrin etäisyydelle ja heikentyneen jään alue vielä noin 0,5–2 kilometriä etämmälle purkualueesta. Virtausuuntien vaihtuessa avoimen alueen sijainti voi siirtyä lännen, pohjoisen ja idän välillä. Hanhikiven edustalla talviaikainen verkkokalastus on melko vähäistä. Samalla kun jäältä tapahtuvan kalastuksen mahdollisuudet heikkenevät, paranevat toisaalta mahdollisuudet pitkäaikaiseen sulavesikalastukseen sekä talviaikaiseen kalastukseen sula-alueelta. Sula-alue houkuttelee talvella kylmän veden kalala-



jeista muun muassa siikaa ja taimenta.

Kesäaikana kylmää vettä suosivat lohikalat karttavat jäähdytysvesien selvää vaikutusalueita, ja vallitsevia kalalajeja ovat silloin alueella kevätkutuiset ja lämmintä vettä suosivat kalalajit. Tämä voi aiheuttaa kesällä pyyntimatkojen pidentymistä jonkin verran lähinnä siian pyynnin osalta. Kalojen käyttökelpoisuuteen jäähdytysvesillä ja niiden seurannaisvaikutuksilla ei arvioida olevan vaikutusta.

Hylkeet ovat nykyisin Hanhikiven edustalla merkittävä kalastusta haittaava tekijä. Hankkeella ei ole vaikutuksia hylkeiden lisääntymiseen, koska jäähdytysvesien vaikutusalueella ei sijaitse hylkeiden lisääntymisalueita. Hankkeella ei myöskään arvioida olevan vaikutuksia hyljekantaan tai hylkeiden esiintymiseen alueella.

#### Kalojen kulkeutuminen voimalaitokselle

Jäähdytysveden ottopaikalla on suuri merkitys jäähdytysveden mukana tulevaan kalamäärään. Lähellä rantaa etenkin pienikokoisen kalan määrä on suurempi kuin syvännealueilla. Olkiluodon kahdella laitosyksiköllä kalaa tulee jäähdytysvesien mukana 1,5–7 tonnia vuodessa (*Teollisuuden Voima Oy 2006*). Neste Oil Oyj:n Porvoon jalostamolla, jossa veden otto on tasoa 30 kuutiometriä sekunnissa, otettavan jäähdytysveden mukana kulkeutuu laitokselle kalaa 39–56 tonnia vuodessa (*Neste Oil Oyj 2006*).

Hanhikiven edustalla voimalaitokselle tuleva kala olisi ilmeisesti lähinnä kevätkutuisia kalaa, kuten silakkaa, särkeä, ahventa ja kiiskeä. Kalaa tulisi voimalaitokselle merkittävästi lähinnä kevään ja alkukesän kutuaikana. Kalaston rakenne huomioon ottaen voidaan arvioida, että kaloja kulkeutuu Hanhikiven voimalaitokselle vähemmän kuin Etelä-Suomessa. Kalojen tuloa voimalaitokselle voidaan vähentää pitämällä keväällä kutuaikana esteverkkoja tulokanavan suulla tai erilaisilla karkottimilla.

Kokonaisuutena voimalaitokselle tulevan kalan määrällä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta merialueen kalakantoihin laajemmin.

#### 7.4.4.4 Radioaktiivisten aineiden päästöt vesistöön

Taulukossa 7-4 on esitetty alustava arvio ydinvoimalaitoksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden maksimipäästöistä vesistöön normaalikäytössä. Arvio perustuu AES-2006 -ydinvoimalaitostyyppin alustaviin laitos tietoihin. Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen radioaktiiviset päästöt alittavat niille asetetut päästörajat. Fennovoiman

tavoite on, että kaikki päästöt ovat korkeintaan Suomessa tällä hetkellä käynnissä olevien ydinvoimalaitosten päästöjen tasolla. Sekä suunnittelulla että käytön aikaisilla toimilla voidaan vaikuttaa päästöjen määrään alentavasti.

Ydinvoimalaitosten päästöille asetettavat tiukat päästörajat ja päästöjen valvonta takaavat, että nykyaikaisten ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ovat hyvin pieniä ja niistä aiheutuvan säteilyn vaikutus ympäristössä on erittäin pieni verrattuna luonnossa normaalisti esiintyvien radioaktiivisten aineiden vaikutuksiin. Esimerkiksi suomalaisten käytössä olevien ydinvoimalaitosten tritiumpäästöt vesistöön ovat olleet noin 10 prosenttia ja muut päästöt reilusti alle prosentin asetetuista päästörajoista (katso luku 3.16.2). Ydinvoimalaitoksista peräisin olevan tritiumpäästön määrä vesistöön on pieni ja se laskee lähes olemattomaksi jo laitosten lähialueilla.

Ydinvoimalaitosten ympäristöstä otetuissa merivesinäytteissä on havaittu vuosittain voimalaitoksista peräisin olevaa tritiumia, mutta muita voimalaitosten päästöistä peräisin olevia radioaktiivisia aineita merivedessä on havaittu harvoin. Samoin kaloissa on havaittu vain satunnaisesti pieniä merkkejä paikallisista päästöistä. Havaitut ydinvoimalaitoksista ja laskeumasta peräisin olevat radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat olleet pienempiä kuin tarkkailtavissa kohteissa luonnon omien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet. Merivesien tritiumpitoisuudet ovat pääosin luontaista, sillä tritiumia syntyy jatkuvasti ylemmässä ilmakehässä kosmisen säteilyn tuottamana. Lisäksi luonnossa esiintyy myös vähäisiä määriä ydinasekokeista peräisin olevaa tritiumia. (*STUK 2013r*) Tritium on haitallista ainoastaan, kun sitä joutuu kehon sisälle. Terveysvaikutuksiltaan tritium on radioaktiivisista aineista yksi vähiten haitallisia. (*STUK 2013s*) Laitoksen radioaktiivisilla päästöillä vesistöön ei ole haitallisia vaikutuksia ympäristöön tai ihmisiin.

Radioaktiivisten aineiden päästö määrät vaikuttavat suoraan ympäristön altistuneimman henkilön säteilyannokseen. Radioaktiivisten aineiden käyttäytymistä ja mahdollisia vaikutuksia säätelevät niiden biologiset, kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet, muun muassa puoliintumisaika. (*STUK 2013r & 2013t*) Kotimaisista ydinvoimalaitoksista peräisin olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat olleet meriympäristössä suurempia kuin maaympäristössä. Yleensä ne ovat kuitenkin selvästi pienempiä kuin Tshernobyl-laskeumasta aiheutuneet cesiumpitoisuudet. Vesistöön päästettävät radioaktiiviset aineet joko kulkeutuvat ravintoketjuihin tai vajoavat pohjaan. Suomen nykyisten

**Taulukko 7-4.** Alustava arvio 1 200 MW:n ydinvoimalaitoksen vuotuisista radioaktiivisten aineiden maksimipäästöistä vesistöön normaalikäytössä. Lisäksi on esitetty Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten päästörajat ja vuotuiset toteutuneet radioaktiiviset päästöt vesistöön keskiarvona vuosilta 2008–2012.

Radioaktiiviset päästöt	Arvio 1 200 MW laitoksen päästöistä (GBq/v)	Loviisa 1 ja 2 2 x 496 MW (PWR)		Olkiluoto 1 ja 2 2 x 880 MW (BWR)	
		Päästörajat (GBq/v)	Toteutuneet päästöt (GBq/v)	Päästörajat (GBq/v)	Toteutuneet päästöt (GBq/v)
Tritium	9 100	150 000	17 000	18 300	1 700
Muut beta ja gamma	0,065	890	0,56	296	0,22

ydinvoimalaitosten merialueella suoritettussa tarkkailussa radioaktiivisia aineita on havaittu muun muassa levissä ja muissa vesikasveissa, pohjaeläimissä ja sedimentoituvassa aineksessa.

## 7.5 Maa- ja kallioperä ja pohjavedet

### 7.5.1 Nykytila

Maanpinta Hanhikiven alueella vaihtelee noin 0 - +4 metriä merenpinnan tason yläpuolella. Irtomaapeitteen paksuus on yleisesti 0–6 metriä ja painanteissa 8–12 metriä. Irtomaapeite koostuu pääasiassa hiekasta ja moreenista, joskin välikerroksina saattaa esiintyä silttiä tai savea. Painanteissa esiintyy ylimpänä kerroksena turvetta. Irtomaapeite on pääosin ohut ja epäyhtenäinen. (*Pitkäranta 2012*)

Alueen kallioperä koostuu pääasiassa noin 1 900 miljoonaa vuotta vanhasta metakonglomeraatista, jonka rakenteellinen kantavuus on hyvä. Hanhikiven metakonglomeraattialue on luokiteltu luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaaksi kallioalueeksi (*Husa ym. 2001*). Kallioperässä ei ole merkittäviä ruhjevyöhykeitä, tosin pienempiä ruhjeita ja rakoja on tutkimuksessa todettu. Kalliopinta vaihtelee noin tasojen +5 ja -10 välillä. Hanhikiven alueella on kohtalaisen runsaasti avokallioita.

Hanhikivi sijaitsee Fennoskandian kilpialueella mannerlaatan sisäosassa, jossa keskimääräinen seismisyystaso on matala.

Suunnittelun ydinvoimalaitoksen sijaintialue ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle. Lähin luokiteltu pohjavesialue (Kopisto, I-luokka, tunnus 11625001) sijaitsee noin 10 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksen sijoituspaikan kaakkoispuolella.

Maapohjaveden pinta sijaitsee Hanhikiven alueella noin tasolla 0 - +1,5 metriä merenpinnan yläpuolella ja kalliopohjaveden painetaso on havaintojen mukaan maapohjaveden pinnan tason alapuolella (*Pitkäranta 2012*).

Maa- ja kalliopohjavettä muodostuu Hanhikiven alueella (350 hehtaarin pinta-alalla) laskennallisesti arviolta noin 1 000 kuutiometriä vuorokaudessa. Tutkimuksien mukaan alueen maa- ja kalliopohjaveden laatu ei täytä ei kaikilta osin sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (Stm 461/2000) mukaisia talousveden vaatimuksia tai suosituksia. Hanhikiven niemellä sijaitsevilla loma-asunnoissa on joitain maapohjavesikaivoja. (*Pitkäranta 2012*)

### 7.5.2 Arviointimenetelmät

Vaikutukset voimalaitosalueen maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin on arvioitu tehtyjen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiselvitysten, sekä laitoksen ja siihen liittyvien rakenteiden tarvitseman alueen, maanalaisten osien mittasuhteiden, laitoksen toiminnan ja suunniteltujen rakentamistoimenpiteiden perusteella.

Selostuksessa on esitetty laitosalueen läheisyydessä sijait-

sevien pohjavesialueiden tiedot. Pohjavesiin kohdistuvat mahdolliset riskit ja poikkeustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 7.13.

### 7.5.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

#### 7.5.3.1 Vaikutukset maa- ja kallioperään

Mahdollisia laitoksen ja siihen liittyvän infrastruktuurin rakentamisen aikaisia toimenpiteitä, joiden vaikutukset kohdistuvat maaperään, ovat lähinnä maankaivutyöt, maa- ja muiden massojen läjitys, sekä maapohjan vahvistaminen. Käytännössä siis joiltain alueilta maa-aineksia poistetaan. Lähinnä poistetaan rakennuspohjaksi soveltumaton maa-aines kuten turve ja savi, jotka usein korvataan muualta tuodulla rakentamiseen soveltuvalla materiaalilla. Poistettu maa-aines voidaan joko läjittää, mahdollisesti käyttää ympäristörakentamiseen tai kuljettaa muualle. Vahvistamistoimenpiteissä maaperän ominaisuuksia muutetaan rakentamiseen paremmiksi soveltuviksi esimerkiksi lisäämällä maa-ainekseen sideainetta kuten kalkkia.

Kallioperään kohdistuvat rakentamisen aikaiset vaikutukset muodostuvat lähinnä louhinnoista. Louhinta voidaan jakaa avo- ja maanalaiseen louhintaan. Avolouhinnan tarkoituksena on yleensä joko kalliopinnan tasaaminen tiettyyn tasoon, jotta sen päälle voidaan rakentaa, tai kalliokiviaineksen irrottaminen käytettäväksi esimerkiksi maarakentamisessa. Maanalainen louhinta on tarpeen rakennettaessa kallioperään esimerkiksi tunneleita tai muita tiloja. Yleensä sekä avo- että maanalainen louhinta suoritetaan räjäyttämällä. Erityisesti kallioperään rakennettavien tilojen ja tunneleiden louhinnan yhteydessä tai louhinnan jälkeen suoritetaan kallioperän tiivistämis- ja vahvistamistoimenpiteitä. Yleensä tiivistäminen tapahtuu injektioimalla kallioperän rakoihin sementtipohjaisia injektointiaineita. Vahvistamiseen käytetään yleensä ruiskubetonointia ja pulttituksia.

Kallioperän louhintaräjäytyksistä aiheutuu tärinää, jolla voi olla ajoittaisia vaikutuksia lähiympäristön rakennuksiin, loma-asutukseen ja eliöstöön. Tärinän haittavaikutuksia voidaan vähentää louhintasuunnittelulla ja oikeilla työmenetelmillä.

Merkittävimpiä kallioperään kohdistuvana vaikutuksena voidaan pitää sitä, että kallioperän louhintaa suoritetaan muusta ympäristöstä geologisesti poikkeavalla Hanhikiven konglomeraattialueella, mikä vähentää alueen geologista arvoa. Alueen kaavojen kaavaselostuksissa esitetyn mukaisesti kalliosta pyritään jättämään edustavia osia näkyville.

Rakentamisen aikana tapahtuvan onnettomuuden tai vahingon seurauksena saattaa haitta-ainetta päätyä maa- tai kallioperään aiheuttaen pilaantumista. Onnettomuustilanteiden vaikutuksia maa- ja kallioperään on kuvattu luvussa 7.13.

#### 7.5.3.2 Vaikutukset pohjaveteen

Pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset voidaan jakaa pohjaveden määrälliseen tilaan kohdistuviin vaikutuksiin ja pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuviin vaikutuksiin. Pohjaveden määrälliseen tilaan kohdistuvilla vaikutuksilla

tarkoitetaan pohjaveden muodostumisen vähentymistä tai pohjavesimuodostuman antoisuuden pienentymistä, jotka ovat pohjavedenhankinnan kannalta merkittäviä tekijöitä. Lisäksi määrälliseen tilaan kohdistuvilla vaikutuksilla tarkoitetaan pohjaveden pinnan tason tai pohjaveden painetasoa laskua. Pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvilla vaikutuksilla tarkoitetaan pohjaveden kemialliseen, fysikaaliseen tai biologiseen koostumukseen tai tilaan kohdistuvia vaikutuksia.

Merkittävimmät rakentamisen aikaiset pohjavesivaikutukset kohdistuvat todennäköisesti pohjaveden määrälliseen tilaan. Pohjaveden pinnan tason alapuolelle sijoittuvat rakenteet pyritään yleensä rakentamaan kuivatyönä, jolloin maapohjaveden pinnan tasoa rakentamisen aikana joudutaan laskemaan. Tämän seurauksena maapohjaveden pinnan taso tai painetaso rakennettavan kohteen ympäristössä todennäköisesti laskee rakentamisen aikana. Vaikutus voidaan rajoittaa vain rakennettavalla alueella esimerkiksi eristämällä kuivana pidettävä alue muusta ympäristöstä vesitiiviillä rakenteella kuten tukiseinillä tai maaperän tiivistämistoimenpiteillä kuten maainjektioinneilla.

Myös kalliopohjaveden pinnan taso tai painetaso todennäköisesti laskee kallioperään louhittavien tilojen läheisyydessä. Tämä johtuu siitä, että kallioperän raoissa esiintyvä pohjavesi pääsee purkautumaan louhittuun tilaan. Pohjaveden pinnan tason laskua voidaan rajoittaa ennen louhintaa suoritettavien kallion tiivistämistoimenpiteiden, kuten esi-injektointien avulla. Louhinnan jälkeen voidaan tarvittaessa suorittaa jälki-injektioita tiiveyden varmistamiseksi. Vaikutusten arvioidaan jäävän paikallisiksi, eli pohjaveden pinnan taso tai painetaso laskee vain louhittavien tilojen läheisyydessä.

Pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia saattaa syntyä kallioperän louhinnassa käytettävien ja räjähtämättä jääneiden räjäytysaineiden liuetessa pohjaveteen. Tällöin pohjaveden sisältämien tyyppiyhdisteiden pitoisuudet saattavat kohota. Lisäksi kallioperän injektointiin käytettävät sementtipohjaiset injektointiaineet saattavat nostaa kalliopohjaveden pH-lukua.

Edellä mainitut vaikutukset jäävät todennäköisesti paikallisiksi, eli ulottuvat vain louhittavan tai injektoitavan alueen välittömään läheisyyteen. Ensimmäisiksi vaikutukset kohdistuvat kalliopohjaveden laatuun, sillä kallioperän raoissa virtaavan veden määrä ja virtausnopeus ovat yleensä huomattavasti maaperässä virtaavan pohjaveden määrää ja virtausnopeutta pienempiä. Tämän johdosta maapohjavesiolosuhteisiin verrattavaa laimentumista ei kallioperässä pääse tapahtumaan. Vaikutuksia voidaan ehkäistä valitsemalla heikosti liukeneva räjäytysaine sekä louhintatyön suunnittelulla ja toteutuksella.

Pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia saattaa syntyä pohjaveden virtausuunnan muuttumisen vuoksi. Näin voi tapahtua, jos esimerkiksi pohjaveden pinnan tasoa lasketaan merenpinnan tason alapuolelle rakentamisen aikana. Tällöin on mahdollista, että merivesi sekoittuu pohjaveteen muuttaen pohjaveden kemiallista tilaa. Pohjaveden pinnan tason tai painetasoa laskun rajoittaminen vain rakennettavalle alueelle edellä esitetyllä tavalla estää samalla pohjaveden virtausuuntaa muuttumasta

siten, että merivesi ei pääse sekoittumaan pohjaveteen. Näin toimien ehkäistään myös pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvien vaikutusten syntyminen.

Pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia vaikutuksia saattaa syntyä rakentamisen aikana tapahtuvan onnettomuuden tai vahingon johdosta. Pohjavesiin kohdistuvat mahdolliset riskit ja poikkeustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 7.13.

Yhteenvetona voidaan todeta, että hankkeen rakennustöiden vaikutukset pohjaveteen ovat paikallisia ja rajoittuvat lähinnä rakentamisvaiheen ajalle. Ottaen huomioon tarvittavat haittojen ehkäisy- ja lievennyskeinot, vaikutusten arvioidaan jäävän melko vähäisiksi.

#### 7.5.4 Käytön aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen normaalitoiminnalla ei ole merkittäviä vaikutuksia maa- ja kallioperään. Maaperän pilaantumiskit ehkäistään teknisin keinoin, kuten vuoto- ja jätevesien viemärintijärjestelyin. Onnettomuustilanteiden vaikutuksia maa- ja kallioperään on kuvattu luvussa 7.13. Voimalaitosjätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen vaikutuksia maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen on kuvattu luvussa 7.11.

Pohjaveden muodostuminen tulee vettä läpäisemättömien pintojen rakentamisen ja hulevesien poisjohtamisen seurauksena vähentymään nykyisestä. Toisaalta Hanhikiven alueen maa- ja kallioperäolosuhteissa ei nykyisinkään tapahdu pohjaveden muodostumista siten, että alue olisi luokiteltu vedenhankinnan kannalta millään tavalla merkitykselliseksi. Pohjaveden muodostumisen vähentymisestä ei näin ollen ole alueen vedenhankinnan kannalta merkittävää haittaa.

Pohjaveden pinnan taso tai painetaso Hanhikiven alueella saattaa laskea pohjaveden muodostumisen vähentymisestä johtuen, sekä mahdollisesti siitä syystä, että vallitsevan pohjaveden pinnan tason alapuolelle sijoittuvat rakenteet pyritään pitämään kuivana esimerkiksi salaojien avulla. Pohjaveden muodostumisen vähentyminen aiheuttaa pohjaveden pinnan tason laskua laajemmalla alueella, kun taas rakenteiden kuivatus aiheuttaa lähinnä pistemäisen, kuivana pidettävän rakenteen ympäristössä havaittavan pohjaveden pinnan tason laskun. Kuivatuksen aiheuttama pohjaveden pinnan tason laskua voidaan tarvittaessa ehkäistä siten, että rakenteiden perustamistasoa nostetaan ja samalla kuivatustaso nousee. Toinen vaihtoehto on rakentaa pohjaveden pinnan tason alapuolelle sijoittuvat rakenteet vesitiiviiksi, jolloin varsinaisia kuivatusjärjestelmiä ei tarvita välttämättä lainkaan.

Mikäli teiden tai maanalaisten putki- tai johtolinjojen perustaminen toteutetaan siten, että rakennekerrokset sijoittuvat vallitsevan pohjaveden pinnan tason alapuolelle, saattavat rakennekerrokset toimia pohjavettä keräävinä salaojina. Tällöin pohjaveden pinnan taso näiden rakenteiden ympäristössä saattaa laskea. Salaojavaikutusta voidaan tarvittaessa ehkäistä esimerkiksi katkaisemalla rakennekerrokset tietyin välein poikkittaisilla savisuluilla. Näin estetään pohjaveden virtaaminen rakennekerroksia pitkin.

Pohjaveden pinnan tason tai painetasoa lasku voi aiheuttaa pohjaveden välityksellä tapahtuvia haittavaikutuksia,

kuten lähinnä painumaherkille alueille maanvaraisina perustettujen rakenteiden tai rakennusten painumariskin kasvua.

Lisäksi pohjaveden pinnan tason laskun seurauksena pohjaveden virtaussuunta voi muuttua siten, että merivettä pääsee sekoittumaan pohjaveteen, muuttaen pohjaveden kemiallista tilaa. Tällöin pohjaveden soveltuvuus käytettäväksi talousvetenä heikentyy entisestään. Hanhikiven alueella ei kuitenkaan ole merkitystä yhdyskunnan vedenhankinnan kannalta, joten vaikutus ei ole merkittävä.

Maa- tai kalliopohjaveden kanssa kosketuksiin jäävät betonirakenteet voivat nostaa pohjaveden pH-lukua. Vaikutukset rajoittuvat rakenteiden välittömään läheisyyteen.

Mahdollisista pohjaveden laadun kemiallisista muutoksista ei aiheudu haitallisia vaikutuksia, kun alueelle sijoitettavien rakennusten ja rakenteiden suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa otetaan huomioon mahdollinen meriveden vaikutus, esimerkiksi korroosio-ominaisuudet.

Maaperän ja pohjaveden pilaantumiskäsitä teknisin keinoin. Maanalaiset ulkorakenteet valetaan vedentähtävästä betonista. Laitosalueen valvomattoman alueen tilojen (ei-säteilykontrolloidut tilat) jätevedet johdetaan lattaviemärijärjestelmällä laitosalueen viemärintijärjestelmään ja sitä kautta jätevedenpuhdistamolle. Jätevedet johdetaan öljynerottimien kautta, jos on mahdollista, että öljyä voi päästä niiden muodostumisalueilla veden joukkoon. Kemikaalit varastoidaan kullekin kemikaalityypille tarkoitettussa, asianmukaisesti merkityssä astiassa. Mahdollisten vuotojen varalta tilat, joissa on kemikaalisäiliöitä tai varastotiloja, viemäroidään suoja-altaisiin, lietteen- ja öljynerotuskaivoihin sekä neutralointialtaaseen. Polttoöljyt ja kemikaalit varastoidaan säiliöissä, jotka on sijoitettu suoja-altaisiin. Varastoinnissa ja käsittelyssä käytetään tiiviitä suojarakenteita sekä viemärintien suojauksia niin, että mahdollisten häiriötilanteiden aikana suoja-altaaseen tai lattialle päässeet kemikaalit voidaan kerätä talteen. Öljynerottimet varustetaan hälytysautomaattikalla ja erottimet tyhjennetään säännöllisesti. Sadevedet, perusvedet ja alueiden pinnoille muutoin joutuvat vedet kerätään hallitusti ja johdetaan niin, ettei niistä aiheudu pohjavesien tai maaperän pilaantumisvaaraa. Valvotun alueen tilojen (säteilykontrolloidut tilat) jätevedet pumpataan ydinvoimalaitosalueella sijaitsevaan nestemäisten jätteiden käsittelyjärjestelmään.

Onnettomuustilanteiden vaikutuksia pohjaveteen on kuvattu luvussa 7.13.2.

Hankkeen käytön aikaisten vaikutusten maa- ja kal-lioperään sekä pohjaveteen arvioidaan olevan paikallisia ja melko vähäisiä ottaen huomioon tarvittavat haittojen ehkäisy- ja lievennyskeinot.

## 7.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

### 7.6.1 Nykytila, kasvillisuus

Hanhikiven alue kuuluu keskiboreaalisen Pohjanmaan-Kainuun kasvillisuusvyöhykkeen läntiseen osaan. Vyöhyke on pohjoisen havumetsävyöhykkeen keskeisintä aluetta, jossa on tyypillisesti kuivia kangasmetsiä ja runsaasti soita. Hanhikiven luonnonympäristön erityispiirteisiin kuuluu sen sijainti Perämeren maankohoamisrannikolla. Maankohoamisen seurauksena alueelle on muodostunut sille tyypillisiä kosteita rantaniittyjä ja umpeen kasvavia matalia lahtia (Pöyry Energy Oy 2009b). Maankohoamisrannikon metsät muuttuvat koko ajan maankohoamisen edetessä ja muodostavat vyöhykkeisiä suksessio- eli kehityssarjoja.

Niemen itä- ja pohjoisosissa on laajoja merenrantaniittyjä, jotka ovat pääasiassa matalakasvuisia vihvilä-, heinä- ja sararantaniittyjä (PrRnNi). Niiden lajeja ovat muun muassa luhtakastikka (*Calamagrostis stricta*), rönsyröllä (*Agrostis stolonifera*), rantanätkelmä (*Lathyrus palustris*), terttualpi (*Lysimachia thyrsoflora*), lehtovirmajuuri (*Valeriana sambucifolia*), merisuolake (*Triglochin maritima*), myrkkyykeiso (*Cicuta virosa*), merisara (*Carex mackenziei*), vihnesara (*Carex paleacea*) ja luhtakuusio (*Pedicularis palustris*). Paikoin niityt ovat ruovikon ja merikaislan (*Bolboschoenus maritimus*) sekä rantaluikan (*Eleocharis palustris*) hallitsemia ruoko-, luikka- ja kaislarantaniittyjä (RkRnNi). Merenrannan läheisyyteen sijoittuvilla niityillä tavataan myös paikoin ruijanesikka (*Primula nutans*) ja käärmeenkieltä (*Ophioglossum vulgatum*). Hanhikiven niemen länsirannan rantaniityt ovat suhteellisen kapeita ja muuttuvat pian pensaikoiksi ja merenrantametsiksi. Tyypillisen rantakasvillisuuden lomassa esiintyy paikoin keltakurjenmiekkää (*Iris pseudacorus*). Niemen keskiosassa sijaitsevan Hietakarinalahden ympärillä on matalakasvuisia rantaniittyjä ja korkeita järviruokokasvustoja. Hietalahdessa on uimarantakäytössä oleva ja osin umpeenkasvava hiekkaranta. Rantakallioita on molemmin puolin niemeä. (Pöyry Energy Oy 2009a)

Merenrantaniittyjä reunustavat mantereen puoleisella reunalla kiiltopajupensaikat, jotka tihentyvät vähitellen muuttuen lehtimetsikoiksi. Alueella on mesiangervon hallitsemia lehtoja, joiden valtapuulaji on harmaaleppä (FiT). Pensaskeroksessa esiintyy kiiltopajua, punaherukkaa ja vadelmaa ja kenttäkeroksessa mesiangervon lisäksi nurmilauhaa, lehtovirmajuurta, kurjenjalkaa ja karhunputkea. Paikoin on tesmaa, karhunputkea, metsätähteä, puna-ailakkia ja lillukkaa kasvavia harmaaleppä-hieskoivulehtoja (MiT). Lisäksi tavataan ruohokanukan ja heinien hallitsemia rantametsää, jonka valtapuulaji on hieskoivu (CorDeT). (Pöyry Energy Oy 2009a)

Niemen sisäosaan mentäessä kasvillisuuden suksessio jatkuu kuusi- ja sekametsiin ja kuivahkoon mäntykan-kaaseen (EVT). Paikoin esiintyy poronjäkälien peittämiä kalliokkoja ja kivikkoja. Paikoin metsät ovat korpisia. Pääosin metsät ovat eri kehitysvaiheissa olevia talousmetsiä, ja etenkin niemen itäpuolella on runsaasti metsäojitusalueita. (Pöyry Energy Oy 2009a)

Uhanalaiset ja rauhoitetut kasvilajit on esitetty luvussa 7.6.4.5.

## 7.6.2 Nykytila, linnusto

Hanhikiven niemen pesimälinnuston tiedot päivitettiin ydinvoimalahankkeen kannalta keskeiseltä noin 320 hehtaarin alueelta kesällä 2013 (*Sito Oy 2013a*). Aikaisemmin niemen linnustoa on selvitetty maastokartoituksilla vuosina 2008 ja 2009 (*Pöyry Environment Oy 2008 ja Fennovoima Oy 2009*). Lisäksi alueelta on koottu jo aikaisempia havaintotietoja (*Tuohimaa 2009*). Selvitysten perusteella Hanhikiven pesivä linnusto on monipuolista vaihtelevien elinympäristöjen vuoksi. Linnustoltaan rikkaimmat kosteikkoalueet sijoittuvat niemen pohjoispuolelle Takarantaan, niemen keskiosaan Hietakarinvälkylänselälle ja niemen eteläpuolelle Heinikarinvälkylänselälle, Parhalahdelle ja Syöläntinlahdelle. Myös niemen sisäosien metsälajisto on monipuolista.

Hanhikiven vesi- ja ranta-alueilla pesivistä lajeista runsaslukuisimpia ovat naurulokki, telkkä, tavi, haapana, sinisorsa, merihanhi, nokikana sekä mustakurkku-uikku (*Fennovoima Oy 2009b*). Harvalukuisia mutta alueella säännöllisesti pesiviä lajeja ovat heinätavi, pikkulokki, luhtahuitti, nuoliruskko- ja sinisuohaukat, vesipääsky ja lapinsirri. Kahlaajista yleisimpiä ovat kuovi sekä punajalkaviklo. Pääosa Hanhikiven alueen lokeista ja tiiroista pesii Takarannan edustan luodoilla. Naurulokkeja on pesinyt alueella tyypillisesti yli 200 paria ja kalalokkeja, lapintiiroja, kalatiiroja ja pikkulokkeja muutamia kymmeniä pareja. Hietakarinvälkylänselällä on runsaasti merihanhia ja puolisuohauksia. Hietakarinvälkylänselällä on Hanhikiven laajin ruovikko, jossa pesivät säännöllisesti muun muassa ruskosuohaukka, kaulushaikara ja luhtakana. Heinikarinvälkylänselällä on puolisuohauksien sekä muun muassa laulujoutsenen, nokikanan ja mustakurkku-uikun pesimäaluetta. Molempien lampien kahlaajalajiston kuuluu muun muassa liro ja valkoviklo, ja niillä käy ruokailemassa lokkilintuja. Luhtahuitti on ollut Heinikarinvälkylänselällä lähes vuosittainen pesijä. Hanhikiven niemen eteläpuolella Parhalahdella ja Syöläntinlahdella pesii monipuolisesti vesilintuja. Runslukuisia ovat muun muassa tavi, merihanhi ja tukkakoskelo. Kahlaajat kuten töyhtöhyppä, kuovi ja suokukko ovat huomattavan runsaslukuisia lahtien välisellä niityalueella.

Vuoden 2013 pesimälinnustoseelvityksen perusteella Hanhikiven niemen länsi- ja pohjoisosat ovat linnustoltaan monipuolisia, mutta niemen kaakkoisosat vaatimattomampia (*Sito Oy 2013a*). Metsälajisto on Perämeren rannikolle tyypillistä, mutta lajistoon kuuluu joitakin huomionarvoisia lajeja. Lehtimetsiä on pinta-alallisesti runsaasti, minkä vuoksi muun muassa pyynn ja pikkutikan tiheydet ovat suuria. Kanalinnuista sekä pyy että teeri ovat alueella yleisiä. Riekkö on aikanaan kuulunut niemen pesimälajistoon, mutta 2009 lajin pesinnästä ei ollut varmuutta. Vuonna 2013 alueelta tavattiin yksi poikue. Niemen keskiosissa tavataan myös pöllö- ja petolintulajistoa. Kaikkiaan pesiviä lajeja todettiin 65. Uhanalaiset ja huomionarvoiset lintulajit on esitetty luvussa 7.6.4.5.

Hanhikiven alueella on tehty kevät- ja syysmuuton seuranta vuonna 2009 (*Luoma 2009a ja 2009b*). Seuranto-

jen perusteella Parhalahden ja Hanhikiven ylitse muuttaa runsaasti varsinkin suurikokoisia lajeja, kuten merimetsoja, joutsenia, hanhia sekä kuoveja. Muuttavien lintujen määrät ovat Suomen mittakaavassa huomattavan suuria, ja muutto kohdistuu poikkeuksellisen suppealle alueelle. Alueella lepäilee muuttoaikaan runsaasti etenkin vesilintuja ja kahlaajia. Tärkeimpiä lepäilypaikkoja ovat niemen matalat rantavesialueet, lieterannat ja laajat avonaiset rantaniityt. Keskeisiä levähdys- ja ruokailualueita ovat Takaranta, Parhalahdi ja Syöläntinlahti (*Tuohimaa 2009*). Muuttavan linnuston levähdys- ja ruokailualueena Hanhikivi on maakunnallisesti merkittävä.

## 7.6.3 Nykytila, muu eläimistö

Hanhikiven alueen eläimistöön kuuluu vaihtelevien elinympäristöjen metsälajeja kuten hirvi, metsäjänis ja orava. Alueella tavataan myös metsäkauriita. Uhanalaisten eläinlajien ja luontodirektiiviin liitteen IV(a) lajien esiintyminen alueella on kuvattu luvussa 7.6.4.5.

## 7.6.4 Nykytila, luonnonsuojelukohteet

### 7.6.4.1 Natura 2000 -alueet

#### Parhalahdi-Syöläntinlahden ja Heinikarinvälkylänselän Natura 2000 -alue

Parhalahdi-Syöläntinlahden ja Heinikarinvälkylänselän Natura 2000 -alue (FI1104201) sijaitsee Pyhäjoen kunnan alueella vajaa kaksi kilometriä voimalaitosalueen eteläpuolella (Kuva 7-26 ja Taulukko 7-5). Alue on 275 hehtaarin laajuinen, kahdessa eri osassa sijaitseva maankohoamisrannikon luontoa sisältävä kokonaisuus. Parhalahdi-Syöläntinlahti on kivikkoista, alavaa maankohoamisrannikon merenrantaa (*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2013a*). Lahtien välissä on maakunnallisesti arvokkaisiin perinnemaisemiin kuuluva Maunuksen merenrantaniitty. Niityn kasvillisuus on pääosin heinä- ja vihviläniittyä. Alueella on myös merisaran, rantaluikan ja vesikuusen muodostamia kasvustoja sekä järvikaislikkoa ja ruovikkoja. Alueen suojelun perusteena ovat sekä luontodirektiivi että lintudirektiivi (aluetyyppit SCI ja SPA).

Alue sisältyy samalla nimellä valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan (LVO110253). Pääosa alueesta on suojeltu *Parhalahdi-Syöläntinlahden ja Heinikarinvälkylänselän* luonnonsuojelualueena (YSA202820). Lisäksi siihen kuuluvat *Niemen* (YSA201321), *Hanhimaan* (YSA200962), *Ojalan* (YSA201440) ja *Pikkukallion luonnonsuojelualueet* (YSA201321) ja *Rantalan räme* (YSA206454).

#### Muut Natura 2000 -alueet

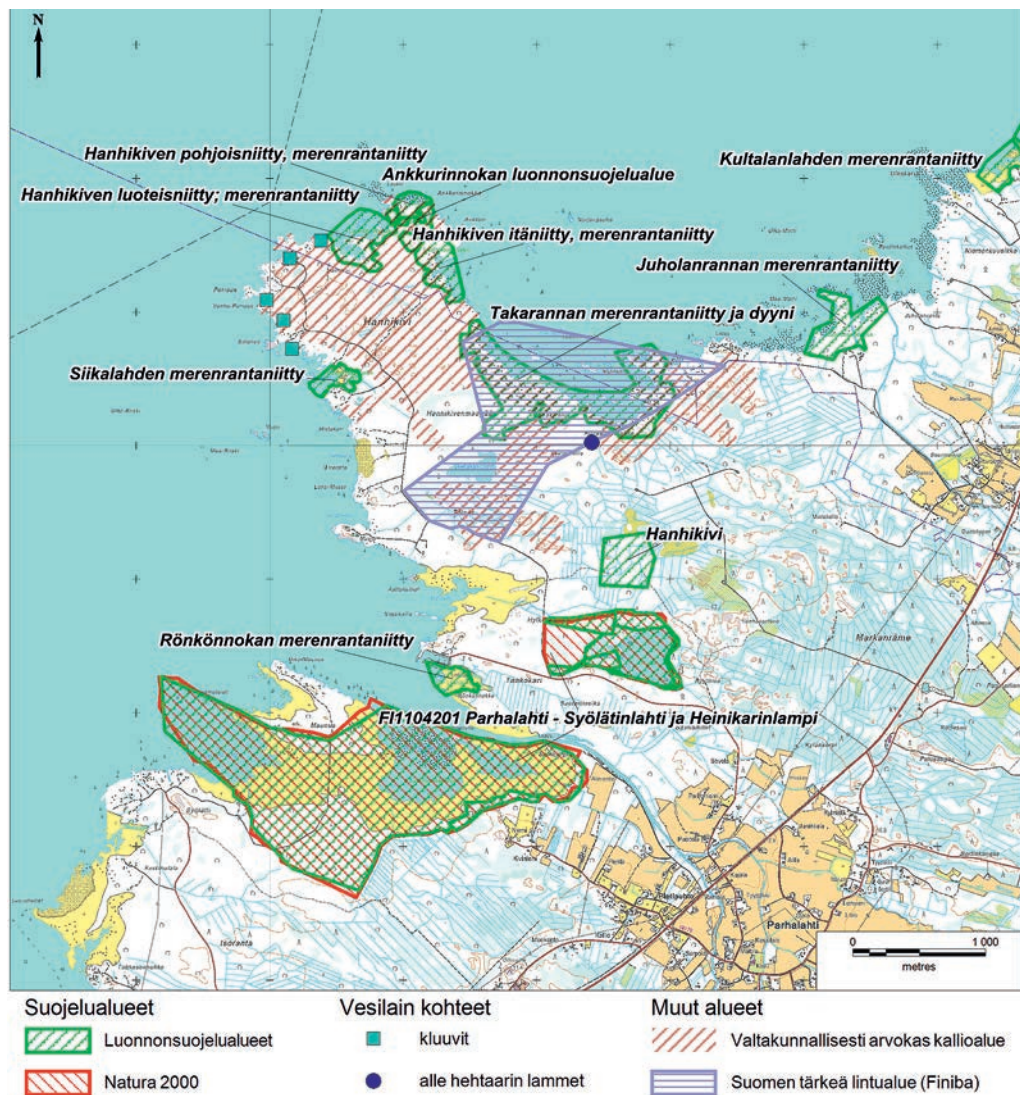
Seuraavaksi lähimmät Natura 2000 -alueet ovat yli kymmenen kilometrin päässä sijaitsevat Rajalahti-Perilähti (FI1104202) ja Rytilammen alue ja Arkkukari (FI1104605).

### 7.6.4.2 Muut luonnonsuojelualueet ja suojellut luontotyyppit

Parhalahdi-Syöläntinlahden ja Heinikarinvälkylänselän Natura

**Kuva 7-26.**

Natura 2000 -alueet ja luonnonsuojelu-alueet Hanhikiven niemellä ja sen ympäristössä.



2000 -alueen lisäksi Hanhikiven niemelle sijoittuu pohjoiskärjessä sijaitseva neljästä osa-alueesta koostuva *Ankkurinnokan* luonnonsuojelualue (YSA200525) (Kuva 7-26 ja Taulukko 7-5).

Hanhikiven niemen alueella on useita luonnonsuojelulain (29 §) suojeltuna luontotyypeinä rajattuja merenrantaniittyjä: *Hanhikiven itäniitty* (LTA202061), *Hanhikiven luoteisniitty* (LTA202060), *Hanhikiven pohjoisniitty* (LTA202062), *Siikalampi* (LTA202063) ja *Takaranta* (LTA110013). Hanhikiven niemen eteläpuolella sijaitsee lisäksi *Rönkönnokan merenrantaniitty* (LTA203185) ja itäpuolella *Juholanrannan merenrantaniitty* (LTA110005) (Kuva 7-26 ja Taulukko 7-5). Suojeltuihin luontotyypeihin kuuluvia luonnontilaisia tai luonnontilaiseen verrattavia alueita ei saa muuttaa niin, että luontotyyppin ominaispiirteiden säilyminen kyseisellä alueella vaarantuu. Kielto tulee voimaan, kun ELY-keskus on päätöksellään määritellyt suojeltuun luontotyyppiin kuuluvan alueen rajat.

Niemen alueella on lisäksi erityisesti suojeltavan lajin esiintymisalueena rajattu alue.

#### 7.6.4.3 Muut luontokohteet

Hanhikivi on luokiteltu luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaaksi kallioalueeksi (KAO110016) (*Husa ym. 2001*) (Kuva 7-26). Sen arvoluokka on 4 (arvokas kallioalue) seitsenportaisella asteikolla, jossa arvoluokan 1 kallioalueet ovat luonnon- ja maisemansuojelun kannalta merkittävimpiä. Hanhikiven geologinen arvo on arvioitu hyvin merkittäväksi, maisemallinen arvo merkittäväksi ja biologinen arvo vähemmän merkittäväksi. Hanhikiven niemen itäpuolella sijaitsee toinen valtakunnallisesti arvokas kallioalue, Halkokari (KAO110015). Sen arvoluokka on samoin 4.

Pohjois-Pohjanmaan perinnemaisemien inventoinnissa Takaranta ja Juholanrannan niitty ja Maunuksen rantaniityt on arvioitu maakunnallisesti arvokkaiksi kohteiksi (*Vainio & Kekäläinen 1997*). Kaksi ensin mainittua sijoittuu luonnonsuojelulain suojeltuna luontotyypeinä rajatuille alueille ja kolmas Parhalahti-Syölätinlahden ja Heinikarintammen luonnonsuojelualueelle (Kuva 7-26).

Hietakarintammen-Takarannan alue (171 ha) Hanhikiven

niemen itäosassa sisältyy Suomen tärkeisiin FINIBA-lintualueisiin (*Leivo ym. 2002*) (Kuva 7-26). Alueen kriteerilajina on joutsen, jota on muuttoaikoina alueella erityisen runsaasti. FINIBA-alueen linnustollisesti merkittävimmät kohteet ovat Hietakarinalahti ja sitä ympäröivät ruovikot, Hietakarinalahden pohjoispuolella sijaitseva rantaniitty sekä Takarannan alue.

Edellä mainittujen luontokohteiden lisäksi Hanhikiven niemeen sijoittuu kaksi Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelman (METSO-ohjelma) kohdetta. Hanhikiven alue oli vuosina 2005–2006 mukana Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelmaan (METSO) liittyvässä ”Merestä metsäksi”-kokeiluhankkeessa, jonka tavoitteina oli muun muassa tiedon kokoaminen sukkessio-metsän tilasta ja luonnonarvoista sekä vapaaehtoinen monimuotoisuuden turvaaminen alueella. Ohjelman aikana Hanhikiven alueita suojeltiin 150 hehtaaria luonnonarvo-kauppasopimuksin, ympäristötukisopimuksin sekä ostamalla maata valtiolle (*Ruokanen 2007*).

Kasvillisuusselvityksen (*Pöyry Energy Oy 2009a*) mukaan myös niemen kärjen pienet rantaniityt ovat mahdollisia luonnonsuojelulain (29 §) suojeltuihin luontotyyppihin kuulu-

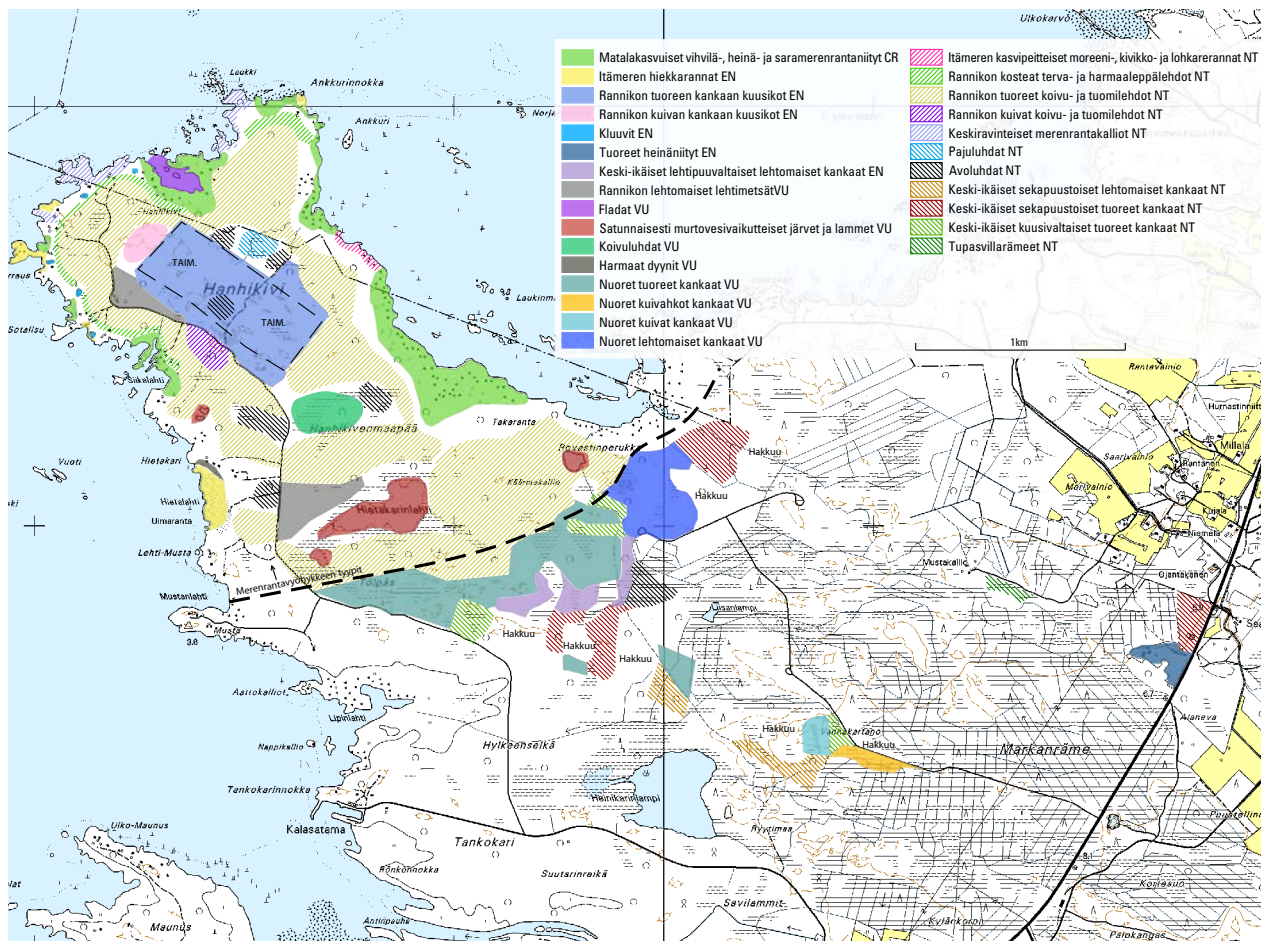
via merenrantaniittyjä. Luoteisrannan kluuveja, Hanhikiven luoteisniityllä sijaitseva fladaa sekä Rovastinperukan lampea voidaan pitää vesilain (2 luvun 11 §) mukaisina suojeltuina vesiluontotyyppinä. Vesilain suojeltujen luontotyyppien muuttaminen on kielletty ilman poikkeuslupaa. Mahdollisia metsälain (10 §) erityisen arvokkaita elinympäristöjä ovat Hietakarinalahden rantaluhat ja Rovastinperukan pienen lammen lähiympäristö (*Pöyry Energy Oy 2009a*). Metsälakikohteiden metsänhoitotoimenpiteet tulee tehdä niiden luontoarvo säilyttävällä tavalla, ja kohteiden huomioon ottaminen maankäytön suunnittelussa on suositeltavaa.

#### 7.6.4 Uhanalaiset luontotyypit

Hanhikiven alueella esiintyvistä luontotyypeistä useat on määritelty Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden arvioinnissa (*Raunio ym. 2008*) Etelä-Suomessa äärimmäisen uhanalaisiksi (CR), erittäin uhanalaisiksi (EN), vaarantuneiksi (VU) tai silmälläpidettäviksi (NT). Uhanalaisilla luontotyypeillä ei ole lainsäädäntöön perustuvaa asemaa tai suojeluelvoitetta, mutta edustavat kohteet on suositel-

**Taulukko 7-5.** Hanhikiven niemen alueen ja sen lähiympäristön suojelualueet ja niiden suojeluperusteet.

Nimi	Tunnus	Ha	Suojeluperusteet
<b>Ankkurinnokan luonnonsuojelualue</b>	YSA200525	4,6	Luonnontilaisena säilyneiden maankohoamisrannikon luonnonmetsien säilyttäminen
<b>Hanhimaan luonnonsuojelualue</b>	YSA200962	4,3	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Niemen luonnonsuojelualue</b>	YSA201654	4,6	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Ojalan luonnonsuojelualue</b>	YSA201440	2,6	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Parhalahdi-Syölätinlahti ja Heinikarinalammen luonnonsuojelualue</b>	YSA202820	243,5	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Parhaniemen luonnonsuojelualue</b>	YSA201439	0,2	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Pikkukallion luonnonsuojelualue</b>	YSA201321	1,1	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Puistolan luonnonsuojelualue</b>	YSA201435	1,3	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Rantalan räme</b>	YSA206454	5,0	Natura 2000 -verkoston ja valtakunnallisen lintuvesiensuojeluohjelman toteuttaminen
<b>Hanhikiven itäniitty</b>	LTA202061	10,8	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty. Matalakasvuinen, tyypillinen, luonnontilainen, vyöhykkeisyys selvää.
<b>Hanhikiven pohjoisniitty</b>	LTA202062	3,6	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty. Matalakasvuinen, tyypillinen, luonnontilainen, avoin.
<b>Hanhikiven luoteisniitty</b>	LTA202060	14,1	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty. Matalakasvuinen, tyypillinen, luonnontilainen.
<b>Siikalahden merenrantaniitty</b>	LTA202063	5,0	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty. Matalakasvuinen niitty.
<b>Takarannan merenrantaniitty ja dyyni</b>	LTA110013	60,9	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty. Avoin, muokkaamaton, matalakasvuinen, monipuolinen ja edustava, uhanalaista lajistoa.
<b>Rönkönnokan merenrantaniitty</b>	LTA203185	5,6	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty
<b>Juholanrannan merenrantaniitty</b>	LTA110005	15,7	Luonnonsuojelulain nojalla suojeltu luontotyyppi - merenrantaniitty



**Kuva 7-27.** Uhanalaisten luontotyyppien esiintyminen Hanhikiven niemen alueella. Maankohoamisrannikon metsien kehityssarjojen luontotyyppiä ei ole kartalla erikseen esitetty, sillä kyseinen luontotyyppi kattaa pääosan niemestä. (Pöyry Energy Oy 2009a)

vaa ottaa huomioon. Hanhikiven alueen luontotyyppien rajaukset ja niiden esiintymisen ja edustavuuden arviointi on tehty kasvillisuusselvitysten yhteydessä (Pöyry Energy Oy 2009a). (Kuva 7-27 ja Taulukko 7-6)

Äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) arvioitu luontotyyppi maankohoamisrannikon metsien kehityssarjat kattaa pääosan Hanhikiven niemestä. Maakunnallisesti tarkastellen Hanhikivi on todennäköisesti kymmenen merkittävimmän merenrantojen sukkessiometsäkohteen joukossa (Pöyry Energy Oy 2009b). Kehityssarjaan kuuluvista uhanalaisista luontotyypeistä rannikon lehtomaisen lehtimetsien (VU) edustavuus on alueella hyvä, vaikkakin osa niistä on taimikkoa. Rannikon lehtomaisia kuusikoita (EN) ja kuivan kankaan kuusikoita (EN) esiintyy niemen keskiosissa erittäin pienialaisina. Rannikon tuoreen kankaan kuusikoita (EN) esiintyy niemen keskiosissa, mutta ne ovat pääosin taimikkoa. Pääosa pinta-alasta on luokiteltu luontotyyppiin rannikon tuoreet koivu- ja tuomilehdot (NT). Sukkessiosarjojen kokonaisuutta pirstovat niemen tyven ojittukset sekä osittainen metsätaloustalokäyttö niemen keskiosissa. Sukkessiosarjan vanhimmat vaiheet eli varttuneet metsät alueelta puuttuvat.

Äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) arvioituun meren-

rantaniittyjen luontotyyppiin kuuluvat alueet keskittyvät Hanhikiven niemen pohjois- ja itärannoille. Merestä irti kuroutuvia lahdenpohjujokoita eli fladoja (VU) esiintyy Siikalahden ja Lipinlahden perukoissa sekä Hanhikiven pohjoisosassa. Hanhikiven rannoilla olevat kluuvit (EN) ovat pieniä ja esiintyvät niemen länsi- ja pohjoispuolella. Osa kluuveista edustaa luontotyyppikuvausta hyvin, mutta osa niistä on lähes umpeenkasvaneita ja kuivuneita. Satunnaisesti murtovesivaikutteisten järvien ja lampien (VU) luontotyyppiin kuuluvat Hietakarinniemi, Heinikarinniemi ja Rovastinperukka ja kaksi niemen länsiosan piestä lampea. Hanhikiven niemen alueella olevat Itämeren hiekkarannat (EN) ja harmaat dyynit (VU) ovat pienialaisia ja niitä on vähän. Hiekkarannoista laajin on Hietalahden uimaranta, mutta se on lähes umpeenkasvanut.

#### 7.6.4.5 Uhanalaiset ja rauhoitetut lajit ja luontodirektiivin liitteen IV-lajit

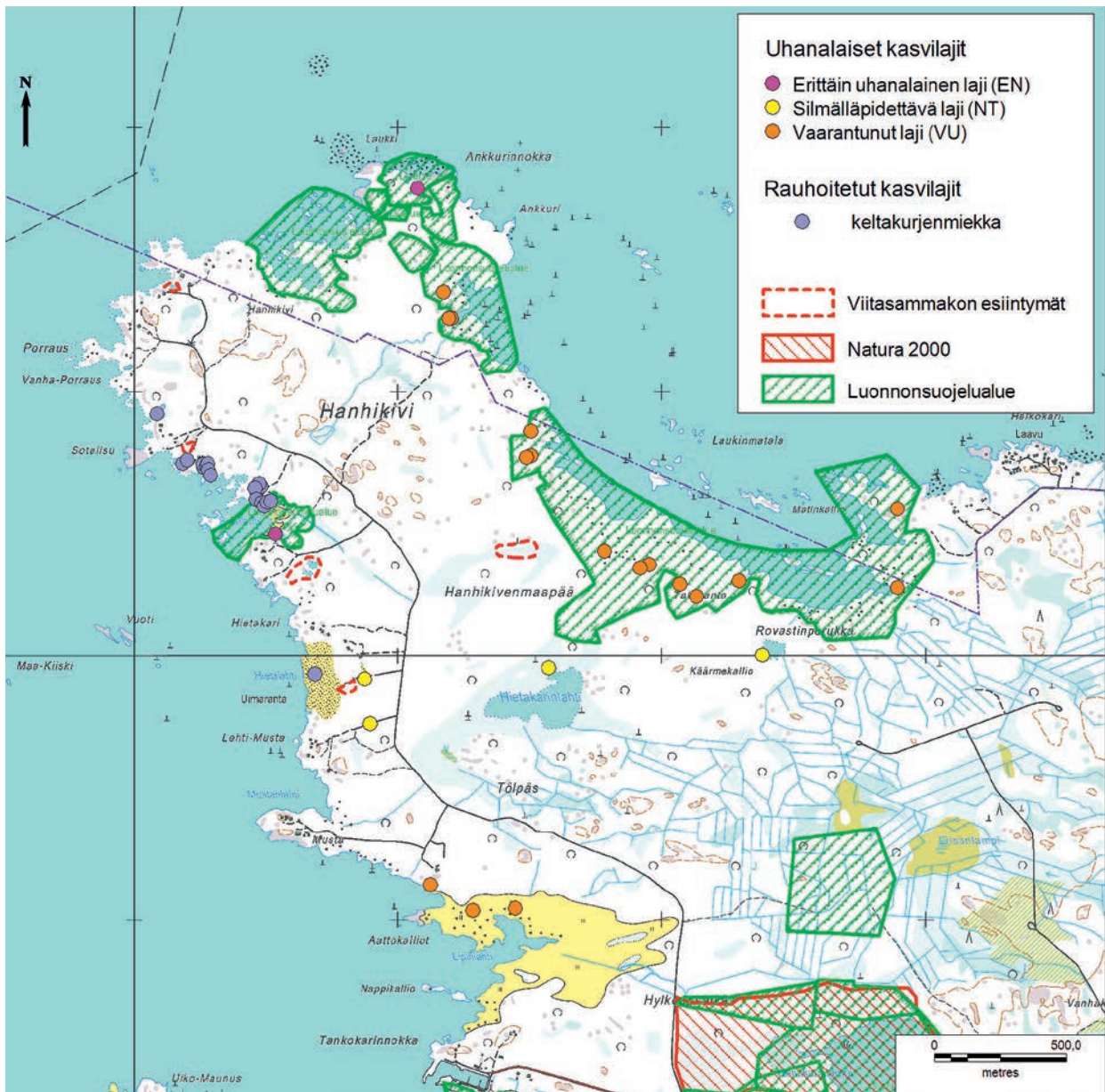
##### Uhanalaiset ja rauhoitetut kasvilajit

Hanhikiven alueelta on havaintotietoja viidestä uhanalai-



**Taulukko 7-6.** Uhanalaisten luontotyyppien esiintyminen ja edustavuus. (Pöyry Energy Oy 2009a)

Luontotyyppi	Uhanalaisuus (koko maa)	Esiintyminen selvitysalueella	Edustavuus
Itämeren kasvipeitteiset moreeni-, kivikko- ja lohkarerannat	NT	Pieni alue Hanhikiven niemen itärannalla	Vähän, hyvä.
Itämeren hiekkarannat	EN	Hietalahti (uimaranta). Sotalisu. Porraus.	Hietalahden uimaranta umpeenkasvamassa. Muut pienialaisia, hyvä.
Harmaat dyynit	VU	Takarannan itäpää. Hietalahti. Sotalisu. Porraus.	Pieniä, merkittävä.
Rannikon kosteat terva- ja harmaaleppälehdot	NT	Paikoitellen niemen keskiosia kohti mentäessä maankohoamisrannikon sukkession johdosta.	Vähän, hyvä.
Rannikon tuoreet koivu- ja tuomilehdot	NT	Niemen keskiosissa ja lähellä rantoja, usein heti pajuvyöhykkeen jälkeen.	Erinomainen.
Rannikon kuivat koivu- ja tuomilehdot	NT	Niemen keskiosissa.	Pienialaisia, hyvä.
Rannikon lehtomaiset lehtimetsät	VU	Niemen keskiosissa lähellä Hietakarinjahtea.	Hyvä, osittain taimikkoa.
Rannikon lehtomaiset kuusikot	EN	Niemen keskiosissa.	Erittäin pienialaisia, hyvä.
Rannikon tuoreen kankaan kuusikot	EN	Niemen keskiosat.	Suurimmaksi osaksi taimikkoa. Pienialaisesti vanhempaa puustoa. Hyvä.
Rannikon kuivan kankaan kuusikot	EN	Niemen keskiosat.	Pienuhkö ala, hyvä.
Maankohoamisrannikon metsien kehityssarjat	CR	Koko Hanhikiven niemi.	Erinomainen.
Fladat	VU	Siikalahden ja Lipinlahden perukka. Hanhikiven luoteisniityn puokama.	Erinomainen.
Kluuvit	EN	Pieniä lampareita niemen länsipuolella.	Hyvä, pieniä. Osa lähes umpeenkasvaneita.
Satunnaisesti murtovesivaikutteiset järvet ja lammet	VU	Hietakarinjahti. Heinikarinlampi. Rovastinperukka. Liisanlampi. Myös pienempiä kluuveja Hanhikiven niemen länsipuolella.	Hyvä.
Luikka- ja kaislamerenrantaniityt	DD	Niemen itä- ja pohjoisosat paikoitellen. Takaranta. Siikalahti. Hietakarinjahti.	Kapea vyöhyke rannan ja veden välissä. Erinomainen.
Matalakasvuiset vihvilä-, heinä- ja saramerenrantaniityt	CR	Hanhikiven niemen itä- ja pohjoisosan laajemat merenrantaniityt. Takaranta. Siikalahti. Hanhikiven luoteisniitty. Hanhikiven itäniitty. Hanhikiven pohjoisniitty. Hietakarinjahti.	Erinomainen.
Suursaramerenrantaniityt	CR	Ankkurinokka. Porraus.	Pienialaisia. Erinomainen.
Keskiravinteiset merenrantakalliot	NT	Hanhikiven kalliorannat. Lähinnä Hanhikiven niemen pohjoisosien rannat.	Hyvä.
Koivuluhdat	VU	Hanhikivenmaapää.	Pienialaisia, hyvä.
Pajuluhdat	NT	Hanhikiven niemen keskiosissa.	Pienialaisia, hyvä.
Avoluhdat	NT	Hanhikiven niemen alueella paikoitellen niemen keskiosassa.	Pienialaisia, hyvä.
Tupasvillamäreet	NT	Tielinjauksen alueella.	Pienialaisia, hyvä.
Tuoreet heinäniitty	EN	Vt 8 varressa, tielinjauksen alueella.	Hoitamaton, heikko.
Nuoret lehtomaiset kankaat	VU	Rovastinperukan lähistöllä.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Nuoret tuoreet kankaat	VU	Johtoreitin ja tielinjauksen alueilla.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Nuoret kuivahkot kankaat	VU	Johtoreitin ja tielinjauksen alueilla.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Nuoret kuivat kankaat	VU	Johtoreitin alueella.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Keski-ikäiset sekapuustoiset lehtomaiset kankaat	NT	Johtoreitin ja tielinjauksen alueilla.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Keski-ikäiset lehtipuuvallaiset lehtomaiset kankaat	EN	Tielinjauksen alueella.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Keski-ikäiset sekapuustoiset tuoreet kankaat	NT	Johtoreitin ja tielinjauksen alueilla.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.
Keski-ikäiset kuusivallaiset tuoreet kankaat	NT	Johtoreitin ja tielinjauksen alueilla.	Metsätalouskäytössä, edustavuus heikko.



**Kuva 7-28.** Hanhikiven niemen uhanalaisten kasvilajien kasvupaikat ja viitasammakon esiintymät.

sesta tai rauhoitetusta putkilokasvilajista (Pöyry Energy Oy 2009a; Sito Oy 2012; Uhanalaisrekisteriote 4/2012). (Kuva 7-28 ja Taulukko 7-7). Niistä kolme, ruijanesikko (*Primula nutans*), perämerenmaruna (*Artemisia campestris* ssp. *botnica*) ja nelilehtivesikuusi (*Hippuris tetraphylla*), kuuluvat luontodirektiivin liitteen IV(b) lajeihin. Liitteen IV(b) kasvilajeja koskee luonnonsuojelulain (49 S) hävittämis- ja heikentämiskielto.

Vaarantuneella (VU) ruijanesikolla on runsaasti esiintymiä Hanhikiven niemen alueella. Lajia esiintyy Takaranan merenrantaniityllä, Ankkurinnokan luonnonsuojelualueella, Lipinlahdella sekä Parhalahden ympäristössä. Esiintymät keskittyvät niemen itärannalle. Laajimmat kasvustot sijaitsevat Lipinlahden merenrantaniityllä (Pöyry Energy Oy 2009a). Vuonna 2013 selvitettiin lajin esiintymi-

nen tielinjan alueella Takaranan eteläpuolella, eikä lajia alueelta todettu (Sito Oy 2013).

Äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) luokitellun perämerenmarunan esiintymä on todennäköisesti hävinnyt eikä lajia löydetty vuonna 2008 kasvillisuus selvityksen yhteydessä. Erittäin uhanalaiseksi luokitellun (EN) nelilehtivesikuusen kasvupaikoilla niemen itärannalla todettiin vuoden 2009 kartoituksessa ainoastaan lamparevesikuusen ja nelilehtivesikuusen risteymää (rannikkovesikuusi). Silmälläpidettävistä (NT) lajeista otalehtivitaa (*Potamogeton friesii*) on löydetty Rovastinperukan lammesta ja ahonoidanlukkoa (*Botrychium multifidum*) Hietalahden uimarannan hietikolta. Ahonoidanlukkoa ei löydetty vuosien 2008–2009 kartoituksissa.

Pohjois-Pohjanmaalla rauhoitettua keltakurjenmieikka (*Iris pseudacorus*) esiintyy Hanhikiven niemen länsiran-

nalla. Keltakurjenmiekka on arvioitu Pohjois-Pohjanmaalla elinvoimaiseksi lajiksi (LC). Kasvustoja todettiin yhteensä 20 vuosina 2011 ja 2012 (Sito Oy 2012). Pääosa niistä sijaitsee Siikalahden ja Sotalisun niemen välisellä alueella.

### Uhanalaiset ja huomionarvoiset lintulajit

Hanhikiven niemen ydinvoimalaitoksen rakentamisalueilla havaittiin vuoden 2013 pesimälinnustoselvityksessä (Sito Oy 2013) kaksi uhanalaista lintulajia: vaarantuneeksi (VU) arvioitua jousihorsaa ja kivitasku. Silmälläpidettävistä (NT) lajeista havaittiin tukkakoskelo, isokoskelo, riekko, teeri, luhtahuitti, punajalkaviklo, rantasipi, käenpiika, sirittäjä ja punavarpunen. Lintudirektiivin I liitteen lajeja alueella oli seitsemän (pyy, teeri, lapinpöllö, luhtahuitti, kurki, kalatiira ja palokärki) ja Suomen erityisvastuulajeja kahdeksan (telkkä, tukkakoskelo, isokoskelo, teeri, kuovi, rantasipi, kalatiira ja leppälintu). Lintudirektiivin I lintulajeja suojellaan Natura-verkostolla. Niemessä ja sen ympäristön ranta- ja vesialueilla on todettu myös muita uhanalaisia ja silmälläpidettäviä lintulajeja (Fennovoima Oy 2008 & 2009; Tuohimaa 2009). Lisäksi niemen alueella, etäämpänä rakentamisalueista, pesii erityisesti suojeltaviin lajeihin kuuluva lintulaji. Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on kielletty, sen jälkeen kun ELY-keskus on sen päätöksellään rajannut.

### Luontodirektiivin liitteen IV(a) eläinlajit

#### Viitasammakko

Viitasammakon (*Rana arvalis*) esiintymistä suunnitellun ydinvoimalaitoksen alueella kartoitettiin vuosina 2010

(Pöyry Finland Oy 2010) ja 2011 (Sito Oy 2011). Vuonna 2011 tehdessä, Hietakarin pohjoispuoleiselle maa-alueelle keskittyneessä selvityksessä viitasammakoita todettiin viidessä kohteessa (Kuva 7-28). Kohteet olivat pienialaisia, kluuvisia kosteikkoja, joissa oli äänessä muutamia (1-5) viitasammakkokoiraita. Selvitysten perusteella Hanhikiven niemen alueella on todennäköisesti useita viitasammakon kutupaikkoja. Merkittävimpiä kutupaikkoja ovat todennäköisesti laajemmat vesialueet, kuten Heinikarinlampi, jossa viitasammakoita oli keväällä 2011 runsaasti. Maankohoamisen seurauksena niemen keskiosan kosteikot muuttuvat hitaasti lajille sopimattomiksi ja uusia lajille sopivia elinympäristöjä muodostuu rannoille. Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin kuuluvan viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulain (49 §) perusteella kielletty.

#### Lepakot

Hanhikiven alueelle tehtiin lepakkoselvitys vuonna 2012 (Suomen Luontotieto Oy 2012). Neljäntoista yön detektorihavainnoinnin ja maastossa tehdyn talvehtimis- ja pesimäpaikkojen etsinnän perusteella alueen lepakkokantaa voi pitää niukkana. Kaikki suunnitellun ydinvoimalaitoksen alueen havainnot koskivat pohjanlepakoita (*Eptesicus nilssonii*), joita havaittiin yksittäin tai pareittain ranta-alueilla. Niemen alueelta ei löytynyt lepakoiden pesimäyhdyskuntia ja siellä on varsin niukasti kolopuita, joita esimerkiksi vesisiipat (*Myotis daubentonii*) saattavat käyttää pesäkoloinaan. Niemen eteläpuolella sijaitsevan Parhalahden kalasataman rakennuksissa todennäköisesti pesii lepakoita.

### Taulukko 7-7. Hanhikiven niemen alueella havaitut uhanalaiset putkilokasvilajit.

CR = äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, NT = silmälläpidettävä, RE = alueellisesti hävinnyt, RT = alueellisesti uhanalainen, rauh. = rauhoitettu, erit. = erityisesti suojeltava laji, dir. = luontodirektiivin liitteen IV laji, vast. = Suomen kansainvälinen erityisvastuulaji.

laji	uhanal.	rauh.	erit.	dir.	vast.	havaintovuosi	esiintymien lukumäärä ja elinvoimaisuus
<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>bottnica</i> perämerenmaruna	CR, RE	X	X	X	X	hävinnyt	
<i>Botrychium multifidum</i> ahonoidanlukkan	NT, RT				X	1999, (mahdollisesti hävinnyt)	1 esiintymä, esiintymätieto epätarkka, ei löydetty 2008/2009
<i>Hippuris tetraphylla</i> nelilehtivesikuusi	EN	X		X	X	2002, 2006	3 esiintymää, 2009 havaittiin vain risteymiä
<i>Iris pseudacorus</i> keltakurjenmiekka		X				2008, 2009, 2012	20 esiintymää, elinvoimaisuus hyvä, pienialaisia
<i>Potamogeton friesii</i> otalehtivita	NT					1994, (mahdollisesti hävinnyt)	1 esiintymä esiintymätieto epätarkka, ei löydetty 2009
<i>Primula nutans</i> var. <i>jokelae</i> ruijanesikko	VU	X		X	X	2003-2009	12 esiintymää (2009), eri vuosien esiintymäkirjauksissa mahdollisesti päällekkäisyyttä, elinvoimaisuus pääosin hyvä, esiintymien koko vaihtelee (muutama - tuhansia)

### Liito-orava

Hanhikiven alueella ei ole todettu liito-oravaa (*Pteromys volans*) (Fennovoima Oy 2008). Liito-oravalle elinympäristöksi sopivia kuusivaltaisia sekametsiä todettiin vuosina 2008 ja 2009 pienialaisesti niemen sisäosassa ja niemen kärjessä. Liito-oravasta ei havaittu merkkejä. Lähin tiedossa oleva havainto lajista on noin seitsemän kilometrin päästä Hanhikivestä.

### 7.6.5 Arviointimenetelmät

Luontovaikutusten arvioinnissa on kuvattu luonnonympäristön nykytila sekä arvioitu ne vaikutukset, joita hankkeen toteuttamisella on alueen kasvillisuuteen, eläimistöön, luontotyyppisiin ja luonnonsuojelun kannalta merkittäviin kohteisiin sekä laajemmin luonnon monimuotoisuuteen ja vuorovaikutussuhteisiin. Arvioinnissa on otettu huomioon ydinvoimalaitoksen suorat ja epäsuorat vaikutukset sekä rakentamisen että käytön aikana. Vaikutusten arviointi perustui YVA-hankkeen aikana laadittuihin selvityksiin vaikutusten laajuudesta ja voimakkuudesta. Lisäksi hankkeen aikaisemmissa vaiheissa tehtyjä vaikutusarviointeja on hyödynnetty soveltuvilta osiltaan. Alueen maankäytön on oletettu toteutuvan vahvistettujen osayleis- ja asemakaavojen mukaisesti.

Nykytilan kuvaukseen ja vaikutusten arviointiin oli käytettävissä seuraavat hanketta varten tehdyt selvitykset:

#### Kasvillisuus selvitykset:

- Pyhäjoen Hanhikiven kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykset vuosina 2008-2009 (*Pöyry Energy Oy 2009a*)
- Arvio Hanhikiven alueen merkittävydestä primäärisukessiometsien alueena (*Pöyry Energy Oy 2009b*)
- Keltakurjenmiekkakartoitus satama- ja purkualueella 2012 (*Sito Oy 2012*)
- Ruijanesikkotarkistus tielinjauksen alueella 2013 (*Sito Oy 2013b*)

#### Linnustoselvitykset:

- Kooste viiden lintuharrastajan Hanhikiven linnusto koskevistä havainnoista vuosilta 1996–2009 (*Tuohimaa 2009*)
- Hanhikiven niemen pesimälinnustoselvitys 2008 (*Pöyry Environment Oy 2008*)
- Hanhikiven niemen pesimälinnustoselvitys 2009 (raportoitu periaatepäätöshakemuksessa DD-01-P10-014, Fennovoima Oy 2009)
- Hanhikiven niemen pesimälinnustoselvitys 2013 (*Sito Oy 2013a*)
- Pyhäjoen Hanhikiven merikotkaseuranta 2011 ja 2012 (*Sito Oy 2011 ja Suomen Luontotieto Oy 2012*)
- Pyhäjoen Hanhikiven keväinen muuton seuranta ja Natura-alueiden nykytilan selvitys keväällä 2009 (*Luoma 2009a*)
- Pyhäjoen Hanhikiven syksyinen muuton seuranta 2009 (*Luoma 2009b*)

#### Muun eläimistön selvitykset:

- Pyhäjoen Hanhikiven viitasammakkoselvitys 2010 (*Pöyry Finland Oy 2010*)

- Pyhäjoen Hanhikiven viitasammakkoseuranta 2011 (*Sito Oy 2011*)
- Pyhäjoen Hanhikiven lepakkoselvitys 2012 (*Suomen Luontotieto Oy 2012*)

Muina tietolähteinä on käytetty Suomen ympäristökeskuksen tietoja uhanalaisista lajeista (2.4.2012) sekä OIVA -ympäristö- ja paikkatietopalvelun luontokohdetietoja (2013).

Luontokohteisiin ja lajeihin kohdistuvien vaikutusten arviointi tehtiin Suomen ympäristökeskuksen oppaiden ”Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa” (*Söderman 2003*) ja ”Direktiivilajien huomioon ottaminen suunnittelussa” (*Sierla ym. 2004*) mukaisesti. Lisäksi on tarkasteltu hankkeen vaikutuksia lajiin (*Rassi ym. 2010*) ja luontotyyppien uhanalaisuuteen (*Raunio ym. 2008*). Vaikutusten merkittävyyden arviointi perustuu kunkin kohteen erityispiirteiden ja lajin elinympäristö- tai kasvupaikkavaatimusten tarkasteluun. Parhalahdi-Syölätinlahden ja Heini-karinlammen Natura-alueeseen kohdistuvien vaikutusten arviointi (*Pöyry Environment Oy 2009*) päivitettiin vastamaan uutta laitosta.

### 7.6.6 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankkeen rakentamisen aikaiset suorat vaikutukset kohdistuvat alueelle, johon ydinvoimalaitoksen ja siihen liittyvien toimintojen rakennukset ja rakenteet tulevat. Pääosin rakentaminen sijoittuu noin yhden neliökilometrin alueelle Hanhikiven niemen keskiosiin. Lisäksi laitosalueelle rakennetaan uusi tieyhteys niemen keskiosan kautta. Rantavyöhykkeelle sijoittuvat satama-allas aallonmurtajineen sekä jäähdytysveden otto- ja purkurakenteet. Muilta osin rantavyöhyke jää rakentamisen ulkopuolelle. Rakentamisen seurauksena nykyinen metsäinen luonnonympäristö muuttuu rakennetuksi voimalaitosalueeksi. Nykyinen kasvillisuus, eläimistö ja luontotyytit häviävät pysyvästi rakennusten, läjitysalueiden ja teiden sekä piha-alueiden sora- ja asfalttipintojen ja nurmikoiden alle jäävältä alueelta.

Rakennusvaiheen aikana ympäröivään luontoon kohdistuu välillisiä vaikutuksia muun muassa rakennustyömaalta ja työmaaliikenteestä leviävästä melusta ja pölystä sekä räjäytys- ja louhintatöiden aiheuttamasta tärinästä. Melumallinnuksen mukaan rakennusaikainen melu on vaihtelevaa, mutta voi ilman suojaustoimia ylittää voimalaitostyömaan ja sinne johtavan tien lähiympäristössä luonnonsuojelualueille asetetut ohjeavot (luku 7.9).

Pohjavesiin kohdistuvista vaikutuksista tehdyn vaikutusarvioinnin mukaan maanalaisten kalliotilojen rakentaminen voi alentaa kalliopohjavedenpintoja lähiympäristössä (*Pitkäranta 2012*). Hankkeesta ei synny sellaisia pohjavesivaikutuksia, joilla olisi vaikutuksia ranta-alueiden ja luonnonsuojelualueiden vesitasapainoon. Vesistövaikutusarvioinnin mukaan sataman sekä vedenotto- ja purkurakenteiden rakentaminen aiheuttavat veden väliaikaista samenessa, joka ulottuu noin 10–100 metrin päähän ruoppaus- ja läjityskohteesta (luku 7.4). Hienorakenteista tai eloperäistä sedimenttiä ei ruopattavilla osuuksilla juuri havaittu. Hienoimpien alueelta löydettyjen aineiden vaikutukset ovat

suurimmat todennäköisesti pohjanläheisessä vesikerroksessa, jossa samenen laajuus on arviolta enimmillään noin kaksi kilometriä. Ruoppauksista ei arvioida aiheutuvan ravinteiden tai haitta-aineiden vapautumista veteen. Rakennusvaiheessa työmailta pois johdettavien vesien aiheuttaman kiintoainekuormituksen ja räjähdysaineista peräisin olevien tyyppiyhdisteiden määrän arvioidaan jäävän vähäiseksi. Meriläjäytyksen vaikutusten ulottuminen ranta-alueille on epätodennäköistä.

Rakentamisen seurauksena lajisto ja luontotyypit voivat muuttua rakennettavien alueiden lähiympäristössä lyhyellä tai pitkällä aikavälillä, sillä reunavaikutus lisääntyy ja pienilmastossa ja vesitaloudessa voi tapahtua muutoksia. Lisäksi rakentaminen aiheuttaa nykyisten yhtenäisten ranta- ja metsäalueiden pirstoutumista, mikä voi heikentää joidenkin lajien elinympäristöjä ja heikentää alueiden välisiä paikallisia ekologisia yhteyksiä. Muutokset voivat tapahtua pidemmällä aikavälillä kuin mitä rakennusvaihe kestää.

Rakentamisen aikaisia vaikutuksia linnustoon ja suoje-lualueisiin on kuvattu seuraavissa luvuissa.

#### **7.6.6.1 Vaikutukset Natura 2000- ja luonnonsuojelualueisiin, suojeltuihin luontotyypeihin ja luontokohteisiin**

Voimalalaitosrakentaminen on sijoitettu osayleis- ja asemakaavoissa niin, että Hanhikiven niemen luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojelulain suojeltuina luontotyypeinä rajatut alueet jäävät energiahuollon alueiden (EN-1 ja EN-2) ulkopuolelle. Ne on merkitty kaavoihin luonnonsuojelualueina (SL ja SL-1), ja niiden ja rakentamiseen osoitettujen alueiden väliin jää pääsääntöisesti suojavyöhyke. Poikkeuksena on Siikalahden merenrantaniitty (LTA202063), joka rajoittuu suoraan voimalaitosalueeseen, sekä Takaranta (LTA110013), jonka lounaiskulmaa sivuaa tieyhteys. Lähimmät suojelukohteista ovat merenrantaniittyjä ja eikä niemen sisäosaan sijoittuvan rakentamisen arvioida muuttavan merkittävästi esimerkiksi kohteiden vesitaloutta tai pienilmastoa. Melumallinnuksen mukaan (luku 7.9) rakennustyömaan melu ulottuu Siikalahden merenrantaniityn ja Hanhikiven luoteisniityn alueille ja liikenteen melu pieneen osaan Takarannan aluetta. Rakentamisesta johtuvat vaikutukset, kuten melu, pöly tai tärinä, eivät olotu Parhalahden – Syöläinlahden ja Heinikarinlammen Natura 2000 -alueelle.

Rakentamiseen osoitetun alueen sisällä on muutamia luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä alueen osana (luo-1, luo-2 ja luo-3) merkittäviä luontokohteita, jotka otetaan huomioon toimintojen sijoittelussa. Kohteet ovat pienialaisia merenrantaniittyjä, jotka saattavat täyttää luonnonsuojelulain suojellun luontotyypin kriteerit, sekä mahdollisia metsälaki- ja vesilakikohteita. Niemen kärkeen sijoittuvien satamarakenteiden ja jäähdysveden otto- ja purkurakenteiden alle jää osa niittyalueista ja yksi pieni kluuvijärvi. Vaikutusta ei voida pitää merkittävänä, koska vastaavan tyyppisiä kohteita esiintyy edustavampina ja laajempialaisina niemen luonnonsuojelualueilla ja luonnonsuojelulain suojeltuina luontotyypeinä rajatuilla alueilla. Etäisyyden ja hydraulisen yhteyden puutteen vuoksi jäähdysveden poistorakenteilla ei arvioida olevan vaikutusta niiden läheisyydessä olevien kluuvien vesitasapainoon (*Pitkäranta 2012*).

Vaikutukset alueiden linnustoon ja FINIBA-lintualueeseen on arvioitu luvussa 7.6.6.4.

Hankkeen vaikutukset valtakunnallisesti merkittäviin kallioalueisiin on arvioitu luvussa 7.7.

Vaikutukset Natura 2000 -verkostoon on arvioitu luvussa 7.6.7.2.

#### **7.6.6.2 Vaikutukset uhanalaisiin kasveihin ja luontodirektiivin liitteen IV-lajeihin**

Hanhikiven niemen alueella esiintyy uhanalaista, vaarantuneeksi (VU) arvioitua ja luontodirektiivin liitteen IV(b)-kasvilajeihin kuuluvaa ruijanesikkoa. Ruijanesikon tiedossa olevat ja vuoden 2008 YVAN selvityksissä todetut kasvupaikat keskittyvät niemen itärannalle ja eteläpuolella Parhalahden ympäristöön. Kasvupaikat jäävät rakennettavien alueiden ulkopuolelle eikä niihin kohdistu hankkeesta suoria vaikutuksia.

Hanhikiven alueelta on havaintotietoja myös uhanalaisista ja luontodirektiivin liitteen IV(b)-kasvilajeihin kuuluvista perämerenmarunasta ja nelilehtivesikuudesta sekä silmälläpidettäviksi (NT) arvioituista ahonoidanlukosta ja otalehtividasta. Äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) arvioitu perämerenmaruna on todennäköisesti hävinnyt alueelta. Erittäin uhanalaiseksi luokitellun (EN) nelilehtivesikuuden kasvupaikoilla todettiin vain risteymälajeja. Lajin mahdolliset kasvupaikat sijoittuvat rakennettavien alueiden ulkopuolelle. Myös ahonoidanlukon ja otalehtividan mahdolliset kasvupaikat sijoittuvat rakennettavien alueiden ulkopuolelle.

Pohjois-Pohjanmaalla rauhoitettua keltakurjenmiekkää esiintyy muun muassa Hanhikiven niemen länsirannalla. Noin kahdestakymmenestä todetusta kasvustosta yksi sijoittuu satama-alueelle. Kyseisen esiintymän osalta on haettu luonnonsuojelulain mukaista poikkeuslupaa esiintymän hävittämiseksi. Yksittäisen kasvuston häviämisen ei ole lajin populaatioon haitallisia vaikutuksia. Lajin siirtäminen on helppoa, ja kyseinen häviävä kasvusto voidaan säilyttää siirtämällä se toiseen paikkaan.

Luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin kuuluvan viitasammakon viidestä vuonna 2011 todetusta esiintymispai-kasta kaksi sijoittuu satama-alueelle. Lajin rauhoitussää-döksestä haettiin niiden osalta poikkeuslupa, jota koskevat valitukset Oulun hallinto-oikeus hylkysi päätöksellään 7.10.2013. Samanlaisia viitasammakolle kutupaikoiksi sopivia pieniä kosteikkoja säilyy muualla niemen alueella ja maankohoamisen seurauksena niitä muodostuu ranta-alueelle. Viitasammakon merkittävimmät kutupaikat sijaitsevat voimalaitosalueen ulkopuolella eikä hankkeella ole niihin vaikutuksia.

#### **7.6.6.3 Vaikutukset uhanalaisiin luontotyypeihin**

Hanhikiven alueen on arvioitu olevan maakunnallisesti tarkastellen kymmenen merkittävimmän maankohoamisrannikon metsien kehityssarjojen luontotyyppiä edustavan kohteen joukossa (*Pöyry Energy Oy 2009b*). Tämä perustuu primäärisuknessiometsien esiintymiseen alueella sekä edustaviin rantabiotooppeihin. Maankohoamisrannikon

metsien kehityssarjat on arvioitu Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden arvioinnissa (*Raunio ym. 2008*) äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) luontotyyppiä. Voimalaitoshankkeen toteuttaminen aiheuttaa kehityssarjan osittaista pirstoutumista ja heikentää Hanhikiven alueen merkitystä maankohoamisrannikon katkeamattoman sukkessiokehityksen mallikohteena. Merkittävä osa luontotyypistä voidaan kuitenkin säilyttää rakentamiseen osoitettujen alueiden ulkopuolella.

Niemen kärkeen sijoittuva osayleis- ja asemakaavojen energiahuollon alueen (EN-1) pinta-alasta pääosa on erittäin uhanalaiseksi (EN) luontotyyppiä arvioitua rannikon tuoreen kankaan kuusikko sekä rannikon tuoretta koivu- ja tuomilehtoa, joka on luontotyyppinä silmälläpidettävä (NT), mutta ei uhanalainen. Niemen kärjen sisäosaan sijoittuva tuoreen kankaan kuusikko on ainoa luontotyyppiä edustava alue niemessä, ja se häviää rakentamisen seurauksena kokonaan. Pääosa siitä on kuitenkin taimikkoa ja vain osa luontotyyppiä hyvin edustavaa vanhaa kuusimetsää. Rannikon tuoreita koivu- ja tuomilehtoja häviää rakentamisen seurauksena, sillä luontotyyppiä on myös niemen tyville ja pohjoisosaan osoitetuilla energiahuollon alueilla (EN-2). Niemen metsien pinta-alasta pääosa on arvioitu kuuluvaksi tähän luontotyyppiin ja sitä säilyy rakentamiseen osoitettujen alueiden ulkopuolella. Sukkessiosarjan kannalta tärkeimmät merenrantaniittyjen yhteydessä esiintyvät koivu- ja tuomilehtoalueet säilyvät. Rannikon lehtomaisista lehtimetsistä (VU) noin puolet sijoittuu niemen kärjen rakennettavalle alueelle ja puolet sen ulkopuolelle Hietakarinlahden rantaan. Pienialaisina esiintyvistä metsäistä luontotyypeistä rakentaminen hävittää osan. Niemen tyville sijoittuvan energiahuollon alueen (EN-2) itäosa on nuoria tai keski-ikäisiä metsiä.

Muista uhanalaisista luontotyypeistä äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) arvioidut merenrantaniityt on lähes kaikki suojeltu luonnonsuojelualueina tai luonnonsuojelulain suojeltuina luontotyyppinä ja rajattu rakentamisen ulkopuolelle (luku 7.6.6.1). Hanhikiven luoteisniityn flada (VU) ja satunnaisesti murtovesivaikutteisia järviä ja lampia (VU) edustavat Hietakarinlahti, Heinikarinalampi ja Rovastinperukka säilyvät rakentamisen ulkopuolella, samoin osa pienistä kluuvista (EN).

#### 7.6.6.4 Vaikutukset linnustoon

Ydinvoimalaitos ja siihen liittyvä muu rakentaminen sijoittuvat pääosin Hanhikiven niemen sisäosan alueelle, jonka linnusto koostuu metsälajeista. Linnustoselvitysten perusteella rakentamisesta johtuva elinympäristöjen häviäminen koskee lintudirektiivin liitteen I lajeista voimakkaimmin pyytä, teerä ja huuhkajaa. Myös helmipöllön ja varpushaukan nykyiset pesimäympäristöt muuttuvat. Ranta-alueet sataman ja jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden alueella eivät ole linnustoltaan erityisen arvokkaita, joten niissä rakentamisen aikaiset linnustovaikutukset jäävät vähäisiksi. Ydinvoimalaitoksen ympäristöön sijoittuu suojeltuina luontotyyppinä rajattuja merenrantaniittyjä, jotka ovat linnustoltaan monipuolisia, mutta eivät niemen arvokkaimpia pesimäalueita tai lintujen muuton aikaisia lepäily- ja kerääntymisalueita. Melumallinnuksen mukaan (luku 7.9) rakentamisen melui-

simman vaiheen aikainen melutaso on lähimpänä voimalaitostyömaata sijaitsevien Siikalahden merenrantaniityn ja Hanhikiven luoteisniityn kohdalla noin 50–53 dB(A).

Voimalaitokselle johtava tie rakennetaan Hietakarinlahden–Takarannan -FINIBA-alueen läpi sen kapeimmasta kohdasta. Linnustollisesti merkittävistä alueista Hietakarinlahti jää tielinjan eteläpuolelle ja Takarannan merenrantaniitty tielinjan pohjoispuolelle. Rakentamisvaiheen vilkkaimpana aikana liikenteen päiväajan melusta aiheutuva 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu vajaan 250 metrin etäisyydelle tiestä sen molemmin puolin. Yöaikana melu on vähäisempää.

Taustamelun lisääntyminen voi aiheuttaa linnuille stressivaikutusta ja haitata niiden ääneen perustuvaa kommunikointia ja ravinnonhankintaa. Esimerkiksi lehtolinnuston ja metson parinmuodostus ja pöllöjen ruoanhankinta melualueella voivat vaikeutua. Rakennustyömaan ja tie läheiset melualueet ovat suhteellisen pienialaisia, joten melun vaikutus pesintöihin tai lajien kantoihin ei todennäköisesti ole merkittävä. Lisäksi rakentamisen aikaiset voimakkaat äänet voivat karkottaa lintuja, mutta vaikutus on lyhytaikainen ja ohimenevä. Melun voimakkuus vaihtelee suuresti sen mukaan, mikä rakentamisen osavaihe on meneillään. Jatkuvaan meluun kuten liikenteen ääniin linnut voivat tottua.

### 7.6.7 Käytön aikaiset vaikutukset

Voimalaitoksen toiminnan aikana vaikutuksia luontoon voi tulla päästöistä ja liikenteestä. Voimalaitoksessa käytettävän jäähdytysveden johtaminen mereen nostaa veden lämpötilaa muutaman kilometrin etäisyydellä purkupaikasta ja pitää talvisaikaan niemen edustan vesialueen jäättömänä. Mallinnuksen mukaan veden lämpötilan yli kahden asteen keskimääräinen nousu rajoittuu noin 2–3 kilometrin etäisyydelle jäähdytysveden poistopisteestä (*Lauri 2013*). Tyypillisillä lounaistuulilla lämpöpäästö pyrkii kertymään Hanhikiven niemen pohjoispuolella olevaan lahteen Takarannan edustalle. Meriveden lämpeneminen ja jäätömyys voi lisätä paikallisesti perustuotantoa ja aiheuttaa muun muassa rantaniittyjen umpeenkasvua. Melumallinnuksen mukaan toiminnan aikainen melu on vähäisempää kuin rakennusai- kana ja rajoittuu voimalaitoksen, sataman ja tien lähiympäristöön (luku 7.9). Toiminnan aikainen liikenne aiheuttaa melun lisäksi jonkin verran pölyämistä ja vähäisessä määrin päästöjä ilmaan. Laitoksen toiminnan aikaisten radioaktiivisten päästöjen päästö määrät ja niistä aiheutuvat säteilyannokset ovat niin pieniä, että niillä ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia luontoon.

#### 7.6.7.1 Vaikutukset luonnonsuojelualueisiin, suojeltuihin ja uhanalaisiin luontotyypeihin ja luontokohteisiin

Hankeella voi olla jäähdytysveden lämpövaikutuksen kautta välillisiä vaikutuksia niemen kärjessä ja pohjoisrannalla sijaitseviin merenrantaniittyihin. Vesistömallinnuksen mukaan veden lämpötila nousee keskimäärin yli kaksi astetta luonnonsuojelulain suojeltuina luontotyyppinä rajattujen Hanhikiven luoteisniityn (LTA202060), Hanhi-

kiven pohjoisniityn (LTA202062), Hanhikiven itäniityn (LTA202061) ja Takarannan (LTA110013) edustalla. Luontotyyppille ominaista matalaa kasvillisuutta syntyy loiville hieta-, hiesu- ja savimaille ja sitä ylläpitävät meriveden korkeusvaihtelut, aallot ja jää (Raunio ym. 2008). Maankohouamisen seurauksena luontotyyppiä edustavat alueet siirtyvät jatkuvasti alemmaksi. Lämpötilan noususta johtuva perustuotannon lisääntyminen ja jäiden rantoja muokkaavan ja puhdistavan vaikutuksen puuttuminen tai väheneminen voi lisätä näiden merenrantaniittyjen ruovikoitumista ja pensoittumista. Jos niityt kasvavat umpeen, vähenee erittäin äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) arvioitua luontotyyppin pinta-ala ja niittyjen suojeluarvo heikkenee.

### 7.6.7.2 Vaikutukset Natura 2000 -verkostoon

#### Tausta

Hanhikiven alueelle suunnitellun ydinvoimalan vaikutuksista lähimpiin Natura 2000 -verkoston alueisiin on tehty Natura-arvioinnin tarvearviointi osana YVA-selostusta vuonna 2008 (Pöyry Energy Oy 2008b). YVA-selostuksesta antamassaan lausunnossa (7131/815/2008) yhteysviranomaisena toimiva työ- ja elinkeinoministeriö kehotti hankkeesta vastaavaa harkitsemaan Natura-arvioinnin toteuttamista. Ydinvoimalaitoshankkeen sekä siihen liittyvien voimajohtojen rakentamisen ja maakuntakaavamuutoksen vaikutuksista Parhalahti-Syöläinlahden ja Heinikarintamien Natura 2000 -alueelle tehtiin luonnonsuojelulain 65 §:n tarkoittama Natura-arviointi (Pöyry Environment Oy 2009). Natura-arvioinnin johtopäätös oli, että hankkeesta ei todennäköisesti aiheudu yksin tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa tarkasteluna merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Natura 2000 -alueen suojeluperusteena oleville luontotyypeille tai lintulajeille tai Natura 2000 -alueelle kokonaisuutena.

Natura-arvioinnista Pohjois-Pohjanmaan liitolle 17.12.2009 antamassaan lausunnossa Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus (nykyinen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus) piti tehtyä arviointia riittävänä. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus selvensi lausunnon johtopäätöstä täydentävässä lausunnossaan 1.2.2010 ja totesi, ”että suoria merkittävästi heikentäviä vaikutuksia alueen kyseisille luontotyypeille ja lajeille ei hankkeesta vaikuttaisi aiheutuvan. Lausunnossa esitetyt pitemmän aikavälin riskit ovat sellaisia, että Natura-arvioinnin yhteydessä tehdyillä selvityksillä niistä tai niiden aiheuttamista merkittävästi heikentävistä vaikutuksista ei ole näyttöä, mutta riskiä ei tehdyillä selvityksillä voi pitemmällä aikavälillä kokonaan poissulkea.” Lausunnossa kiinnitettiin huomiota erityisesti siihen, että primäärisukessiovaiteiden luonnontilaisten metsien väheneminen Hanhikiven niemen alueelta ja jäähdytysvesistä johtuva Takarannan merenrantaniittyjen muuttuminen korostavat Natura 2000 -alueen vastaavien luontotyyppien merkitystä sekä voimistavat niille kohdistuvia muutospainetta ja tekevät niillä tapahtuvat muutokset entistäkin vaikuttavimmiksi. Vaikutukset voivat näkyä esimerkiksi ruijanesikkopopulaatioissa ja heijastua myös linnustoon pitemmällä aikavälillä.

#### Muutokset hanketiedoissa

Vuoden 2009 Natura-arviointi (Pöyry Environment Oy 2009) tehtiin ydinvoimalaitokselle, jonka sähköteho olisi noin 1500–2500 MW, kun se nyt arvioitavassa hankkeessa on noin 1200 MW. Ydinvoimalaitokseen liittyvät keskeiset rakennukset ja rakennelmat ja niiden vaatimat pinta-alat ovat säilyneet ennallaan samoin kuin laitoksen sijoituspaikka. Voimalaitoksen vaatiman jäähdytysveden määrä vähenee aiemmin arvioidusta 60–85 m<sup>3</sup>/s, niin että se tulee olemaan 40–45 m<sup>3</sup>/s.

#### Hankkeen muutosten vaikutukset Natura 2000 -alueeseen

Vuonna 2009 tehdyssä Natura-arvioinnissa (Pöyry Environment Oy 2009) vaikutuksia arvioitiin osayleiskaavaluonnosten mukaisen maankäytön perusteella. Niissä ei ole merkittäviä eroja verrattuna vahvistettuihin kaavoihin. Osayleiskaavassa satamalle varattu paikka Sotalisun niemen kohdalla siirtyi hieman pohjoiseen. Osayleiskaavoissa energiahuollon alueiksi varattujen alueiden etäisyys Heinikarintammesta on pienimmillään 400 metriä. Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen varattu alue rajalta on Natura 2000 -alueelle noin 1,7 kilometriä. Jäähdytysveden purkupaikan etäisyys Parhalahden ja Syöläinlahden vesialueista on noin 3,7 kilometriä ja jäähdytysveden varaottouoman noin 1,9 kilometriä. Hankkeeseen liittyvän rakentamisen sijoittumisessa ei ole tapahtunut sellaisia muutoksia, jotka vaikuttaisivat Natura 2000 -alueen suojeluperusteisiin vuoden 2009 Natura-arvioinnista poikkeavalla tavalla.

Vuoden 2009 Natura-arviointiin (Pöyry Environment Oy 2009) nähden muutokset hankkeessa rajoittuvat jäähdytysveden määrään ja sitä kautta jäähdytysveden vaikutuksiin merialueella. Sähköteholtaan suurempaan laitokseen verrattuna jäähdytysvesien merivettä lämmittävä vaikutus ulottuu nyt tarkasteltavassa hankkeessa jonkin verran pienemmälle alueelle. Yli kahden asteen keskimääräinen nousu rajoittuu noin 2–3 kilometrin etäisyydelle jäähdytysveden poistopisteestä (Lauri 2013). Tyypillisillä lounaan puoleisilla tuulilla jäähdytysvesi sekoittuu rannikon suuntaiseen virtaukseen ja kulkeutuu pohjoiseen ja itään. Kulkeutumissuunta on pois päin Natura 2000 -alueesta. Pohjoisenpuoleisilla tuulilla jäähdytysvettä kulkeutuu lounaaseen päin Natura 2000 -alueen suuntaan, mutta kumpuamisen seurauksena se viilenee nopeammin. Hetkellisissä tilanteissa lämmin jäähdytysvesi voi kulkeutua pitemmälle kuin keskiarvotilanteissa.

Natura-arvioinnin (Pöyry Environment Oy 2009) mukaan jäähdytysvesien lämmittävä vaikutus voisi ulottua Parhalahden-Syöläinlahden alueelle ainoastaan epätyypillisissä ja harvinaisissa tuulioloissa. Tällöinkin lämpövaikutus olisi Natura 2000 -alueella lyhytaikainen ja vähäinen. Tällainen vaikutus ei kasvillisuuden kannalta eroa lämpötilojen luontaisesta vaihtelusta, johon vaikuttavat vesialueen mataluus ja sääolot, erityisesti tuulien avoimella rannikolla aiheuttama kumpuaminen. Jäättilänteesen Natura 2000 -alueella tai sen edustalla jäähdytysvesillä ei ole vaikutusta. Rakentamisen aikana ruoppauksista ja läjityksistä johtuvat sameneimisvaikutukset ulottuvat 100 metrin päähän ruoppaus- tai läjityskohteesta eivätkä siis ulotu Natura 2000 -alueelle asti. Hienorakenteista tai eloperäistä sedimenttiä ei ruopatta-

villa osuuksilla juuri havaittu. Hienoimpien alueelta löydettyjen aineiden vaikutukset ovat suurimmat todennäköisesti pohjanläheisessä vesikerroksessa, jossa samenen laajuus on arviolta enimmillään noin kaksi kilometriä ja ei näin ollen ulotu Natura 2000 -alueelle.

### Johtopäätökset

Vuonna 2009 tehdyssä Natura 2000 -arvioinnissa (*Pöyry Environment Oy 2009*) hankkeesta ei arvioitu aiheutuvan merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Parhalahdi-Syölätinlahden ja Heinikarinlammen Natura 2000 -alueen suojelun perusteena oleville luontodirektiivin luontotyypeille tai luontodirektiivin liitteen II lajille. Hankkeesta ei myöskään arvioitu aiheutuvan minkään lintulajin pesivälle tai muuttavalle kannalle sellaista merkittävää haittaa, että lajin suotuisan suojelun taso vaarantuisi tai lajin mahdollisuudet käyttää Natura 2000 -aluetta nykyistä vastaavalla tavalla heikkenisivät. Hanhikiven niemen alueen metsien vähentyminen ja mahdollinen merenrantaniittyjen muuttuminen saattavat korostaa Natura 2000 -alueen vastaavien luontotyyppien merkitystä kuten Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus on Natura-arvioinnista antamassaan lausunnossaan todennut. Merenrantaniittyjen osalta vaikutusta voidaan lieventää seuraamalla niiden tilaa ja pyrkimällä säilyttämään niiden ominaispiirteet hoitotoimien avulla.

Nyt arvioitavassa hankkeessa jäähdytysvesien vaikutus ulottuu jonkin verran pienemmälle alueelle kuin vuonna 2008 arvioinnin kohteena olleessa hankkeessa. Voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä. Muut hankkeen vaikutukset säilyvät ennallaan. Näin olleen vaikutukset ja niiden merkittävyys ovat samat kuin vuonna 2009 ja jäähdytysvesien osalta jonkin verran pienemmät. Natura-arvioinnin johtopäätös pysyy samana eikä hakeesta ole tarpeen laatia luonnonsuojelulain (65 §) tarkoittamaa Natura-arviointia.

#### 7.6.7.3 Vaikutukset uhanalaisiin lajeihin ja luontodirektiivin liitteen IV-lajeihin

Ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien lämpövaikutuksilla voi olla välillisesti vaikutuksia ruijanesikon kasvupaikkoihin sekä nelilehtivesikuusen mahdollisiin kasvupaikkoihin. Lämpötilan nousu voi aiheuttaa avointen rantaniittyjen ja rantojen lisääntyvää umpeenkasvua ja lajeille sopivien elinympäristöjen heikkenemistä tai häviämistä. Nelilehtivesikuusi on herkkä myös veden ravinteiden lisääntymiselle. Vesistövaikutusten arvioinnin mukaan voimalaitoksen jätevesikuormituksesta ei aiheudu havaittavia eikä haitallista rehevöitymistä eikä vaikutuksia kasvillisuuteen, vaikka jäähdytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilan nousu purkualueella otetaan huomioon. Rakennusvaiheessa hankkeeseen liittyy vain vähäistä ruoppauksista ja räjäytyksistä johtuvaa ravinteiden vapautumista.

#### 7.6.7.4 Vaikutukset linnustoon

Laitoksen toiminnan aikana Hanhikiven niemen edustalla säilyy läpi talven muutamien neliökilometrien suuruinen jäätön alue. Sula-aluetta voivat käyttää levähdys- ja ruokai-

lualueena muun muassa muuttavat vesilinnut. Osa muuttavista linnuista saattaa pysytellä sula-alueella tavanomaista pidempään tai palata keväällä aikaisemmin. Jäätteen reunan siirtyminen kauemmas rannikosta voi siirtää lokkien aikaista kevätmuuttoa ulommas merelle. Tämän ei kuitenkaan arvioida merkittävästi vaikuttavan lokkien muuttokäyttäytymiseen. Kaloja ravintonaan käyttävien lajien kuten kalatiiran ja lapintiiran ravinnonsaantimahdollisuudet voivat parantua ja vesi- ja rantalintujen pesintäajankohta voi aikaistua. Pesinnän ajoittuminen riippuu kuitenkin myös muista ympäristötekijöistä.

Voimalaitos ja muut rakennukset ovat massiivisia ja hyvin havaittavia kokonaisuuksia eikä niiden arvioida aiheuttavan törmäysriskiä linnustolle. Rakennustörmäykset aiheutuvat yleisimmin laajoista heijastavista ikkunapinnoista (*Koistinen 2004*) eikä tällaisia pintoja ole ydinvoimalaitosrakennuksissa. Voimajohtojen linnuille aiheuttama törmäysriski arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä.

Melumallinnuksen mukaan (luku 7.9) laitoksen käytön aikainen melu on melko vähäistä. Siikalahden merenrantaniityn ja Hanhikiven luoteisniityn kohdalla melutaso on enimmillään 35–40 dB(A). Käytön aikaisesta liikenteestä aiheutuu enimmillään noin 45 desibelin melutaso tien ympäristössä Hietakarinlahden ja Takarannan merenrantaniityn välisellä alueella. Käytön aikaisesta melusta ei arvioida aiheutuvan linnustolle merkittävää haittaa.

## 7.7 Maisema ja kulttuuriympäristö

### 7.7.1 Nykytila

Pyhäjoen seudulla rannikkovyöhyke on hyvin tasaista ja sillä vuorottelevat luonnonmaisemajaksot ja pienimittakaavaiset rakennetut alueet. Saaristovyöhykettä ei ole alueella lainkaan. Hanhikiven niemi on suurelta osin luonteeltaan luonnonaluetta, joskin hakkuut ja ojitukset ovat paikoitellen muokanneet maisemaa jonkin verran. Maasto on hyvin tasaista ja alavaa. Niemellä ja sen lähiympäristössä maaston korkeustasot jäävät muutamaa pientä kohoumaa lukuun ottamatta alle 2,5 metrin korkeustasolle merenpinnasta. (*Pohjois-Pohjanmaan liitto 2005, Ympäristöhallinnon Oiva-tietokanta 2013, Maanmittauslaitos 2013*)

Hanhikiven niemi lähiympäristöineen on enimmäkseen luonnontilaista aluetta, jota leimaa maankohoamisrannikolle tyypillinen kasvillisuus. Maankohoamisrannikon metsien kehitysarjat kattavat pääosan Hanhikiven niemestä, mutta vanhimpia vaiheita, eli varttuneita metsiä, alueella ei ole. Maankohoaminen näkyy alueen maisemassa myös muuten: niemen rantavyöhykkeellä on esimerkiksi selvästi rantaviivasta irti kuroutuneita vesialueita, kluuveja, joista on yhteys mereen vain korkean veden aikana etelä- ja länsimyrskyillä, sekä merestä irti kuroutumassa oleva lahdenpohjukka, flada.

Edellä kuvattujen luonnontekijöiden lisäksi Hanhikiven niemen rannoilla on myös jonkin verran loma-asutusta, rantaniittyjä, venesatama sekä hiekkaranta. Koillista kohti suuntautunut ranta on rakentamaton ja sen edustalla on laaja matalikkoalue. Lähin laajemman pysyvän asutuksen alue, Parhalahden kylä, sijaitsee noin viiden kilometrin etäi-



sydellä niemenkärjestä kaakkoon. Kylän alueella rakentaminen tukeutuu avoimeen, viljelykäytössä olevaan laaksoon, jonka avoin maisematila on suuntautunut kohti luodetta ja Hanhikiven niemeä. Hanhikiven niemen ympäristössä rantavyöhykkeellä on luonnonmaisemajaksojen lisäksi loma-asuntoja ja niittyjä.

Näkymät Hanhikiven niemen alueella ovat ranta-alueilta aukeavia merinäkymiä lukuun ottamatta pääosin sulkeutuneita, sillä tiheä kasvillisuus katkaisee näkymiä alueen sisällä tehokkaasti. Avoimia näkymiä niemen sisällä kohti voimalaitosaluetta voisi aueta lähinnä vain sopivasti suuntautuneiden avointen kosteikko- tai suoalueiden, suorien tielinjausten ja avointen ranta-alueiden kautta. Alueen ulkopuolelta katsottuna avoimia, esteettömiä näkymiä kohti Hanhikiven niemeä avautuu eri suunnista mereltä, sillä näkymiä katkaisevia saaria ei ole. Myös lähialueen niemiltä ja rannoilta aukeaa avoimia näkymiä kohti ulos avomerensuuntaan työntyvä niemeä.

#### 7.7.1.1 Arvokohteet

Hanhikiven niemen alue (Hanhikiven ja Halkokarin kallioalueet) on luokiteltu Suomen ympäristökeskuksen julkaisemassa inventoinnissa luonnon ja maisemansuojelun kannalta arvokkaaksi ja geologisesti hyvin merkittäväksi kallioalueeksi (*Oiva-paikkatietopalvelu 2012, Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava*). Hanhikiven niemen alueen merkintä on poistettu alueella voimassa olevasta Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaavasta, koska suunnitellut ydinvoimalan rakenteet sijoittuvat kallioalueen keskeisille osille, jolloin merkinnän perusteena olevat alueen luonto- ja maisema-arvot suurelta osin häviävät. Kaavaselostuksessa kallioalueesta suositellaan tehtäväksi ennen rakentamista kartoitus, jonka perusteella on pyrittävä jättämään mahdollisimman edustavia osia kallioista näkyville. Vastaava maininta kartoituksesta on esitetty myös yleis- ja asemakaavaselostuksissa. Toinen suunnittelualueella oleva maisemakallioalue (Halkokari) jää voimalaitosalueen ulkopuolelle, ja sen kaavamerkintä on säilytetty ennallaan.

Hanhikiven niemellä sijaitsee historialliselta ajalta peräisin oleva rajamerkki, Hanhikivi, joka on muinaismuistolain (295/63) rauhoittama kiinteä muinaisjäänös ja valtakunnallisesti arvokas kohde (*Museovirasto 2013a*). Tällaiset I-luokan muinaisjäänöskohteet tulee säilyttää kaikissa olosuhteissa. Kivi sijaitsee välittömästi laitosalueen pohjoispuolella, Raahan ja Pyhäjoen kuntarajalla. Kivi on osoitettu muun muassa asemakaavassa kohdamerkinnällä sm, muinaismuistolaille rauhoitettu kiinteä muinaisjäänös (Kuva 7-5). Kohde on paikkakunnalla tunnettu ja se on merkitty nähtävyydeksi. (*Pyhäjoen ydinvoimalaitosalueen asemakaava*)

Lähin valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009) on niemen eteläpuolella sijaitseva Parhalahden kalaranta. Myös Parhalahden kylän kautta kulkeva osuus Pohjanmaan rantatiestä on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. (*Museovirasto 2013b*)

Hankealueen lähialueella sijaitsee kaksi maakunnallisesti merkittävää perinnemaisemakohdetta, Takarannan perinnemaisema Hanhikiven niemen pohjoisrannalla ja Maunuksen rantaniityt niemen eteläpuolella. Niemen eteläpuolinen rantavyöhyke on myös osa maakuntakaavassa osoitettua

luonnon monikäyttöaluetta, jolla tulee kiinnittää erityistä huomiota muun muassa maisema- ja ympäristöarvojen säilymiseen. Parhalahden kylän alue on maakuntakaavassa osoitettu kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeäksi, maakunnallisesti arvokkaaksi alueeksi ja kylän kautta kulkeva tie kulttuurihistoriallisesti tai maisemallisesti merkittäväksi tieosuudeksi. (*Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1997, Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava*)

#### 7.7.2 Arviointimenetelmät

Hankkeen vaikutuksia maisemaan ja kulttuuriympäristöön on arvioitu olemassa oleviin selvityksiin, kartta- ja ilmakuvataustaseluihin, vuoden 2008 YVassa esitettyihin valokuvasovitteisiin, paikkatietoanalyyseihin, toukokuussa 2008 tehtyihin maastokäynteihin sekä hankkeen alustavaan suunnitelma-aineistoon perustuen.

Alueen nykytilan kuvauksessa on käyty läpi ydinvoimalaitoksen sijaintipaikan ja sen lähiympäristön maiseman perustekijöitä ja lyhyesti listattu käytössä olleen lähtömaterialin perusteella tiedossa olevat maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet. Vaikutuksia on arvioitu suhteessa alueen nykytilaan.

Tarkastelualueeseen on itse hankealueen lisäksi sisällytetty koko Hanhikiven niemi, lähimmän kylän (Parhalahi) aluekokonaisuus sekä ympäröivää rantavyöhykettä ja merialuetta siltä osin, kuin niiltä avautuu näkymiä kohti Hanhikiven niemeä. Muilta osin hankkeen mahdollisia visuaalisia vaikutuksia on kuvattu yleispiirteisellä tasolla.

#### 7.7.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikana varsinaisen rakennustyömaan lisäksi vaikutuksia maisemaan aiheuttavat suurien rakennusosien kuljettamisen edellyttämä raskas liikenne ja sen vaatimukset, uudet tieyhteydet ja nykyisten teiden parantaminen. Korkeat nosturit erottuvat maisemassa kauas. Osa rakennustyömaan rakennuksista, kentistä ja liikenneyhteyksistä toteutetaan vain rakentamisaikaa varten ja niiden alueet maisemoidaan käytön loputtua.

#### 7.7.4 Käytön aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitos sijoittuu meren avoimeen maisematilaan työntyvälle, selvästi avoimessa merimaisemassa erottuvalla niemelle, joka kaukomaisemassa hahmottuu tällä hetkellä luonnonympäristökokonaisuutena. Laitosmiljö poikkeaa sekä mittakaavaltaan että luonteeltaan merkittävästi ympäristöstä ja muodostaa uuden, maisemakuvaa laajalla alueella hallitsevan, maiseman luonnetta ja hierarkiaa muuttavan sekä luonnonympäristökokonaisuuden yhtenäisyyttä heikentävän maamerkin. Toisaalta riittävän kaukaa mereltä katsottaessa laaja avoin vesipinta ja taustan mannerrannikon hahmo antavat tukea suurikokoiselle rakenteelle pienipiirteisempien yksityiskohtien hävitessä näkyvistä. Kuvassa 7-29 on havainnollistettu ydinvoimalaitos Hanhikiven niemen länsirannalla sijaitsevan nykyisen uimarannan suunnasta katsottuna.

Lähimmäältä laajemmalla pysyvän asumisen alueelta Parhalahdelta aukeaa viljelyaukean avoimuudesta ja avoimen

**Kuva 7-29.** Valokuvasovite: ydinvoimalaitos Hanhikiven niemen maisemassa yleisen uimarannan suunnasta katsottuna.



maisematilan suuntautuneisuudesta johtuen näkymiä kohti voimalaitosta. Karttatarkasteluiden ja laitusrakenteiden korkeustietojen perusteella laitoksen rakenteet nousevat esiin metsänreunan takaa ja erottuvat maisemakuvassa Parhalahden viljelyaukean suunnasta katsottuna. Etäisyydestä (yli 4 kilometriä) johtuen muutokset kaukonäkymissä eivät todennäköisesti kuitenkaan aiheuta merkittäviä muutoksia kylämaiseman hierarkiaan ja luonteeseen. Muualta mantee-reen suunnasta näkymäakseleita kohti voimalaitoksen korkeita rakenteita saattaa avautua sopivasti suuntautuneiden avointen peltoaukeiden, avohakkuualueiden, tiestön ja avoimien suoalueiden kautta. Metsäisillä alueilla lähellä katselupistettä oleva kasvillisuus katkaisee näkymiä tehokkaasti.

Loma-asutuksen osalta merkittävimmin meren suuntaan avautuvat päänäkymäakselit muuttuvat Hanhikiven niemen eteläpuolella sijaitsevien Maunuksen ja Syöläin alueiden pohjoisrannoilla sijaitsevista loma-asunnoista sekä yksittäisistä muista loma-asunnoista, joiden päänäkymäsuunta on kohti laitosaluetta. Loma-asumiseen liittyvistä odotuksista, seudun piirteistä ja miljöötyypeistä sekä hankkeen mittasuhteista ja luonteesta johtuen hankkeen vaikutus loma-asutuksen suunnasta avautuviin merinäkymiin koetaan todennäköisesti usein haitallisena. (Weckman 2006)

Voimalaitoksen rakentamisalueella paikalliset vaikutukset maisemaan ovat merkittäviä, kun nykyinen metsäinen luonnonalue muuttuu suurimittakaavaiseksi rakennetuksi ympäristöksi. Maisema muuttuu myös itse laitosaluetta laajemmin: Laitosalueen ulkopuolella maisemavaikutuksia aiheuttavat muun muassa nykyisille luonnonalueille sijoittuvat voimalaitoksen majoitusalue sekä uusi tieyhteys valtatie 8:lta voimalaitosalueelle. Laitosalueen nykyinen rakennuskanta joko poistuu käytöstä tai sen käyttötarkoitus muuttuu. Uusi kookas satama-allas muuttaa rantavyöhykkeen maisemaa, mutta tulevassa tilanteessa se hahmottuu osana rakennettua voimalaitoksen miljöötä.

Laitoksen vedenottoon liittyvät rakenteet ovat satama-alaan sisällä, ja näkyviin jää vain laiturimainen betonirakenne. Veden purkua varten Hanhikiven niemen pohjoisrannalle rakennetaan kanavarakenne, jota rajaavat suojapenkereet. Lämpimän veden vaikutuksesta purkupaikan edustalla meri

säilyy sulana myös talvella vaihtelevan laajuisella alueella. Sulan ylle voi tyyminä pakkaspäivinä syntyä sumupilvi.

Pimeään aikaan voimalaitoksen valaistus erottuu muuten lähes täysin pimeällä alueella. Valon kajo saattaa näkyä kauas. Laitoksen merkitys seudun uutena maamerkkinä voi korostua pimeällä.

Koska ydinvoimalaitos ja siihen liittyvät muut rakenteet ovat mittasuhteiltaan muusta ympäristöstä poikkeavia, ei rakennusten tai rakenteiden ”kätkeyminen” maisemaan ole mahdollista. Voimalaitoksen sijoittumista alueen maisemakuvaan voidaan kuitenkin parantaa pintamateriaalien ja -värien valinnalla, rakennusten sijoittelun suunnittelulla ja istutuksilla.

Tarkemmassa suunnittelussa voidaan paikallisia vaikutuksia pyrkiä lieventämään muun muassa luonnontilaisten ja -mukaisten rantojen yhteydessä vedenotto- ja -poistokanavien penkereiden muotoilulla ja istutusten tekemisellä niin, että ne sopeutuvat alueen luonnolliseen rantaviivaan, mikäli alueella on virkistyskäyttöä tai loma-asumista. Voimalaitokselle johtavien reittien valaistus voidaan suunnitella niin, että se näkyy mahdollisimman vähän ulospäin (alaspäin valaisevat valaisimet). Voimajohtoreittien ja teiden suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota niiden sopivuuteen maisemaan sekä huomioida maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet. Myös voimalaitoksen arkkitehtuurilla voidaan vaikuttaa sen maisemaan sopivuuteen.

#### 7.7.4.1 Vaikutukset arvokohteisiin

Voimalaitoksen toteuttaminen muuttaa merkittävästi alueen valtakunnallisesti arvokkaan historiallisen ajan muinaisjäännöksen (Hanhikivi) lähiympäristön luonnetta vaikka itse kohteeseen ei aiheudu suoria vaikutuksia. Muinaisjäännös on osoitettu voimassa olevassa Pyhäjoen ydinvoimalaitosalueen asemakaavassa ja se sijoittuu kaavan maa- ja metsätalousalueelle välittömästi energianhuollon korttelialueen pohjoispuolelle. Kulku kivelte on osoitettu ohjeellisena ajoyhteytenä maa- ja metsätalousalueen kautta.

Voimalaitoksen korkeimmat rakenteet tulevat todennäköisesti paikoitellen näkymään puuston takaa niemen eteläpuolella sijaitsevalle Parhalahden valtakunnallisesti

arvokkaalle kalarannalle (RKY 2009), Parhalahden kylän kautta kulkevalle valtakunnallisesti arvokkaalle tieosuudelle Pohjanmaan rantatiestä (RKY 2009) sekä maakunnallisesti arvokkaan Parhalahden kylän alueelle. Kuitenkin kokonaisuutena katsottuna rakennukset ja kasvillisuus katkaisevat melko tehokkaasti näkymiä laitokselle.

Mahdolliset visuaaliset vaikutukset eivät todennäköisesti heikennä kohteiden arvoja merkittävästi johtuen sekä alueiden luonteesta, suuntautuneisuudesta, visuaalisten vaikutusten kattavuudesta suhteessa kokonaisuuteen että etäisyydestä (vähimmillään noin 3-4 kilometriä). Takarannan maakunnallisesti arvokkaan merenrantaniityn asema maise-  
massa muuttuu, kun lähiympäristössä (etäisyyttä vähimmillään noin yksi kilometri) nykyisen alavan luonnonalueen korvaa ydinvoimalaitos. Näkymät Maunuksen rantaniityltä ja niityn asema maisemakokonaisuudessa muuttuvat.

Rakennettavilla alueilla suoritetaan kallioperäkartoitus ja tarvittavat pohjatutkimukset ennen voimalaitoksen rakennusluvan hakemista. Kaavoissa esitetyn mukaisesti kal-  
liosta pyritään jättämään edustavia osia näkyville.

Laitos ei aiheuta merkittäviä vaikutuksia seudun muihin maiseman tai kulttuuriympäristön arvokohteisiin.

## 7.8 Liikenne ja liikenneturvallisuus

### 7.8.1 Nykytila

Hanhikiven niemi sijoittuu valtatie 8:n (E8) länsipuolelle. Valtatien varteen on rakennettu kevyen liikenteen väylä vuonna 2008. Parhalahden kylätaajamasta lähtee paikallistie, Puustellintie, Hanhikiven niemelle, Tankokarinnokkaan kalasatamaan ja niemen lounais- ja länsirannalla sijaitseville loma-asunnoille.

Tieliikenne Hanhikiven niemen ydinvoimalaitosalueelle kulkee pitkin valtatieltä 8 ja siltä erkanevaa, ydinvoimalaitosta varten rakennettavaa tietä. Valtatien 8 liikennemäärät arkivuorokausina ydinvoimalaitokselle johtavan tien liittymän kohdalla ovat tällä hetkellä noin 3 700–4 100 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tästä raskaan liikenteen osuus on noin 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärät valtatiellä 8 voimalaitosalueelta pohjoiseen päin ovat noin 3 800 ajoneuvoa vuorokaudessa ja etelään päin noin 4 100 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskasta liikennettä molemmilla tieosuuksilla on noin 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. (Liikennevirasto 2013) Liikennemääräennuste valtatiellä 8 vuosina 2020–2025 on Hanhikiven niemen liittymän pohjoispuolella noin 3 800 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella noin 4 200 ajoneuvoa vuorokaudessa (Tiehallinto 2007).

Pohjois-Pohjanmaan liiton ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen suunnitelmassa valtatie 8:n kunnostustarve on nostettu alueellisten investointien lähiajan tavoitteiden joukkoon. Kehityskohteina ovat muun muassa ydinvoimalan rakentamisen edellyttämät toimenpiteet, siltojen ja pääliittymien parannus sekä liikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden parantaminen. Valtatieltä 8 voimala-alueelle rakennettavan uuden maantien, Hanhikiventien, yhteyteen tullaan rakentamaan tarvittavat kevyen liikenteen väylät järjestelyineen. Lisäksi valtatielle 8 Hanhikiven kohdalle

on suunniteltu uutta liittymää. Kevyelle liikenteelle ollaan rakentamassa väylää valtatie 8 varteen välillä Parhalahdi–Hurnasperä. (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2013b)

Raahessa sijaitsevalle lähimmälle rautatieasemalle on Hanhikiven niemestä maanteitse matkaa noin 25 kilometriä. Tällä rataosuudella on vain tavaraliikennettä. Lähin henkilöjuna-asema on Oulaisissa noin 50 kilometrin matkan päässä Hanhikivestä.

Lähin merkittävä satama sijaitsee Raahessa noin 25 kilometrin etäisyydellä. Lähimmät vientisatamat ovat Raahen Lapaluodossa (noin 25 km) ja Kalajoen Rahjassa (noin 50 km). Lähin lentokenttä on Oulussa, noin 100 kilometrin etäisyydellä Pyhäjoelta. Hanhikiven edustalla kulkee Perämeren laivaväylä noin 15 kilometrin etäisyydellä ranta-alueista. Alueen veneväylä kulkee noin kuuden kilometrin etäisyydellä ranta-alueista.

### 7.8.2 Arviointimenetelmät

Liikennevaikutuksia on tarkasteltu arvioimalla ydinvoimalaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyvien kuljetusten sekä työmatkaliikenteen määriä ja käytettyjä reittejä. Arvioinnissa on huomioitu tiehallinnon suunnittelemat teiden parannukset ja uudet tiet. Liikenteellisiä vaikutuksia on arvioitu hankealueelle johtavilla olemassa olevilla teillä sekä rakennettavalla uudella tiellä. Lisäksi on huomioitu mahdolliset vaikutukset ilma- ja meriliikenteeseen.

Liikenteen aiheuttamat vaikutukset viihtyisyyteen ja liikenneturvallisuuteen on arvioitu liikenteellisten muutosten perusteella. Liikennemäärien laskentamenetelmät ja tehdyt oletukset on esitetty luvussa 3.15.

Kuljetusten aiheuttamat päästöt ja vaikutukset ilmanlaatuun on esitetty luvussa 7.3 ja meluvaikutusten arviointi luvussa 7.9.

### 7.8.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikaisen liikenteen on arvioitu olevan arkisin noin 4 000 henkilöajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen määrä noin 100 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikenne lisääntyy valtatiellä 8 Hanhikiven niemen pohjoispuolella arkivuorokausina noin 2 460 ajoneuvolla vuorokaudessa ja eteläpuolella noin 1 640 ajoneuvolla vuorokaudessa.

Liikennemääräennuste valtatiellä 8 vuosina 2020–2025 on Hanhikiven niemen liittymän pohjoispuolella noin 3 800 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella noin 4 200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Kun huomioon otetaan liikennemäärien kasvuennuste vuodelle 2020, Hanhikiven niemen pohjoispuolella valtatie 8 liikennemäärät lisääntyvät noin 64 prosenttia. Eteläpuolella lisäys on hieman pienempi, noin 39 prosenttia. Raskaat kuljetukset lisääntyvät 40–60 autolla vuorokaudessa, mikä tarkoittaa korkeintaan 10 prosenttia valtatie 8:n raskaan liikenteen määristä. (Kuva 7-30) Mikäli mahdollinen ohituskaista Raahen eteläpuolella on käytössä ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikana, se parantaa liikenteen sujuvuutta nykyiseen tilanteeseen verrattuna.

Liikenteen lisääntyminen on huomattavaa rakentamisen

aikana. Ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikana liikenne on erityisen vilkasta rakentamisen neljäntenä vuonna, jolloin suurimmat mahdolliset liikenteelliset haitat syntyvät. Suuret liikennemäärät voivat heikentää liikenneturvallisuutta. Kasuvat liikennemäärät voivat lisätä melu-, pöly- ja tärinävaikutuksia liikennereittien lähiympäristössä.

Rakentamisen aikaisesta liikenteestä aiheutuvia haittoja voidaan lieventää liikenteen ohjauksella sekä ajoittamisella. Liikenne voidaan mahdollisuuksien mukaan ohjata kulkemaan reittejä, jotka kiertävät merkittävimpien asutuskeskusten ulkopuolelta. Raskaan liikenteen liikennöinti pyritään ajoittamaan arkipäiville kello 7-21 väliselle ajalle ja liikennettä mahdollisesti hidastavat erikoiskuljetukset normaali liikenteen ruuhka-aipeiden ulkopuolelle. Työntekijöille järjestetään linja-autokuljetuksia, millä rajoitetaan yksityisautoilun määrää.

Liikennemäärien kasvu voi heikentää valtatie 8 liikenneturvallisuutta. Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa huolehtimalla erityisesti valtatieltä 8 erkanevan ydinvoimalaitokselle johtavan tien risteysalueen turvallisuudesta ja liikenteen sujuvuudesta muun muassa ryhmittymiskaistojen ja nopeusrajoitusten avulla. Kevyen liikenteen turvallisuutta voidaan lisätä uusilla kevyen liikenteen väylillä sekä riste-

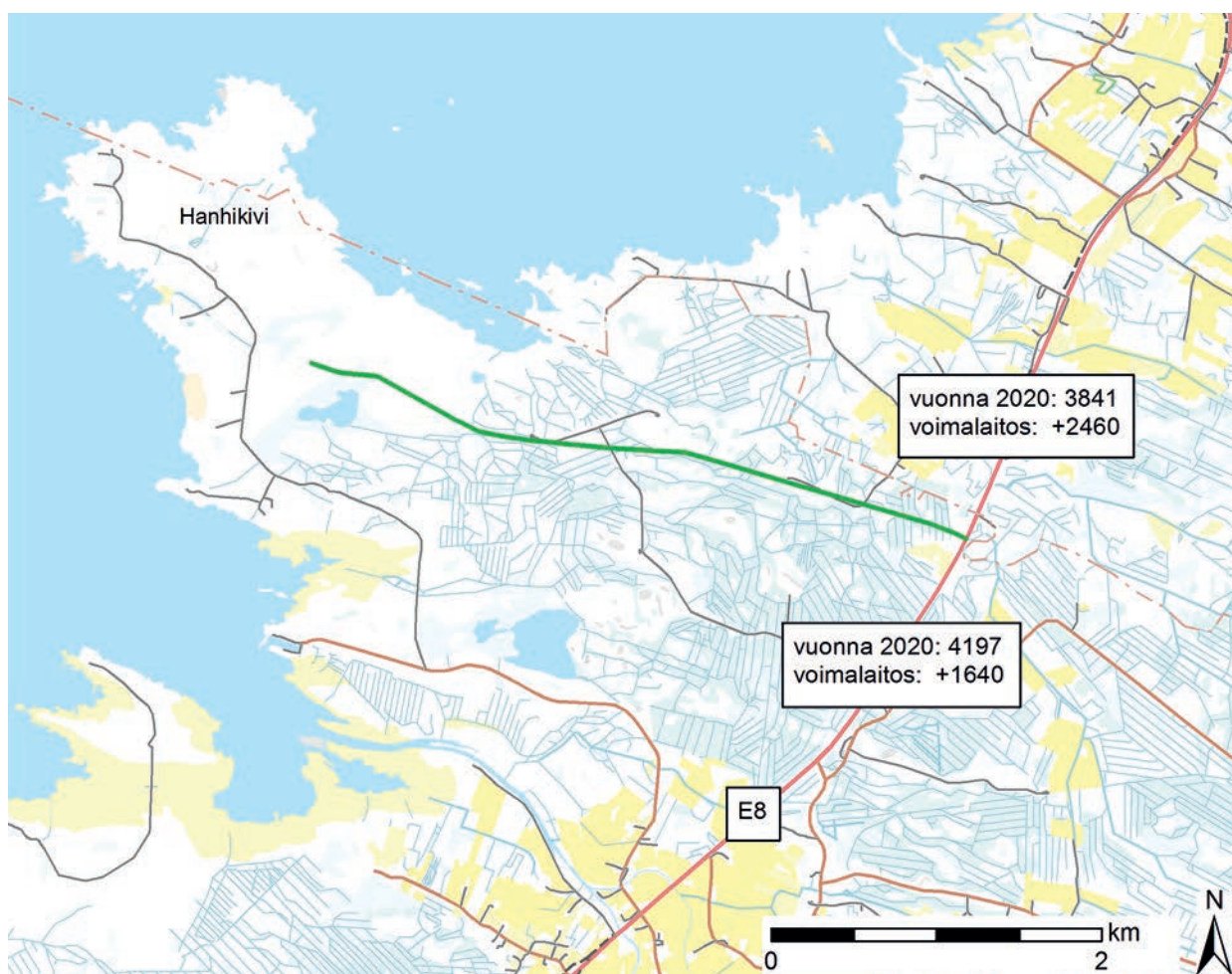
ysalueen liikennevaloilla. Valtatieltä ydinvoimalaitokselle rakennettava uusi tie suunnitellaan siten, että se soveltuu ydinvoimalaitoksen edellyttämän liikenteen käyttöön.

Rakentamisen aikana muun muassa isoille nostureille tarvitaan lentoestelupa, joka rajoittaa alueen yli suuntautuvaa lentoliikennettä. Laivaliikenteelle ei ole rajoituksia voimalaitoksen rakentamisaikana. Osa ydinvoimalaitoksen rakentamisen aikaisista kuljetuksista voidaan toteuttaa alueelle meriteitse, jolloin vastaanottosatamana toimii voimalaitosalueelle rakennettava satamalaituri. Merikuljetusten määrä on melko vähäinen eikä sillä ole merkittävää vaikutusta muulle vesiliikenteelle.

#### 7.8.4 Käytön aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen käytön aikaisen liikenteen on arvioitu olevan noin 600 henkilöajoneuvoa vuorokaudessa ja noin 30 raskaan liikenteen ajoneuvoa vuorokaudessa. Ydinvoimalaitoksen liikennemäärästä noin 60 prosenttia on arvioitu tulevan pohjoisesta ja 40 prosenttia etelän suunnasta Raahen talousalueen väestön sijoittumisen mukaan.

Liikennemääräennuste valtatiellä 8 vuosina 2020–2025 on Hanhikiven niemen liittymän pohjoispuolella 3 841



**Kuva 7-30.** Tiehallinnon kasvuennusteen mukaiset liikennemäärät vuonna 2020 ja ydinvoimalaitoksen rakentamisen aiheuttama liikennemäärien lisäys valtatiellä 8 (ajoneuvoa vuorokaudessa).

ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella 4 197 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärien kasvunnuste huomioiden valtatie kokonaisliikennemäärä ydinvoimalaitokselle johtavan tien risteysten lähettyvillä lisääntyy noin 15 prosenttia. Raskaan liikenteen määrän lisäys on noin kuusi prosenttia. Liikennemäärät valtatie 8 pohjoiseen johtavalla osuudella kasvavat noin kymmenen prosenttia ja etelään suuntaan johtavalla tieosuudella noin kuusi prosenttia ydinvoimalaitoksen käytön aikana. (Kuva 7-31)

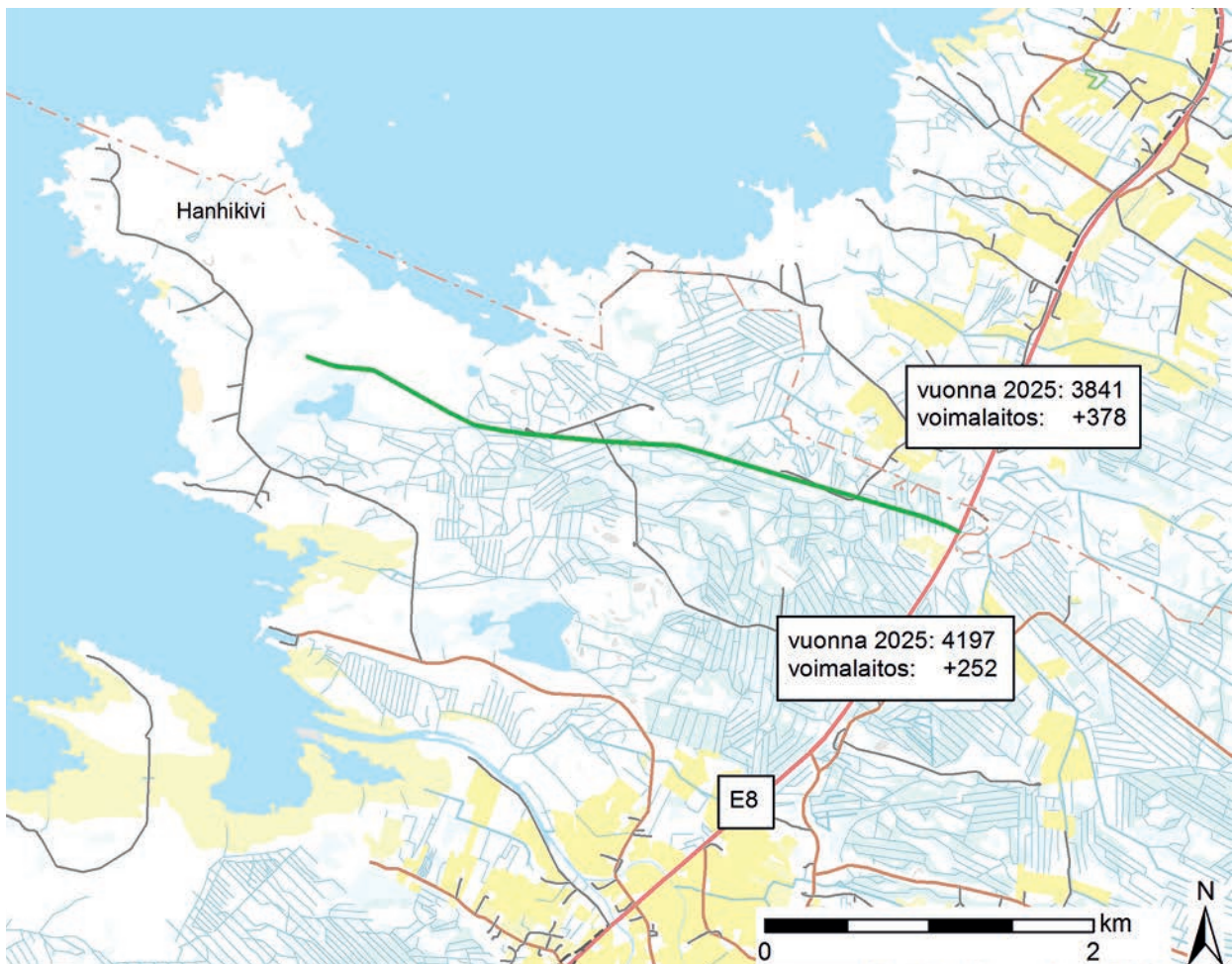
Ydinvoimalaitoksen käytön aikainen liikenne lisää hiekan valtatie 8 liikennemääriä, mutta kasvusta suurin osa on ydinvoimalaitokselle johtavaa henkilöliikennettä. Eniten ympäristöllisiä vaikutuksia (muun muassa melu, pöly, värinä) aiheuttavan raskaan liikenteen lisäys on vähäinen. Ydinvoimalaitoksen käytön aikaisia vaikutuksia lähialueen liikennemääriin voidaan vähentää järjestämällä henkilökunnalle maksuttomat linja-autokuljetukset työpaikalle. Liikenneturvallisuuskysymykset tulee ottaa huomioon uusien liikenneyhteyksien ja parannusten sijoittamista ja rakenteellisia ratkaisuja suunniteltaessa. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi levennykset, risteysalueiden hidastus- ja kiihdytyskaistat, liikennevalot ja kevyen liikenteen väylät.

Liikennemäärien kasvu voi jossain määrin heikentää

valtatie 8 liikenneturvallisuutta. Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa huolehtimalla erityisesti valtatieltä 8 erkanevan ydinvoimalaitokselle johtavan tien risteysalueen turvallisuudesta ja liikenteen sujuvuudesta muun muassa ryhmittymiskaistojen ja nopeusrajoitusten avulla. Kevyen liikenteen turvallisuutta voidaan lisätä uusilla kevyen liikenteen väylillä sekä risteysalueen liikennevaloilla. Valtatieltä ydinvoimalaitokselle rakennettava uusi tie suunnitellaan siten, että se soveltuu ydinvoimalaitoksen edellyttämän liikenteen käyttöön.

Vuosihuollon aikana voimalaitosalueelle suuntautuu henkilöliikennettä noin 1 150 ajoneuvoa vuorokaudessa ja huolto- ja tavaraliikennettä noin 10 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vuosihuoltojen aikana liikennemäärät ovat normaalitoimintaa suuremmat, jolloin ydinvoimalaitokselle suuntautuvilla teillä liikennemäärät lisääntyvät. Vuosihuolto kestää yleensä kuukaudesta kahteen kuukauteen, joten sen mahdolliset haitat liikenteelle kestävät vain tämän rajatun ajan. Lisäksi vuosihuolto ajoittuu yleensä kesäaikaan, jolloin muu liikenne pääväylillä on vähäisempää kuin muina vuodenaikoina.

Ydinvoimalaitokselle tarvitaan lentoestelupa. Ydinvoimalaitoksen läheisyyteen tullaan määrittämään lentokieltöalue, joka rajoittaa laitoksen yli kulkevaa lentoliikennettä.



**Kuva 7-31.** Tiehallinnon kasvunnusteen mukaiset liikennemäärät vuonna 2025 ja ydinvoimalaitoksen aiheuttama liikennemäärien muutos vuoden 2025 liikennemääriin.

Laivaliikenteelle ei aiheudu merkittäviä rajoituksia voimalaitoksen käytön aikana. Ainoastaan pieniä vesialueita voimalaitoksen ympäristöstä jää ydinvoimalaitoksen laitosalueen sisään. Liikkuminen tällä alueella on rajoitettua. Vaikutuksia vesiliikenteeseen ei ole merikortteihin merkityillä vesiväylillä.

## 7.9 Melu

### 7.9.1 Nykytila

Hanhikiven niemen alueelle suunnitellun ydinvoimalaitoksen ympäristössä ei ole nykyisin merkittävää melua aiheuttavaa toimintaa. Sijainti meren läheisyydessä on melun leviämisen kannalta melko suotuisa ja veden pintaa pitkin tapahtuva melun leviäminen edesauttaa erityisesti matalien taajuuksien leviämistä varsin kauas tyynellä säällä.

Alla on esitetty lyhyesti yleistä tietoa teollisuusmelun, tieliikennemelun sekä melun ohjearvojen osalta.

#### 7.9.1.1 Teollisuusmelu

Teollisuusmelu on pääasiassa staattisten melulähteiden kuten teollisuuslaitoksen melua, mutta usein tähän luetaan myös koko teollisuusalueella olevien toimintojen melu, esimerkiksi trukit ja kuormaajat. Teollisuusmelussa on usein niin kutsuttuja kapeakaistaisia äänikomponentteja, joissa ääni keskittyy rajoitetulle taajuusalueelle ja melusta voidaan erottaa selkeitä ääneksiä (ääni, joka sisältää vain yhtä taajuutta). Kapeakaistaisten laitteiden käyttöäntä emittoituu usein muuntajista tai puhaltimista ja pumpuista, joilla on tasainen pyörimisnopeus ja joiden läpi kulkeva ilma virtaa suoraan ympäröivään ulkoilmaan. Ydinvoimalaitoksissa kyseisiä komponentteja ovat etenkin muuntajat sekä ilmastointiin liittyvät puhaltimet. Ilmapuhaltimien äänitasoa vaimennetaan yleisesti erityyppisillä äänivaimenninratkaisuilla. Uusissa voimalaitoksissa vaimentimet asennetaan jo rakennusvaiheessa. Laitoksen rakentamiskäytännössä esiintyy paikoin myös impulssimaista ääntä, jossa melu aiheutuu voimakkaista iskumaisista tapahtumista.

#### 7.9.1.2 Tieliikennemelu

Moottoriajoneuvoliikenteen aiheuttamaan meluun vaikuttavat ajoneuvojen nopeus, liikennemäärä, raskaiden ajoneuvojen osuus sekä tien ominaisuudet. Melu on yleisesti luonteeltaan laajakaistaista tasaista huminaa, josta toisinaan voi erottaa yksittäisten ajoneuvojen ääniä. Havaittuun melutasoon tietyssä paikassa vaikuttavat lähtömelutason lisäksi tarkastelupisteen etäisyys väylästä, rakennukset ja muut esteet, maaston muodot sekä vesialueet ja muut heijastavat pinnat. Liikennemäärän kaksinkertaistuminen nostaa melutasoa 3 dB. Nopeustason nousu 50 km/h:sta 80 km/h:iin lisää melua vastaavasti 4-5 dB. Tieliikennemelua torjutaan yleisesti melusteillä sekä ennaltaehkäistään kaavoituksella ja maankäytön suunnittelulla.

#### 7.9.1.3 Melun ohjearvot

Meluntorjunnan keskeiset tavoitteet ja välineet on esi-

tetty 1.3.2000 voimaan tulleissa ympäristönsuojelulaissa ja -asetuksessa. Melun ohjearvot on esitetty valtioneuvoston päätöksessä (993/1992). Asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason  $L_{Aeq}$  päiväohjearvoa (klo 7–22) 55 dB(A) eikä yöohjearvoa (klo 22–7) 50 dB(A). Loma-asumiseen käytettävillä alueilla ja luonnonsuojelualueilla vastaavat ohjearvot ovat 45 dB(A) päivällä sekä 40 dB(A) yöllä. Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Melun ohjearvot on annettu ihmisiin kohdistuvien meluhaittojen ehkäisemiseksi. Melun ohjearvoista annetun valtioneuvoston päätöksen perustelumuistion (*Ympäristöministeriö 1992*) mukaan luonnonsuojelualueille annetuilla ohjearvoilla pyritään takaamaan mahdollisuus nauttia luonnon äänistä. Ohjearvojen soveltamisessa luonnonsuojelualueilla tulee huomioida mahdolliset merkityt kulkureitit tai polut. Perustelumuistion mukaan ohjearvojen ei tarvitse alittaa koko luonnonsuojelualueella (*Ympäristöministeriö 1992*).

### 7.9.2 Arviointimenetelmät

Meluvaikutusten arviointia varten ydinvoimalaitoksen aiheuttamaa melua ja sen leviämistä on mallinnettu yhteispohjoismaisen teollisuus- ja tieliikennemelumallin avulla. Mallissa otetaan huomioon äänen geometrinen leviämismuutos, maaston korkeuserot, rakennukset ja muut heijastavat pinnat sekä maanpinnan ja ilmakehän melun akustiset vaikutukset.

Melumallin leviämiskartta piirtää keskiäänitasokäyrät viiden desibelin (dB) välein valituilla alkuarvoilla. Veden- ja tienpinnoille sekä laitosalueelle on yleisesti määritelty kova maanpinta, joka osaltaan poistaa maavaimennuksen osuuden laskennan erillisvaimennuksista. Melun leviäminen lasketaan mallinnusalgoritmin mukaisesti ja konservatiivisesti siten, että ympäristön tilapisteet ovat melun leviämisen kannalta suotuisat (muun muassa kevyt myötätuuli melulähteestä kuhunkin laskentapisteeseen). Mitä kauempana ollaan melulähteestä, sen merkittävämmäksi käyvät vuotuisen säävaihteluiden ja etenkin tuulen suunnan vaikutukset alueen todelliseen äänitasoon. Siten laskennan epävarmuus kasvaa kauemmaksi melulähteistä mentäessä ja on noin  $\pm 3$  dB kilometrin etäisyydellä.

Melulaskennassa on melulähteiden äänitehotasojen alkuarvoissa (kokonaistaso sekä spektrijakauma) hyödynnetty sekä arvioituja että mitattuja arvoja vastaavista äänilähteistä. Rakennusten äänilähteiden äänitehotaso on määritelty sisältä ulos kantautuvana meluna siten, että seinämateriaalille on oletettu aineominaisuuksien mukainen ilmääänieristävyys. Pääsääntöisesti on käytetty pintaaäänilähteitä kattamaan esimerkiksi koko rakennuksen seinäpinta-alan ja katon. Osa äänilähteistä on määritelty myös suuntaaviksi. Katoilla sijaitseville puhaltimille on määritelty äänilähde pistelähdeoletuksella. Äänilähdekuvaukset ovat tässä vaiheessa alustavia, koska laitoksen yksityiskohtaista suunnittelua tai meluntorjuntasuunnitelmaa ei ole vielä tehty.

Rakentamisen aikainen melu on mallinnettu kuvaamaan rakentamisen ensimmäisiä vuosia, jolloin melu on suurimmillaan. Tällöin merkittävimpiä melulähteitä ovat kivenmurskaamo, kauhakuormaajat ja liikenne.

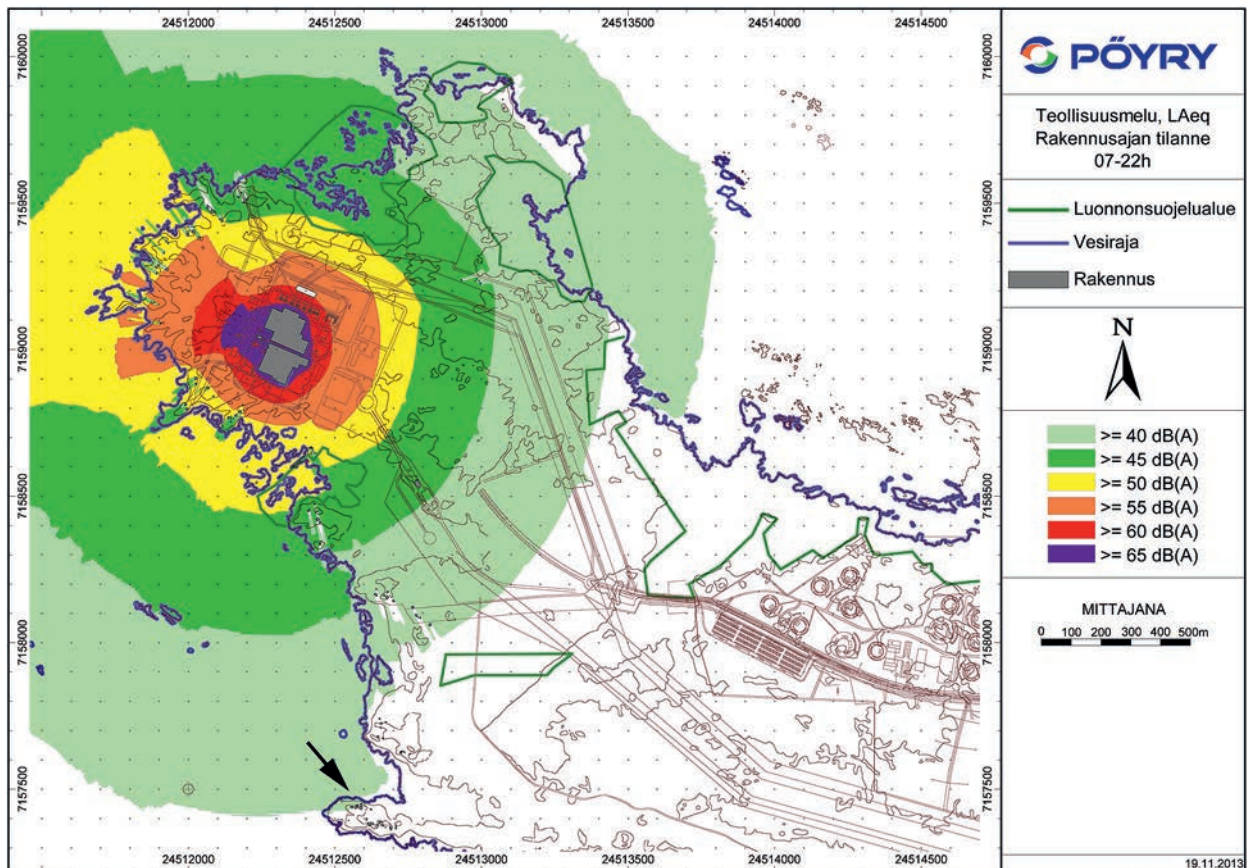
Reaktorirakennuksen sekä turbiinihallin ja apurakennusten (toimistot, varageneraattorit) rakentamisen aikainen melu on mallinnettu aluelähteenä siten, että se kattaa kokonaisuudessaan laitostontin. Melun kokonaisäänitehotaso  $L_{Aeq}$  on määritelty siten, että se on 107 dB(A) + 5 dB metrin päässä aluelähteestä (mukana impulssimaisuuskorjaus). Tämä vastaa hyvin todellista tilannetta, vaikka hetkellisesti melun äänitaso sekä erityisesti maksimitaso ylitetään useasti rakennustoiminnassa syntyvien iskumaisten melutapahtumien vuoksi.

Kivenmurskausasema on mallinnettu erilliseksi laitteeksi melulaskentaan. Kivenmurskauslaitoksen kokonaisäänitehotaso 120 dB(A) + 5 dB pitää sisällään kauhakuormaajien toiminnan ja äänitehon spektri on arvioitu vastaavasta laitoksesta saatavilla olevien mittaustulosten perusteella. Koska murskauslaitoksen ääni on varsin voimakas ja toisinaan kauhakuormausten vuoksi impulssimainen, on rakennusajan laskentamalleihin hahmoteltu laitosta korkeammat kivikasat murskainlaitoksen ympärille meluvälleiksi siten, että melu suuntautuu poispäin meluherkimmiltä alueilta.

Tieliikennemäärät ovat arvioitu melulaskentaan normaalikäytön ja rakennusaikaisen käytön mukaan luvussa 3 esitetyllä tavalla. Ajoneuvojen nopeudeksi on asetettu 60 km/h laitosalueelle johtavalla tiellä ja 20–30 km/h lähempänä porttia.

Merkittävimmät käytönaikaiset ydinvoimalaitoksen äänilähteet ovat muuntajat, höyryturbiini, generaattori ja turbiinisalin ilmanvaihto. Muuntajat tuottavat kapeakaistaista huminamaista ääntä olematta kuitenkaan yleisesti kovinkaan äänekkäitä. Laskennassa on oletettu muuntajan melulähteen äänitasoksi vapaakentässä 80 dB(A) metrin päässä lähteestä. Melumallissa muuntajan äänilähteen kapeakaistaisuus on otettu huomioon lisäämällä oletettuun äänitehotason arvoon +5dB. Turbiinin melutasoksi on oletettu 85 dB(A). Tämän oletuksen mukaan turbiini toimii ilman akustista erillisverhoilua hallissa, jossa hallin seinä on tehty ääntä heijastavasta betonielementistä. Turbiinisalin puhaltimille ja ventilaatioaukoille on oletettu 75 dB(A) sisältäen puhallinkohtaisen äänenvaimentimen.

Melumallinnus on suoritettu Ympäristöministeriön melumallinnusohjeiden mukaisesti erikseen teollisuusmelulle ja tieliikennemelulle (*Ympäristöministeriö 2007*) ja laskelmien tuloksia on verrattu ohjearvoihin melulähderyhmittäin.



**Kuva 7-32.** Ydinvoimalaitoksen teollisuusmelun leviämismallinnuskartta vilkkaimman rakentamisvaiheen aikana. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.

### 7.9.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Melumallinnuksen mukaan rakentamisen meluisimman vaiheen aikana Hanhikiven niemen alueella laitosalueen ulkopuolella sijaitsevilla loma-asutustonteilla päiväajan keskiäänitaso  $L_{Aeq}$  on noin 40 dB(A), joka alittaa selvästi loma-asutuksen ohjearvon 45 dB(A). Melussa saattaa esiintyä ajoittaista impulssimaisuutta, jolloin melutaso voi hetkellisesti olla korkeampi kuin 40 dB(A). (Kuva 7-32)

Lähimpien luonnonsuojelualueiden (Hanhikiven luoteisniitty ja Siikalahden merenrantaniitty) kohdalla melutaso voi mallinnuksen mukaan olla noin 50–53 dB(A), joka ylittää luonnonsuojelualueille annetun päiväohjearvon 45 dB(A). Koska näitä luonnonsuojelualueita ei käytetä säännöllisesti luonnon tarkkailuun tai retkeilyyn, ei ohjearvojen katsota koskevan näitä alueita. Vaikutuksia luonnonsuojelualueisiin ja alueen linnustoon on arvioitu luvussa 7.6.6.

Rakentamisen vilkkaimman vaiheen liikenteen aiheuttamat 50 ja 55 dB(A):n melun leviämisaalueet ovat melko kapeita eikä niiden vaikutuspiirissä sijaitse asuinkiinteistöjä. Liikenteen päiväajan (klo 07–22) melusta aiheutuva 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu vajaan 250 metrin etäisyydelle tiestä sen molemmin puolin (Kuva 7-33). Melu alittaa selvästi lähimpien asuintalojen kohdalla asutukselle asetetun ohjearvon 55 dB(A).

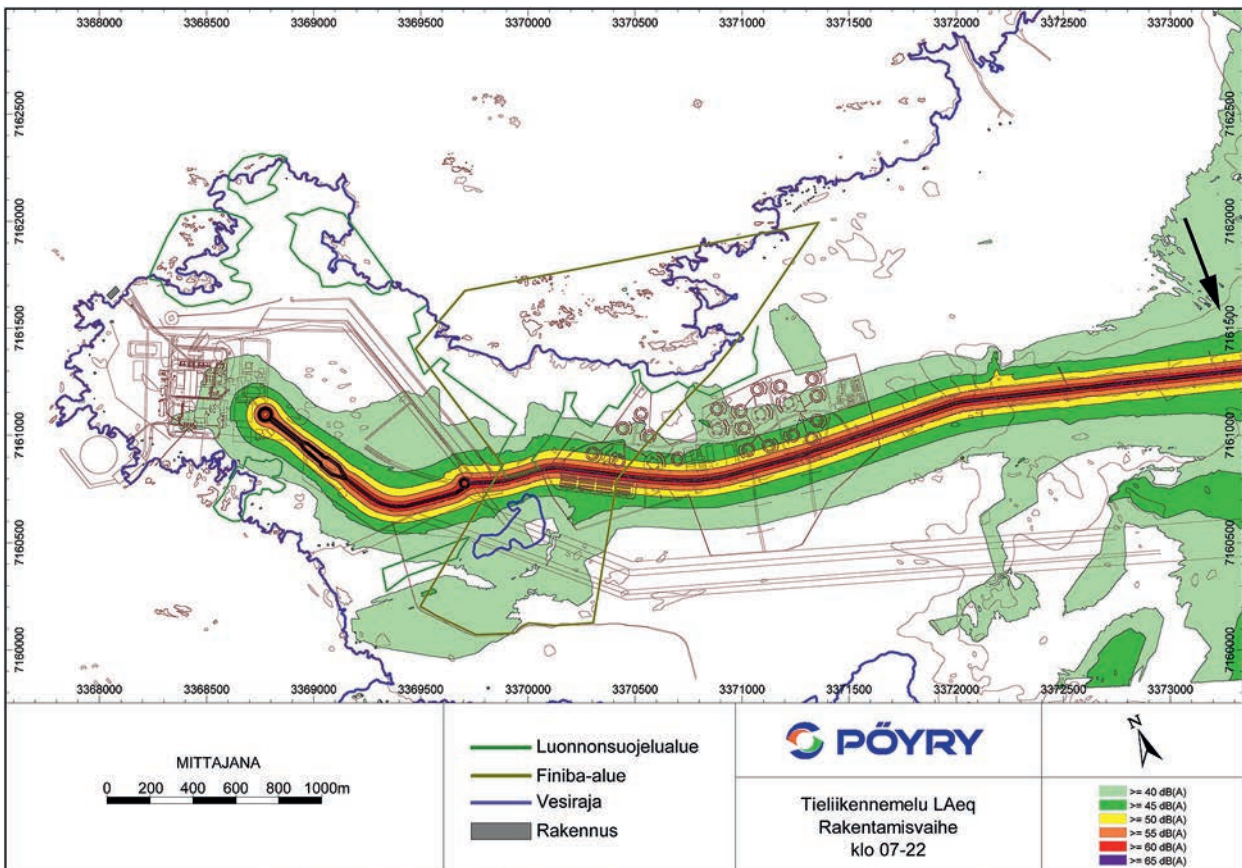
Voimalaitokselle rakennettava uusi tie kulkee Hie-

takarinlahden–Takarannan FINIBA-alueen läpi sen kapeimmasta kohdasta. Takarannan luonnonsuojelualue (Takarannan merenrantaniitty ja dyyni) rajautuu tien pohjoispuolelle. Melun 45 desibelin vyöhyke ulottuu pienen matkan näiden luontoalueiden sisään. Alueiden käyttö luonnon tarkkailuun tai retkeilyyn on melko vähäistä ja keskittyy rannan tuntumaan, jossa meluvaikutus ei enää ole merkittävä. Vaikutuksia luonnonsuojelualueisiin on arvioitu luvussa 7.6.6.

Rakentamisen aikaisen yöajan tieliikennemelun osuus jää mallinnuksen mukaan vähäiseksi (Kuva 7-34). Noin 45 dB(A):n vyöhyke leviää noin 65 metrin päähän tien keskilinjasta eikä se ulotu asuintonteille. Pieni osa luonnonsuojelualueesta ja linnustollisesti arvokkaasta alueesta jää tämän meluvyöhykkeen sisään.

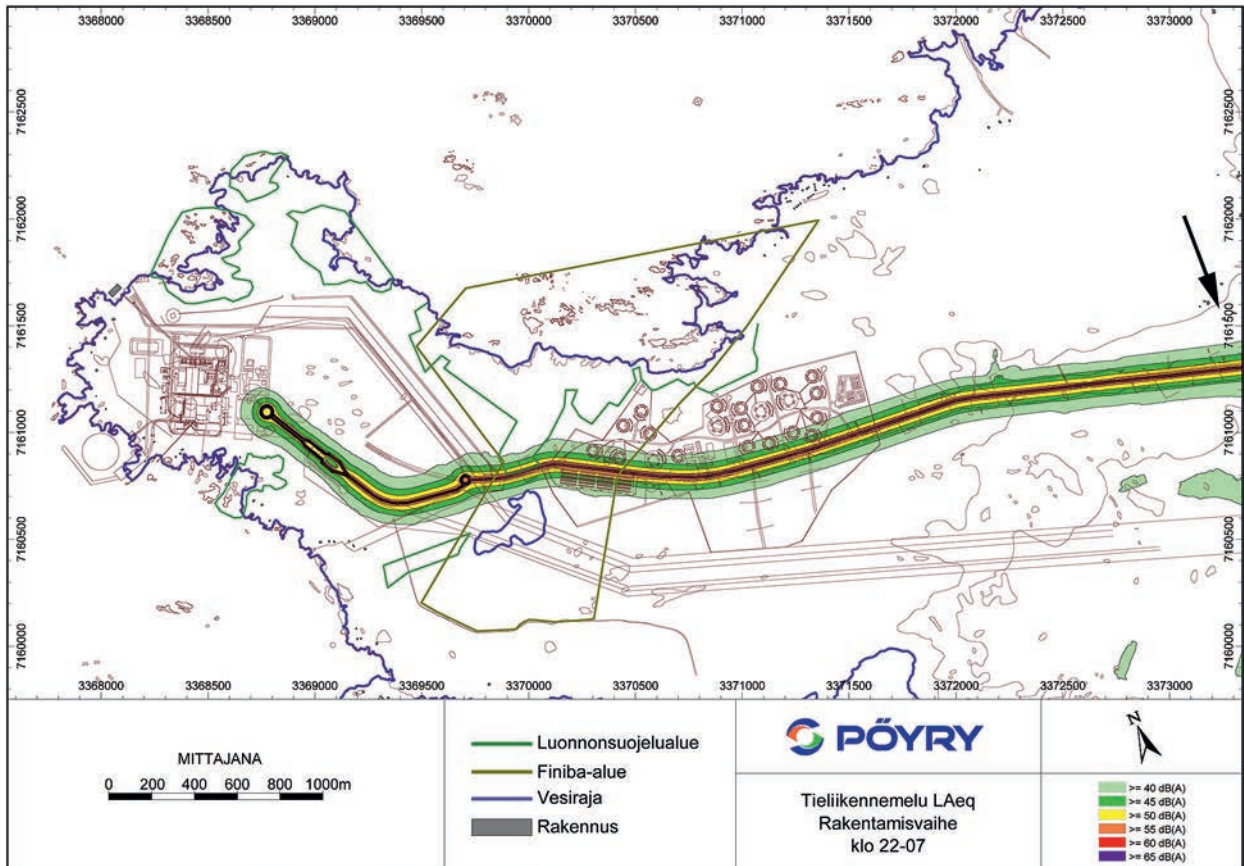
### 7.9.4 Käytön aikaiset vaikutukset

Ydinvoimalaitoksen käytön aikana merkittävimmät melulähteet suuntaavat kohti pohjoista sekä kaakkoon ja luoteeseen, jolloin vaikutus laitoksen eteläpuolella sijaitseviin loma-asuinkohteisiin jää vähäiseksi. Melumallinnuksen mukaan (Kuva 7-35) loma-asutustonteilla keskiäänitaso  $L_{Aeq}$  on alle 30 dB(A) alittaen selvästi melun päivä- ja yöajan ohjearvot (45 dB(A) ja 40 dB(A)). Lähimmillä luonnonsuojelualueilla melutaso on enimmillään 35–40 dB(A).

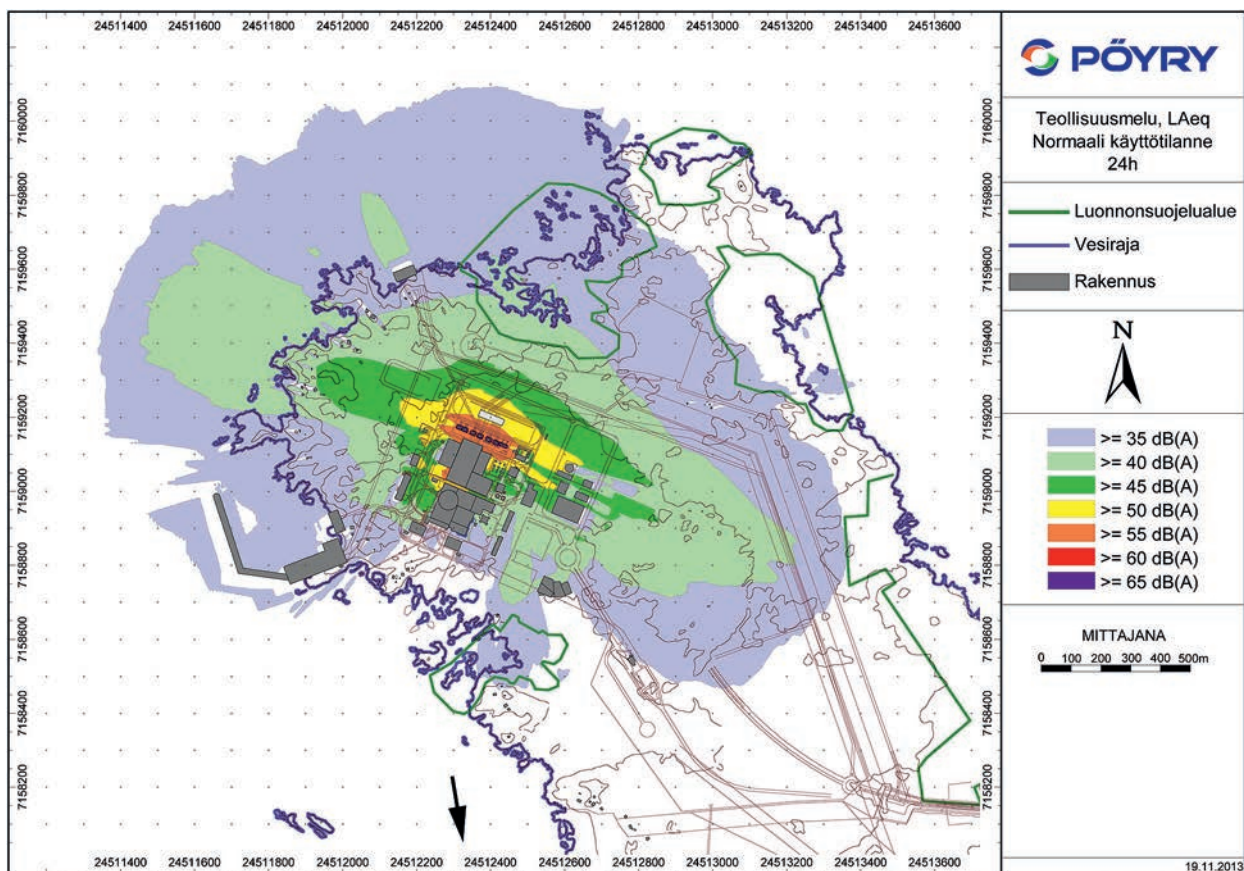


**Kuva 7-33.** Ydinvoimalaitoksen tieliikennemelun leviämismallinnuskartta rakentamisvaiheen aikana päiväaikaan klo 07–22. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.

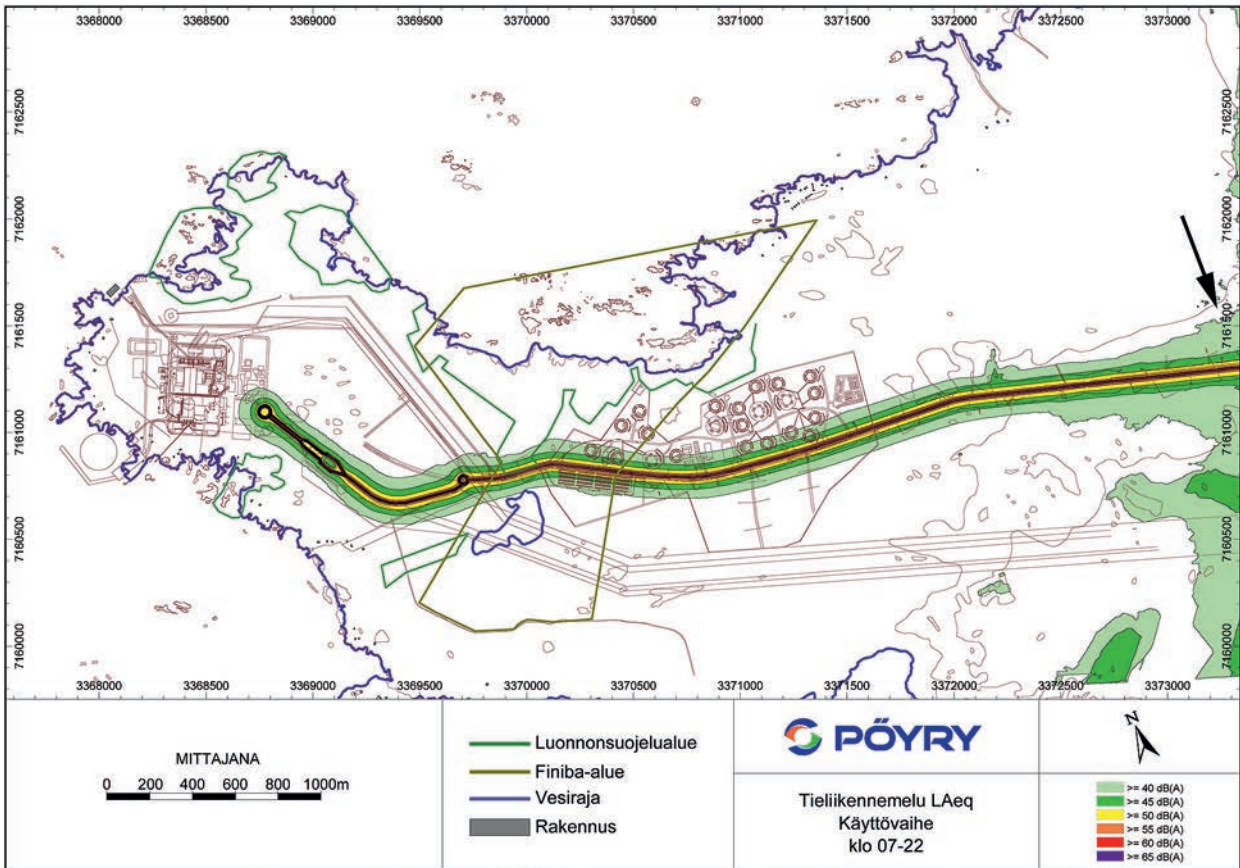




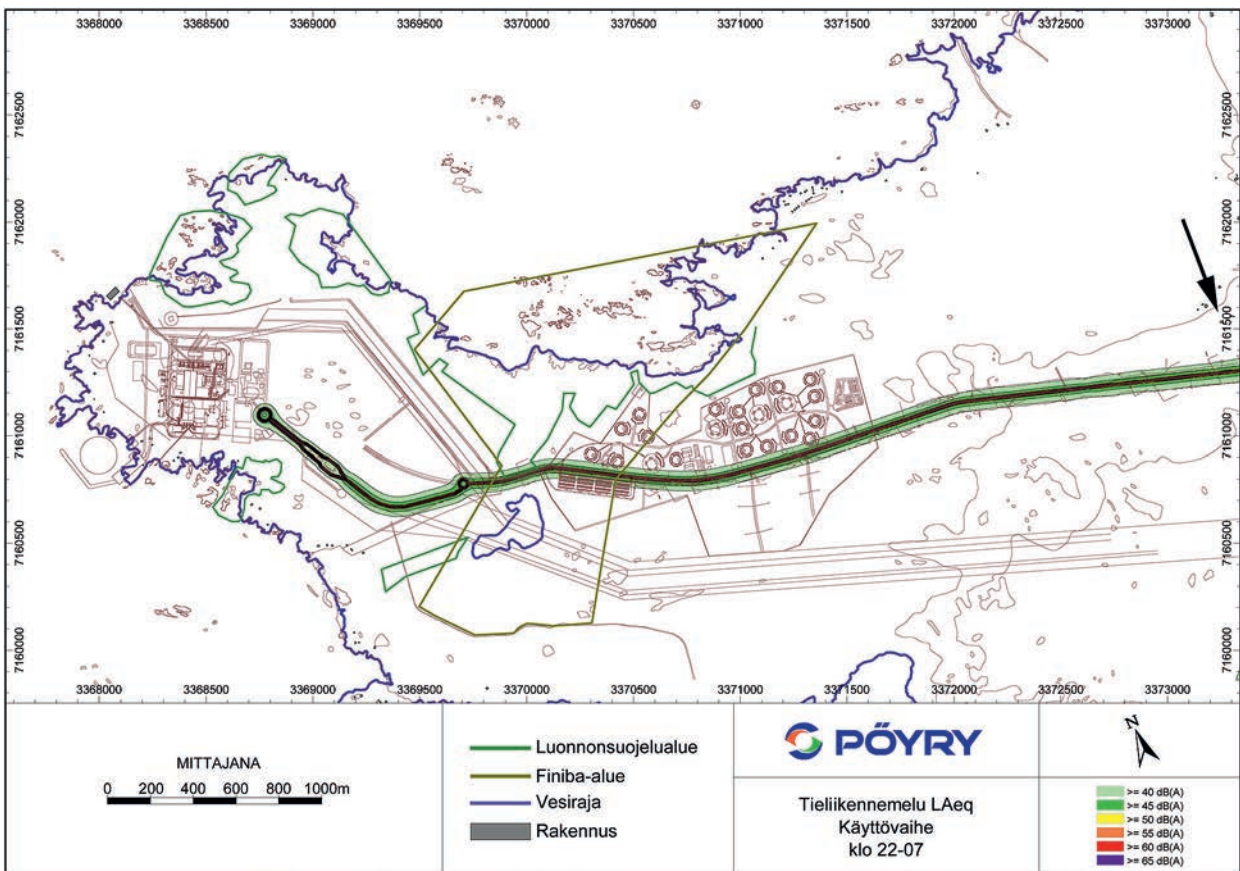
**Kuva 7-34.** Ydinvoimalaitoksen tieliikennemelun leviämismallinnuskartta rakentamisvaiheen aikana yöaikaan klo 22– 07. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.



**Kuva 7-35.** Ydinvoimalaitoksen teollisuusmelun leviämismallinnuskartta käytön aikaisessa tilanteessa. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.



**Kuva 7-36.** Ydinvoimalaitoksen tieliikennemelun leviämismallinnuskartta käytön aikaisessa tilanteessa päiväaikaan klo 07–22. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.



**Kuva 7-37.** Ydinvoimalaitoksen tieliikennemelun leviämismallinnuskartta käytön aikaisessa tilanteessa yöaikaan klo 22-07. Lähin asutus on osoitettu mustalla nuolella.

Oheisissa kuvissa on esitetty mallinnuskuvat käytönaikaisesta tieliikennemelulaskelmasta päiväaikana (Kuva 7-36) ja yöaikana (Kuva 7-37). Laskennan mukaan laitokselle suunnattuvasta tieliikenteestä aiheutuva 40 dB(A):n meluvyöhyke ulottuu noin 100 metrin etäisyydelle tiestä sen molemmille puolille päiväaikana ja 45 dB(A):n vyöhyke noin 60 metrin päähän. Yöaikana melu on vähäisempää. Yöaikana 40 desibelin vyöhyke ulottuu noin 50 metrin päähän tiestä. Melu alittaa lähimpien asuintalojen kohdalla asutukselle asetetut päivä- ja yöajan ohjearvon (55 dB(A) ja 50 dB(A)).

Tieliikennemelun 45 desibelin vyöhyke ulottuu päiväaikana pienen matkan tien läheisyyteen rajautuvan luonnonsuojelun alueen (Takarannan merenrantaniitty ja dyyni) sisään ja tien eteläpuolelle sijoittuvan linnustoltaan arvokkaan alueen (Hietakariniitty) sisään. Yöaikana meluvyöhyke on pienempi. Alueiden käyttö luonnon tarkkailuun tai retkeilyyn on melko vähäistä ja keskittyy rannan tuntumaan, jossa meluvaikutus ei enää ole merkittävä. Vaikutuksia luonnonsuojelun alueisiin ja linnustoon on arvioitu luvussa 7.6.7.

### 7.9.5 Yhteenveto meluvaikutuksista

Melumallinnuksen mukaan hankkeen aiheuttama melu alittaa asuin- ja loma-asuinalueille annetut melun ohjearvot sekä rakentamisen että käytön aikana.

Mallinnetussa meluisimmassa rakentamisvaiheessa melun päiväajan keskiäänitaso on lähimmillä loma-asutustonteilla noin 40 dB(A) alittaen selvästi loma-asutuksen ohjearvon 45 dB(A). Lähimpien luonnonsuojelun alueiden (Hanhikiven luoteisniitty ja Siikalahden merenrantaniitty) kohdalla melutaso voi mallinnuksen mukaan olla noin 50–53 dB(A).

Rakentamisen aikaisen vilkkaimman vaiheen liikenteen aiheuttamat ohjearvojen tasolla olevat 50 ja 55 dB(A):n melun leviämialueet ovat melko kapeita eikä niiden vaikutuspiirissä sijaitse asuinkiinteistöjä. Noin 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu tielinjauksen viereen rajautuvalla luonnonsuojelun alueelle sekä linnustollisesti arvokkaalle alueelle pieneltä matkalta.

Laskennan mukaan ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikana laitosalueelta kantautuva melu on varsin vähäistä asuin- ja loma-asuinkohteissa. Keskiäänitaso lähimmillä loma-asuintonteilla on alle 30 dB(A). Samoin laitoksen liikenteestä aiheutuva melu on vähäistä ja alittaa selvästi asuamisen melun ohjearvot.

Laitokselle laaditaan suunnittelun edetessä meluntorjuntasuunnitelma, jossa muun muassa rakennusajan toimintojen sijoittelu ja meluntorjunta suunnitellaan yksityiskohtaisesti. Rakennusaikainen liikenne on liikennetiheyden osalta erittäin vaihtelevaa ja melutasot voivat todellisuudessa poiketa laskennan antamista keskiäänitasoista. Tämä vaihtelu huomioidaan myöhemmin laadittavassa meluntorjuntasuunnitelmassa.

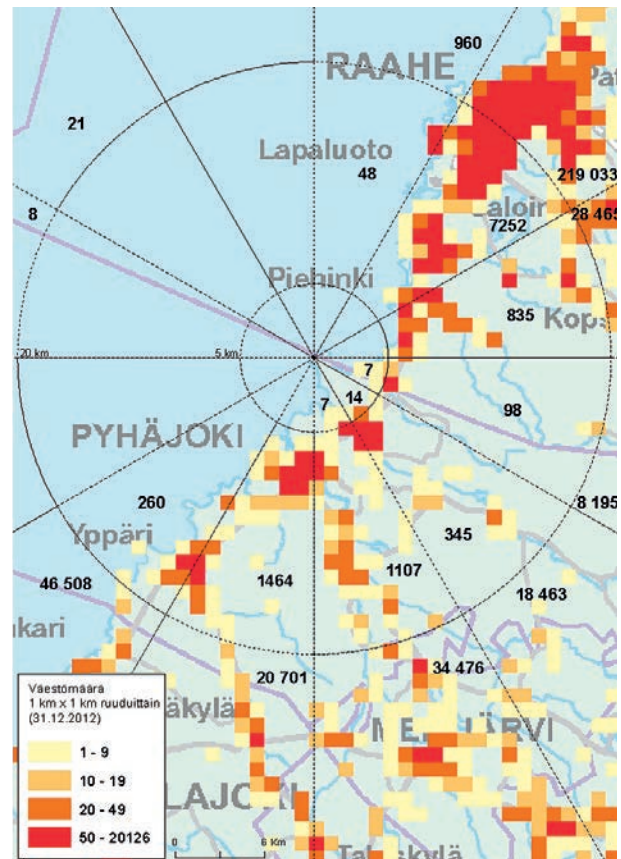
## 7.10 Ihmiset ja yhteiskunta

### 7.10.1 Nykytila

#### 7.10.1.1 Ihmiset ja yhteisöt

Hanhikiven niemen sijoituspaikan lähiympäristö on harvaan asuttua. Laitoksen viiden kilometrin etäisyysvyöhykkeeseen lasketaan hieman yli viiden kilometrin päässä ydinvoimalaitoksesta sijaitseva Parhalahden kylä. Tällä viiden kilometrin etäisyysvyöhykkeen sisäpuolella asuu noin 440 vakituista asukasta. Kahdenkymmenen kilometrin säteellä vakituista asukkaita on 11 600. Kahdenkymmenen kilometrin etäisyysvyöhykkeen sisäpuolelle sijoittuvat Pyhäjoen kunnan keskustaajama sekä Raahen keskustaajama. (Kuva 7-38) (Tilastokeskus 2013a)

Sadan kilometrin etäisyydellä voimalaitoksen sijaintipaikasta asuu noin 377 000 henkilöä (Tilastokeskus 2013a). Näistä merkittävä osa asuu Oulun seudulla. Suurimpia asutuskeskuksia alueella ovat Oulu, Kokkola, Raahe, Ylivieska, Kiiminki, Haukipudas, Kempele, Nivala, Oulunsalo ja Kalajoki. Pyhäjoen rannikolla on runsaasti loma-asutusta. Hanhikiven niemen alueella loma-asuntoja on harvemmassa (noin 20 loma-asuntoa) kuin muualla Pyhäjoen rantavyö-



**Kuva 7-38.** Väestön jakautuminen hankkeen sijaintialueen lähiympäristössä 5 ja 20 kilometrin säteellä vuonna 2012. (Tilastokeskus 2013a)

hykkeellä. Alueen maankäyttöä on kuvattu yksityiskohtaisemmin luvussa 7.3.

Loma-asutus sijoittuu pääosin niemen länsirannalle itärannan ollessa suurelta osin luonnonsuojelualuetta. Kahdenkymmenen kilometrin etäisyydellä loma-asuntoja on muutamia satoja. Hanhikiven ympäristössä noin kymmenen kilometrin säteellä sijaitsee neljä koulua, joista lähin on Parhalahden kylässä oleva kyläkoulu. Lähin uimaranta sijaitsee niemen länsiosassa. (Kuva 7-39)

Hanhikiven aluetta käytetään jossain määrin virkistyskäyttöön. Hankealue on paikalliselle metsästyseuralle (Parhalahden metsästäjät ry) merkittävä pyyntialue, jossa metsästetään suurriistan (hirvet) lisäksi jäniksiä ja vesilintuja. Hanhikiven alueen rannat ja maastot soveltuvat erityisen hyvin vesilintujen ja jänisten metsästykseseen. Alue on aktiivisessa metsästyksessä ja merkittävä osa metsästyseuran tuloista saadaan alueelle myytävistä vierasluvista. Hanhikiven alueella järjestetään ajokokeita ja myös muut metsästyseurat hyödyntävät maastoja ajokokeiden järjestämiseen.

### 7.10.1.2 Väestö, aluetalous ja työllisyys

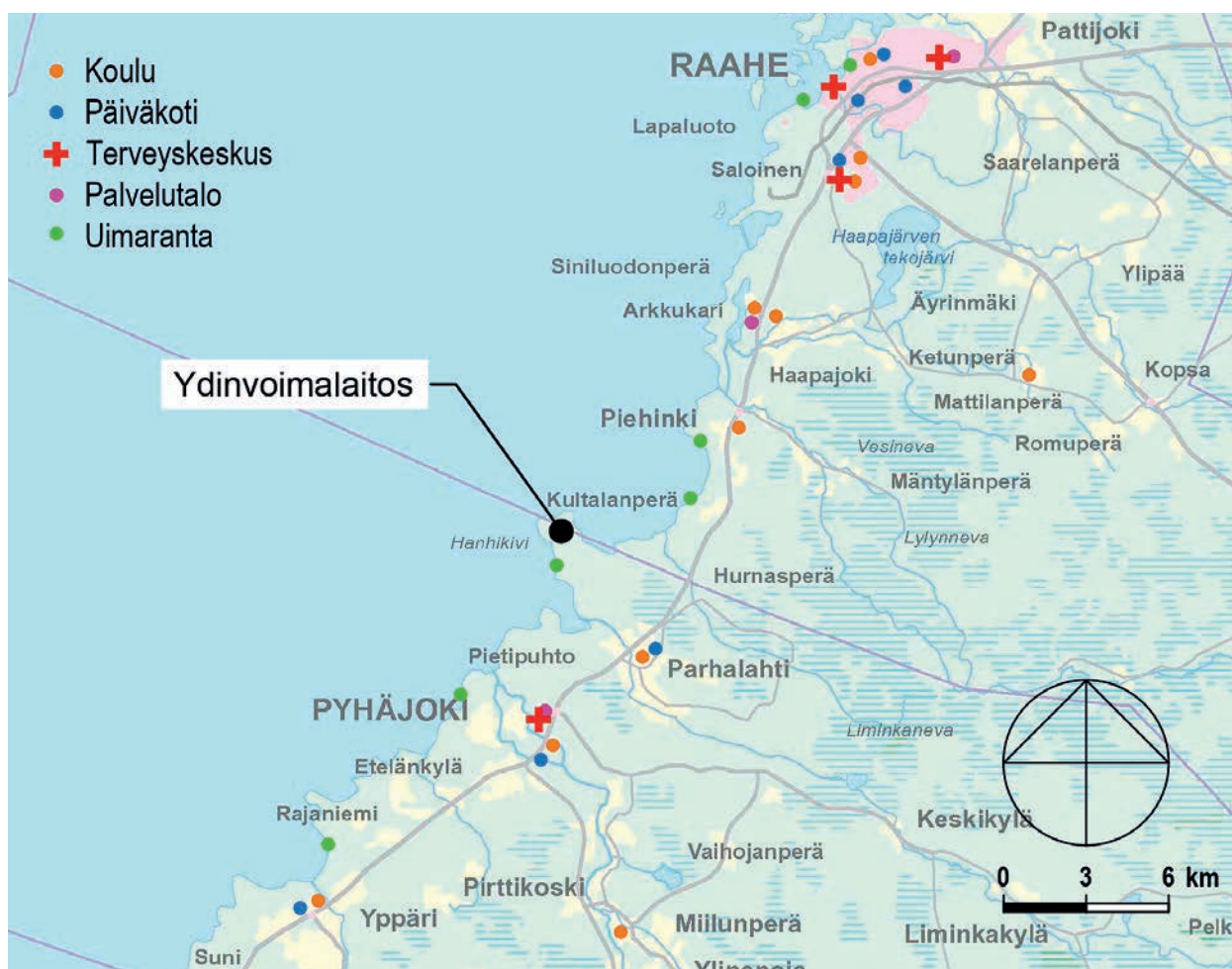
#### Väestömäärä ja väestöennusteet

Raahen talousalue koostuu seitsemästä kunnasta (aluejako 1.1.2013, jolloin Vihannin kunnan ja Raahen kaupungin kuntaliitos toteutui) ja alueella asuu yhteensä noin 59 000 asukasta. Alueen väkiluku kasvoi 1980-luvun alusta aina 1990-luvun alkuun saakka, jonka jälkeen asukasluvut ovat olleet laskevia kaikissa kunnissa (Kuva 7-40). Kalajoella väkiluku on kasvanut vuodesta 2005 alkaen.

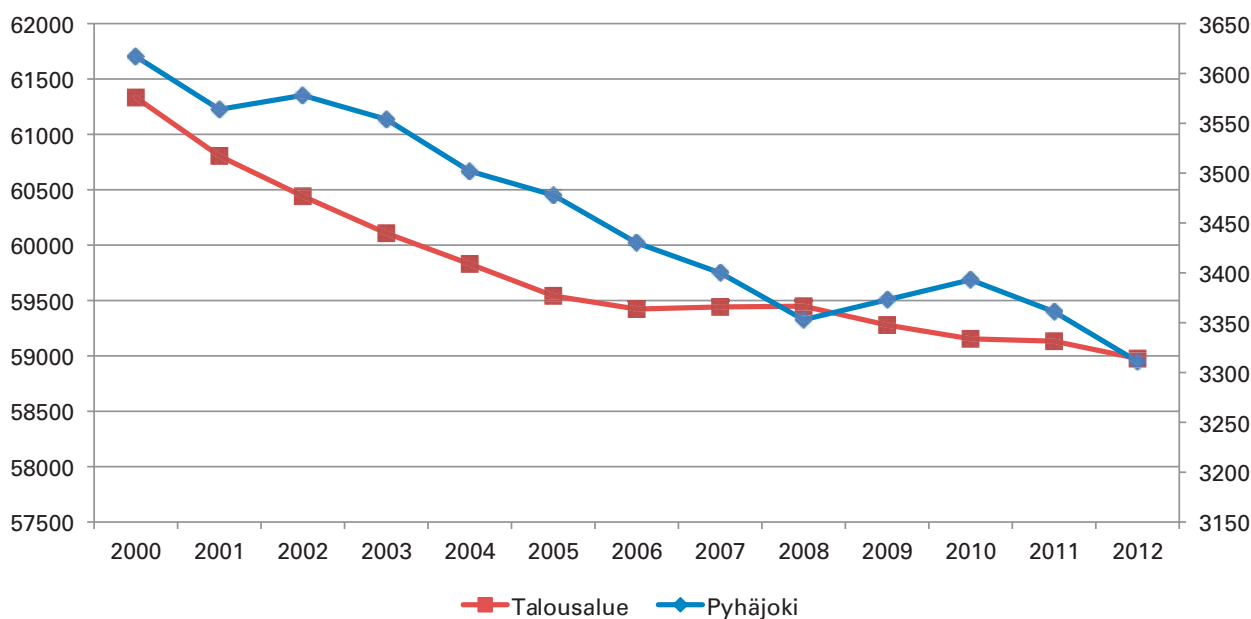
Tilastokeskuksen väestöennusteiden mukaan Raahen talousalueen kunnissa väestömäärä tulee pysymään melko samana vuoteen 2040 saakka (Taulukko 7-8). Pyhäjoen kunnan väkiluvun arvioidaan vähenevän 261 hengellä (8 prosenttia) vuosina 2012–2040. Kalajoen kaupungin väestömäärän arvioidaan kasvavan noin 1000 hengellä vuoteen 2040 mennessä.

#### Väestörakenne

Vuonna 2012 Raahen talousalueen ikäjakauma poikkesi



**Kuva 7-39.** Hankkeen sijaintialueen läheisyydessä sijaitsevat päiväkodit, koulut, terveyskeskukset, palvelutalot ja uimarannat.



**Kuva 7-40.** Pyhäjoen kunnan ja Raahen talousalueen väestömäärän kehitys vuosina 2000–2013. (Tilastokeskus 2013b)

**Taulukko 7-8.** Raahen talousalueen väestöennuste vuosille 2015–2040 (Tilastokeskus 2013b).

	2012	2015	2030	2030	2040
<b>Pyhäjoki</b>	3 340	3 292	3 253	3 183	3 079
<b>Alavieska</b>	2 737	2 707	2692	2680	2 669
<b>Kalajoki</b>	12 667	12 821	13 101	13 507	13 655
<b>Merijärvi</b>	1 192	1 173	1 148	1 122	1 106
<b>Oulainen</b>	7 864	7 735	7 580	7 394	7 224
<b>Raahe</b>	22 618	22 718	22 832	22 786	22 396
<b>Siikajoki</b>	5 614	5 554	5 500	5 436	5 376
<b>Yhteensä</b>	<b>56 032</b>	<b>56 000</b>	<b>56 106</b>	<b>56 108</b>	<b>55 505</b>

koko maan ikäjakaumasta siten, että Raahen talousalueella 0–14-vuotiaiden ja yli 64-vuotiaiden suhteellinen osuus oli koko maan keskimääräistä osuutta suurempi. Vastaavasti työikäisen väestön (15–64-vuotiaat) osuus oli Raahen talousalueella koko maan keskiarvoa pienempi. Työikäisen väestön osuus oli suurinta Raahessa ja Kalajoella. (Taulukko 7-9)

### Työllisyys ja elinkeinorakenne

Raahen talousalueen elinkeinorakenne on yksi Suomen erikoistuneimmista johtuen teollisuustoimialan merkityksestä alueelle. Teollisuustoimialan työpaikkojen määrä on kuitenkin vähentynyt alueella viime vuosina. Pelkästään vuosien 2007 ja 2011 välillä teollisuustoimialalta väheni noin 600 työpaikkaa (Taulukko 7-10). Talousalueen merkittävimmällä työllistäjällä, Rautaruukilla työskentelevien työntekijöiden määrä on vähentänyt 2000-luvulla. Työpaikkojen määrät ovat lisääntyneet muun muassa kaivostoiminnassa ja louhinnassa (Laivakankaan kaivos), sekä terveys- ja

sosiaalipalveluissa.

Vuonna 2011 Raahen talousalueella oli 3 646 yritystoimipaikkaa, joista yli puolet (59 prosenttia) sijaitsi Raahessa ja Kalajoella (Taulukko 7-11). Henkilöstöstä yli puolet toimi Raahessa ja myös liikevaihdosta yli puolet muodostui Raahessa sijaitsevista toimipaikoista. Tästä Rautaruukin osuus on merkittävä.

Raahen talousalueen työttömyys väheni vuonna 2009–2011 ja nousi vuonna 2012 taloustaantumana vuoksi. Työttömien osuus oli keskimäärin 10,2 prosenttia työvoimasta vuonna 2011. Alueen merkittävin työssäkäyntikunta on Raahe, jossa työpaikkaomavaraisuus oli vuonna 2011 peräti noin 117 prosenttia (Taulukko 7-12). Raahen kaupungin työllisistä peräti 40 prosenttia toimi teollisuustoimialalla.

### Kuntatalous

Raahen talousalueen kuntien asukasta kohden suhteutetut verotulot ovat kasvaneet 2000-luvulla koko maan keskiarvoa

**Taulukko 7-9.**

Raahen talous-  
alueen ikäjakauma  
vuonna 2012.  
(Tilastokeskus  
2013b)

2012	0–14-vuotiaat, %	15–64-vuotiaat, %	yli 64-vuotiaat, %
<b>Pyhäjoki</b>	18,2	59,1	22,7
<b>Alavieska</b>	20,2	59,8	20,1
<b>Kalajoki</b>	19,2	60,6	20,2
<b>Merijärvi</b>	22,9	58,1	19,0
<b>Oulainen</b>	19,8	59,3	20,9
<b>Raahe</b>	19,4	62,5	18,1
<b>Siikajoki</b>	22,7	59,9	17,5
<b>Raahen talousalue</b>	<b>19,8</b>	<b>61,0</b>	<b>19,2</b>
<b>Koko maa</b>	<b>16,4</b>	<b>64,8</b>	<b>18,8</b>

**Taulukko 7-10.**

Raahen talous-  
alueen työpaik-  
kojen toimialaja-  
kauma (TOL 2008)  
vuosina 2007  
ja 2011.  
(Tilastokeskus  
2013b)

Toimiala	2007	2011
A Maatalous, metsätalous ja kalatalous	2 328	2 126
B Kaivostoiminta ja louhinta	97	236
C Teollisuus	6 698	6 088
D Sähkö-, kaas- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	69	49
E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito	118	115
F Rakentaminen	1 718	1 718
G Tukku- ja vähittäiskauppa; moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien korjaus	1 826	1 852
H Kuljetus ja varastointi	1 291	1 245
I Majoitus- ja ravitsemistoiminta	456	553
J Informaatio ja viestintä	287	238
K Rahoitus- ja vakuutustoiminta	246	254
L Kiinteistöalan toiminta	120	131
M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta	637	744
N Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	837	858
O Julkinen hallinto ja maanpuolustus; pakollinen sosiaalivakuutus	716	664
P Koulutus	1 515	1 514
Q Terveys- ja sosiaalipalvelut	3 448	3 711
R Taiteet, viihde ja virkistys	145	148
S Muu palvelutoiminta	563	603
T Kotitalouksien toiminta työnantajina; kotitalouksien eriyttämätön toiminta tavaroiden ja palvelujen tuottamiseksi omaan käyttöön	0	0
U Kansainvälisten organisaatioiden ja toimielinten toiminta	0	0
X Toimiala tuntematon	270	324
<b>Yhteensä</b>	<b>23 385</b>	<b>23 171</b>

**Taulukko 7-11.**

Raahen talous-  
alueen toimipaik-  
kojen määrät,  
liikevaihdot ja  
henkilöstömäärät  
kunnittain vuonna  
2011. (Tilasto-  
keskus 2013b)

2011	Toimipaikat	Liikevaihto, M€	Henkilöstö
<b>Pyhäjoki</b>	222	49	424
<b>Alavieska</b>	230	51	499
<b>Kalajoki</b>	1 136	517	3 334
<b>Merijärvi</b>	91	7	120
<b>Oulainen</b>	490	228	1 560
<b>Raahe</b>	1 000	1 257	7 762
<b>Siikajoki</b>	477	101	992
<b>Yhteensä</b>	<b>3 646</b>	<b>2 210</b>	<b>14 691</b>

2011	Työlliset (lkm.)	Työttömät (lkm.)	Työpaikat (lkm.)	Työpaikka-omavaraisuus, %	Työttömät, % työvoimasta
Pyhäjoki	1 290	132	808	62,6	9,3
Alavieska	1 059	125	807	76,2	10,6
Kalajoki	5 235	518	4 828	92,2	9,0
Merijärvi	418	56	242	57,9	11,8
Oulainen	2 940	402	2 928	99,6	12,0
Raahe	10 117	1 142	11 821	116,8	10,1
Siikajoki	2 111	243	1 737	82,3	10,3
<b>Yhteensä</b>	<b>23 170</b>	<b>2 618</b>	<b>23 171</b>		

**Taulukko 7-12.**

Työllisten ja työpaikkojen määrä, sekä työpaikkaomavaraisuus ja työttömyysaste Raahen talousalueella vuonna 2011. (Tilastokeskus 2013b)

voimakkaammin. Alueen kuntien verotulot asukasta kohden ovat kuitenkin Raahea lukuun ottamatta vielä koko maan keskiarvoa pienemmät (Taulukko 7-13). Kuntien vuosikate asukasta kohden on keskeinen kateluku arvioitaessa kuntien tulo- ja palvelusvarainhuollon riittävyyttä. Raahen talousalueen kuntien vuosikate oli positiivinen Siikajokea lukuun ottamatta. Siikajoen kunnan vuosikate oli kuitenkin vielä 494 euroa asukasta kohden vuonna 2010. Kalajoen kaupungin ja Merijärven kunnan vuosikatteen asukasta kohden olivat koko maan kuntien keskiarvoa suuremmat. Raahen talousalueen lainakanta asukasta kohden oli koko maan keskiarvoa suurempi. Alueen kunnista korkein lainakanta oli Raahessa, jossa lainakanta on kasvanut koko 2000-luvun. Myös Alavieskassa lainakannan kasvu on ollut viime vuosina voimakasta.

### 7.10.2 Arviointimenetelmät

Tässä luvussa on arvioitu ydinvoimalaitoshankkeen vaikutuksia ihmisiin ja yhteiskuntaan. Arviointi kattaa sosiaalisten vaikutusten arvioinnin lisäksi arvioinnin hankkeen vaikutuksista talouteen ja työllisyyteen sekä Suomen että aluetalouden näkökulmasta. Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on vuorovaikutteinen prosessi. Prosessissa tunnistetaan ja ennakoidaan sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa (Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 1999, Terveystieteiden tutkimuskeskus 2013). Arvioinnissa on huomioitu vaikutukset alueen virkistyskäyttöön.

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhtenä tavoitteena on vahvistaa eri osapuolten välistä tiedonvaihtoa ja vuoropuhelua. SVA tuottaa arvokasta tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Hankkeen sosiaaliset vaikutukset on aina tulkittava suhteessa kohteena olevaan yhteisöön ja vallitsevaan alueeseen sekä yhteiskunnalliseen tilanteeseen. Vaikutusten kokeminen heijastaa samalla esimerkiksi alueen talouden tilaa ja työllisyyttä ja sen herkkyyttä muutoksille. Sosiaaliset vaikutukset voivat olla suoria, esimerkiksi lähialueen asuinviihtyvyyden heikkeneminen tai nykyisen maankäytön estyminen maatalouden siirtymässä arvioinnin kohteena olevien toimintojen käyttöön, tai ne voivat olla epäsuoria, kuten vaikutukset alueen vetovoimaan tai toimintaedellytyksiin ympäristön muuttamisen vuoksi. Tyypillistä on myös, että sosiaaliset vaikutukset koetaan monelta osin yksilöllisesti ja sen mukaan, mitä kukin alueella tekee tai mitä arvoja kukin asuinympäristössään pitää tärkeänä. Vaikutukset voivat myös kohdistua pelkästään alueeseen liitettyihin aineettomiin arvoihin, kuten tuttu ja tärkeä maisema, luonnonrauha tai alueen imago.

Arvioinnin painopisteinä on käytetty vuoden 2008 ympäristövaikutusten arvioinnin ja tämän YVA-menettelyn aikana sidosryhmien esiin nostamia näkökohtia. Asukkaiden suhtautumista hankkeeseen on arvioitu muun muassa YVA-ohjelmasta jätettyjen mielipiteiden, asukaskyselyn, YVA-menettelyn aikana saadun palautteen ja mediakeskustelun perusteella.

2011	Verotulot, €/asukas	Vuosikate, €/asukas	Lainakanta, €/asukas
Pyhäjoki	2 686	266	2 692
Alavieska	2 428	157	2 762
Kalajoki	2 647	518	2 413
Merijärvi	2 074	410	2 684
Oulainen	2 791	65	2 831
Raahe	3 639	160	4 803
Siikajoki	2 577	-151	1 958
<b>Talousalue (keskimäärin)</b>	<b>2 692</b>	<b>203</b>	<b>2 878</b>
<b>Koko maa</b>	<b>3 530</b>	<b>384</b>	<b>2 037</b>

**Taulukko**

**7-13.** Raahen talousalueen kuntien taloudellisia tunnuslukuja vuonna 2011. (Tilastokeskus 2013b)

Arvioinnissa on tarkasteltu sekä hankkeen rakentamisen että toiminnan aikaisia vaikutuksia. Arvioinnin tausta-aineistona on hyödynnetty hankealuetta kuvaavia tietoja, kuten esimerkiksi asutuksen ja virkistysalueiden sijoittumista suhteessa hankealueeseen. Arvioinnissa on kartoitettu lähialueen niin sanotut herkät kohteet, jotka ovat muita kohteita herkempiä mahdollisille haittavaikutuksille. Vaikutusten arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen, eli subjektiivisen tiedon analyysi sekä asiantuntija-arvio.

Hankkeen vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen ja elinoloihin on tunnustettu ja arvioitu hyödyntämällä muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita. Vaikutuksia on arvioitu muun muassa maankäytön muutosten, maisemavaikutusten, vesistövaikutusten, liikennevaikutusten, liikenneturvallisuuden, työllisyysvaikutusten ja melun osalta. Näiden lisäksi arvioinnissa on käsitelty koettuja vaikutuksia, eli sitä miten paikalliset asukkaat ja muut alueen toimijat kokevat edellä mainitut vaikutukset. Koettuja vaikutuksia on käsitelty pääosin asukaskyselyn tulosten yhteydessä.

Hankkeen vaikutuksia ihmisiin ja yhteiskuntaan on tarkasteltu aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnilla, jossa on huomioitu hankkeen vaikutukset sekä rakentamisen että käytön aikana. Hankkeen sosiaalisten vaikutusten arviointia tukevaa aineistoa on kerätty esimerkiksi asukaskyselyn ja pienryhmätilaisuuksien avulla. Vaikutusten arvioinnin tukena on hyödynnetty Sosiaali- ja terveysministeriön (1999) käsikirjaa ”Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset” sekä Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (2013) ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin käsikirjaa.

### 7.10.2.1 Asukaskysely

Asukaskysely toteutettiin loka-marraskuussa 2013 postikyselynä voimalaitoshankkeen lähivaikutusalueen (noin 20 kilometrin etäisyys) vakituksille talouksille ja vapaa-ajan asukkailla. Kyselylomakkeita lähetettiin yhteensä 693 kotitalouteen.

Asukaskysely toteutettiin noudattaen vuonna 2008 toteutetun asukaskyselyn otantamääritystä, jotta kyselyn tulosten avulla voitaisiin selvittää vastaajien näkemysten mahdollista muuttumista viiden vuoden aikana. Otannassa oli mukana suunnitellun sijaintialueen viiden kilometrin vyöhyke, josta otantaan poimittiin kaikki vakituiset ja loma-asukkaat. Vyöhyke sijaitsee Raahan kaupungin ja Pyhäjoen kunnan alueilla. Lisäksi otantaan sisältyi 5-20 kilometrin vyöhyke, josta poimittiin satunnaisotantana 10 prosenttia kotitalouksista. Vyöhyke sijaitsee Pyhäjoen kunnan, Raahan kaupungin ja Merijärven kunnan alueilla. Molemmilla vyöhykkeillä kyselylomakkeita osoitettiin yksi

per kotitalous. Kohdistamalla kysely kahdelle eri vyöhykkeelle ja hyödyntämällä otantamenetelmää, voitiin asukkaiden ja loma-asukkaiden näkemyksiä kartoittaa kattavasti laajalta alueelta. Lisäksi kyselyn avulla voitiin tiedottaa hankkeesta lähivaikutusalueen (alle 5 kilometriä) asukkaita ja loma-asukkaita. (Taulukko 7-14)

Kyselyn toteuttamisessa hyödynnettiin Väestörekisterikeskuksen osoitetietoja. Kyselyllä ei voitu tavoittaa niitä henkilöitä, joilla on voimassa suoramarkkinointi- tai osoitetietojen luovutuskielto.

Kyselylomakkeen kysymykset pyrittiin säilyttämään mahdollisimman samansisältöisenä, jotta kyselyn tuloksia voitaisiin verrata aiemman kyselyn tuloksiin. Kyselylomake sisälsi yhteensä 21 kysymystä. Asukaskyselyn mukana lähetettiin ympäristövaikutusten arviointiohjelman tiivistelmä, joka sisälsi kuvauksen hankkeesta.

### 7.10.2.2 Pienryhmähaastattelut

Pienryhmähaastattelut Fennovoiman ydinvoimahankkeen sosiaalisista vaikutuksista järjestettiin 21.–22.11.2013. Pienryhmäkokoontumisia toteutettiin yhteensä kolme, joista kaksi ryhmää edusti alueen asukkaita ja kolmas ryhmä Pyhäjoen kunnan ja kuntayhtymän viranhaltijoita. Asukaryhmät koottiin siten, että Pöyrin edustajat ottivat yhteyttä Pro Hanhikivi yhdistykseen ja Parhalahden kyläyhdistykseen, jotka sitten kutsuivat tilaisuuksiin edustajansa. Tilaisuuksien keskustelun vetäjinä toimivat kaksi YVA-konsulttina toimivan Pöyrin edustajaa.

Tilaisuuksien tavoitteena oli keskustella Fennovoiman ydinvoimahankkeesta ja sen aiheuttamista myönteisistä ja kielteisistä sosiaalisista vaikutuksista erityisesti edellisen YVA:n laatimisen jälkeen.

Ryhmähaastatteluun osallistujat saivat tuoda esiin omia mielipiteitä ja perusteluja näkemyksiinsä, sekä niitä muiden esittämiä mielipiteitä, joita he pitivät tärkeinä. Yhdessä keskustelemalla pyrittiin selvittämään, mistä mahdolliset ristiriidat johtuvat ja miten ne ovat saaneet alkunsa. Tilaisuuteen osallistuville korostettiin, ettei osallistuneiden henkilöiden nimiä julkaista. Keskustelut olivat pituudeltaan puolestatoista kahteen tuntiin ja niiden keskeinen sisältö on esitetty seuraavassa.

Haastattelujen aluksi käytiin yhdessä läpi ennakkoon laaditut kysymykset keskustelun jäsentämiseksi:

- Yleinen käsityksenne tai mielikuvanne yhtiöstä ja sen toiminnasta Pyhäjoella.
- Mitä ydinvoimahankkeen eri vaiheissa on tehty hyvin ja mitä on tehty huonosti? Miten yhtiön olisi pitänyt ydinvoimahankkeen eri vaiheissa toimia?
- Miten olette yksityisesti ja/tai yhdistyksenä toimineet tai reagoineet ydinvoimahankkeen eri vaiheissa?

**Taulukko 7-14.**

Asukaskyselyn otanta-alue ja otannan koko.

Otanta-alue	Otannan koko (lähetettyjen lomakkeiden lukumäärä, kpl)
Alle 5 km vyöhyke sijaintialueelta	142
5–20 km vyöhyke sijaintialueelta	551
<b>Yhteensä</b>	<b>693</b>



- Ydinvoiman osalta poliittinen päätös on tehty, miten sijoituspaikka olisi pitänyt ratkaista?
- Jos hanke toteutuu, miten jatkossa tulisi toimia?
  - keitä ja miten tulisi kuulla ja ottaa mukaan keskusteluun?
  - millaisia lievennys/kompensaatiotoimia tulisi ottaa käyttöön?
- Jos hanke ei toteudu, miten tulisi jatkossa toimia?
  - miten jälkihoito tulisi toteuttaa?
- Mitä ydinvoimahankkeen positiiviset vaikutukset ovat olleet?
  - mitä konkreettisesti odotatte?
- Mitä ydinvoimahankkeen negatiiviset vaikutukset ovat tähän mennessä olleet?
  - ovatko ne olleet pelkoja, vai myös konkreettisia haittoja?
- Ketkä hyötyvät mahdollisesti toteutuvasta hankkeesta?
  - työntekijät, yrittäjät?
  - kunnan talous?
- Jos hanke toteutuu, ketkä ovat konkreettiset menettäjät?
  - lähialueen luontokohteet, kuten Hanhikiven alueella?
  - kalastus, muu paikallinen toiminta?
  - paikallinen metsästys?
- Muita teemoja:
  - venäläisen toimijan mukaantulon vaikutukset
  - muita myönteisiä tai kielteisiä asioita

### 7.10.2.3 Aluetalous ja työllisyys

Elinkeinoihin ja aluetalouteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnin lähtökohdiana on, että ydinvoimalaitos on suuri rakennushanke ja toteutuessaan merkittävä alueellinen työllistäjä. Ydinvoimalaitoksen rakentaminen, käyttö ja vuosittaiset huoltotoimenpiteet vaikuttavat monella tavalla Pyhäjoen ja ympäröivän Raahan talousalueen, kuten myös koko Suomen yritystoimintaan, palveluiden tarjontaan sekä työmarkkinoihin.

Hankkeen työllisyysvaikutusten tarkastelu perustuu vuonna 2008 laadittuun aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin taustaselvitykseen (*Pöyry Energy Oy 2008*), koska tarkasteltavan ydinvoimalaitoksen talouteen ja työllisyyteen kohdistuvien vaikutusten ei arvioida merkittävästi poikkeavan vuoden 2008 YVAssa esitetystä 1 800 megawatin laitoksen vaikutuksista. Aiemmassa selvityksessä käytetyt lukuarvot, kuten talousaluetta koskevat tiedot, työpanoskertoimet ja investoinnin suuruus, on päivitetty vastaamaan nykytilannetta. Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan noin 4 000–6 000 miljoonan euron investoinnin vaikutuksia.

Hankkeen vaikutuksia työllisyyteen on arvioitu erikseen rakennus- ja käyttövaiheelle. Molemmissa vaiheissa on tarkasteltu sekä välittömiä että välillisiä työllisyysvaikutuksia. Välittömillä työllisyysvaikutuksilla tarkoitetaan investoinnin edellyttämiä suunnittelu- ja rakentamistöitä suoraan rakentajan, urakoitsijoiden, aliurakoitsijoiden ja palveluntoimittajien toteuttamina. Välittömien vaikutusten lisäksi investointi synnyttää pitkän välituotepanosten toimitusketjun.

Varsinaisen laitosinvestoinnin lisäksi selostuksessa tarkastellaan myös liitännäishankkeiden (muun muassa

satama) työllisyysvaikutuksia. Hankkeen välittömien ja välillisten työllisyysvaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty Tilastokeskuksen työpanostaulukoita vuodelta 2010 (*Tilastokeskus 2013b*). Kiinteistö- ja kunnallisverojen määrää on arvioitu investointitietojen ja työllisyysvaikutusarvioiden avulla.

### 7.10.2.4 Arvioinnin epävarmuudet

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa kuvatut ihmisten kokemukset ja mielipiteet ydinvoimalaitoshankkeesta saattavat muuttua hankkeen edetessä. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty monipuolisesti ympäristövaikutusten arvioinnin muiden osioiden tuloksia, jolloin niihin liittyvät epävarmuudet heijastuvat myös osittain sosiaalisten vaikutusten arvioinnin tuloksiin. Hankkeen koettuja vaikutuksia on tarkasteltu esimerkiksi asukaskyselyn tulosten perusteella. Koska kyselyn vastausprosentti jäi noin 25 prosenttiin, kyselyn tulokset eivät täysin vastaa alueen kaikkien vakituisten asukkaiden ja loma-asukkaiden näkemyksiä ja arvioita.

Taloudellisten vaikutusten arvioinnin oletukset ja lähtötiedot perustuvat toteutuneisiin hankkeisiin ja muihin selvityksiin, joissa ne ovat osoittautuneet luotettaviksi. Hankkeen taloudellisten vaikutusten arvioinnissa on huomioitava epävarmuustekijöitä. Arviot hankkeen työllisyysvaikutuksista perustuvat kokonaisinvestoinnin suuruuteen, joka saattaa hankkeen edetessä muuttua.

Hankkeen lopulliset vaikutukset aluetalouteen ja elinkeinoihin riippuvat muun muassa talouden suhdanteesta ja paikallisen työvoiman saatavuudesta. Vaikutusalueen kunnat ja eri toimijat voivat omilla toimillaan vaikuttaa siihen, miten merkittäviä paikalliset hyödyt (esimerkiksi työllisyyden parantuminen) ovat ja miten ne jakaantuvat alueellisesti. Hankkeen työllisyysvaikutusten ja aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys ja alueellinen kohdistuminen riippuu jossain määrin myös Fennovoiman ja laitostoimittajan tekemistä valinnoista koskien esimerkiksi työvoiman rekrytointia ja urakoiden toimitusketjuja. Vaikutusten kohdentumiseen vaikuttaa esimerkiksi työvoiman kotimaisuusaste ja työvoiman asuinpaikkakunta.

## 7.10.3 Asukaskyselyn tulokset ja ryhmähaastattelujen yhteenveto

### 7.10.3.1 Asukaskyselyn tulokset

#### Vastaajien tiedot

Kyselylomakkeita lähetettiin yhteensä 693 kotitalouteen. Kyselylomakkeita palautui yhteensä 173 kappaletta eli vastausprosentiksi muodostui noin 25 prosenttia. Vastausaktiivisuutta voidaan pitää aiempiin vastaaviin kyselytutkimuksiin verrattuna kohtalaisena. Vastausaktiivisuus jäi kuitenkin alhaiseksi verrattuna vuonna 2008 toteutettuun asukaskyselyyn, jolloin vastausprosentti oli noin 53 prosenttia. Tulosten kuvauksissa on esitetty vertailun mahdollistamiseksi myös vuoden 2008 kyselytulokset niiltä osin, kuin kysymykset olivat samoja.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan asuntonsa tai loma-asuntonsa etäisyyttä voimalaitoksen sijaintialueesta. Arvioiden perusteella voidaan olettaa, että alle 5 kilometrin etäisyydellä asuvien osalta vastausprosentti oli yli 42 prosenttia ja etäisyy-

dellä 5–20 kilometriä yli 19 prosenttia. Kaikista vastaajista 36 prosenttia arvioi asuvansa alle viiden kilometrin etäisyydellä sijaintialueesta ja 64 prosenttia etäisyydellä 5–20 kilometriä.

Kyselyyn vastanneista 38 prosenttia (62 vastaajaa) oli naisia ja 62 prosenttia (103 vastaajaa) miehiä. Vastaajista kolme prosenttia oli iältään 18–25 vuotta, viisi prosenttia 26–35 vuotta, 13 prosenttia 36–45 vuotta, 47 prosenttia 46–64 vuotta ja 32 prosenttia yli 65 vuotta. Näin ollen vastaajista vajaa 80 prosenttia oli yli 45-vuotiaita.

Vastaajista 83 prosenttia (142 vastaajaa) ilmoitti olevansa alueella vakituinen asukas ja 17 prosenttia (30 vastaajaa) ilmoitti olevansa loma-asukas. Vuoden 2008 asukaskyselyssä vakituisten asukkaiden osuus oli hieman suurempi (89 prosenttia). Loma-asukkaiden suhteellinen osuus vastanneista oli suurempi (30 prosenttia) alle viiden kilometrin etäisyydellä kuin etäisyydellä 5–20 kilometriä (10 prosenttia). Vastanneista peräti 95 prosenttia oli asunut alueella yli viisi vuotta ja ainoastaan yksi vastaaja alle yhden vuoden, mikä vastaa vuoden 2008 tuloksia.

### Vastaajien arvioimat vaikutukset

Vastaajia pyydettiin arvioimaan hankkeen vaikutuksia omaan tai perheen tulonsaantimahdollisuuksiin, virkistys- ja harrastusmahdollisuuksiin tai muuhun vapaa-aikaan, sekä vastaajien käyttämiin liikenne- ja kulkuyhteyksiin (Kuva 7-41). Noin puolet vastaajista arvioi, ettei hankkeella ole edellä mainittuihin asioihin vaikutuksia. Noin kolmannes arvioi hankkeella olevan erittäin myönteisiä tai myönteisiä vaikutuksia oman tai perheensä toimeentuloon ja tulonsaantimahdollisuuksiin. Kolmetoista prosenttia arvioi sen sijaan vaikutusten olevan melko tai erittäin kielteisiä.

Kolmesta arviointikohteesta eniten kielteisiä vaikutuksia arvioitiin kohdistuvan virkistys- ja harrastusmahdollisuuksiin tai muuhun vapaa-aikaan. Alle viiden kilometrin etäisyydellä asuvat arvioivat vaikutukset kielteisemmäksi kuin 5–20 kilometrin etäisyydellä asuvat vastaajat.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan hankkeen vaikutuksia asuntonsa tai loma-asuntonsa arvoon. Vastaajien näkemykset kiinteistöjen arvojen muutoksesta jakautuivat voimakkaasti (Kuva 7-42). Vuoden 2008 asukaskyselyyn verrattuna niiden vastaajien, joiden arvion mukaan kiinteistön arvo tulee nousemaan, osuus on kasvanut 19 prosentista 35 prosenttiin.

Vastaajia pyydettiin arvioimaan myös hankkeen vaikutuksia elinympäristönsä eri osatekijöihin. Kysymyspatteristot oli jaettu vaikutuksittain neljään osioon. Vastaajien arviot hankkeen vaikutuksista asumisviihtyvyyteen ja elinoloihin sekä virkistyskäyttöön ja harrastusmahdollisuuksiin on esitetty kuvassa 7-43. Noin puolet vastaajista (kysymyksestä riippuen 42–64 prosenttia vastaajista) arvioi, ettei hanke aiheuta muutosta tai vaikutusta mihinkään arvioitavista tekijöistä. Kielteisiä vaikutuksia arvioitiin kohdistuvan etenkin kalastusmahdollisuuksiin, turvallisuuteen, luonnontuotteiden keräämiseen, sekä elinympäristön hiljaisuuteen ja rauhallisuuteen.

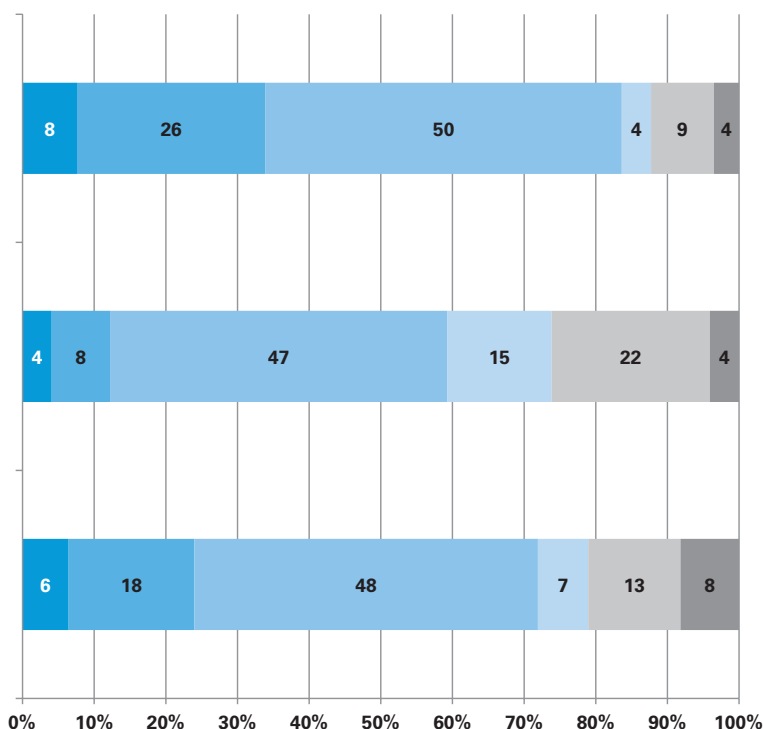
Näkemykset työllisyyteen ja elinkeinoihin sekä ympäristöön kohdistuvista vaikutuksista on esitetty kuvassa 7-44. Ympäristöön kohdistuvat vaikutukset arvioitiin pääasiallisesti joko kielteiseksi tai niin, ettei vaikutuksia oleteta syntyvän lainkaan. Kielteisimmät vaikutukset arvioitiin kohdistuvan merialueen tilaan. Työllisyyteen ja elinkeinoihin kohdistuvat vaikutukset puolestaan koettiin positiiviseksi, pois lukien kalatalouteen sekä maa- ja metsätalouteen kohdistuvat vaikutukset. Hankkeen arvioitiin vaikuttavan

Miten arvioitte ydinvoimalaitoksen vaikuttavan omaan tai perheenne toimeentuloon ja tulonsaantimahdollisuuksiin?

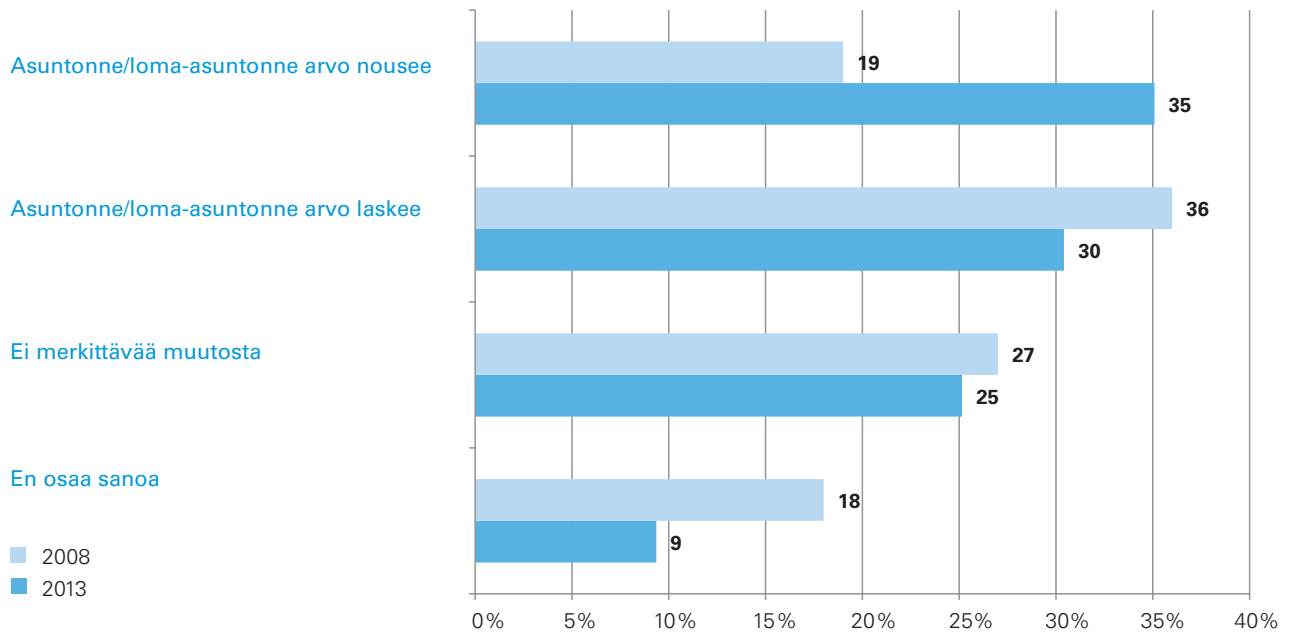
Miten arvioitte mahdollisen ydinvoimalaitoksen vaikuttavan virkistys- ja harrastusmahdollisuuksiinne tai muuhun vapaa-aikaanne?

Miten arvioitte mahdollisen ydinvoimalaitoksen vaikuttavan käyttämiinne liikenne- ja kulkuyhteyksiin?

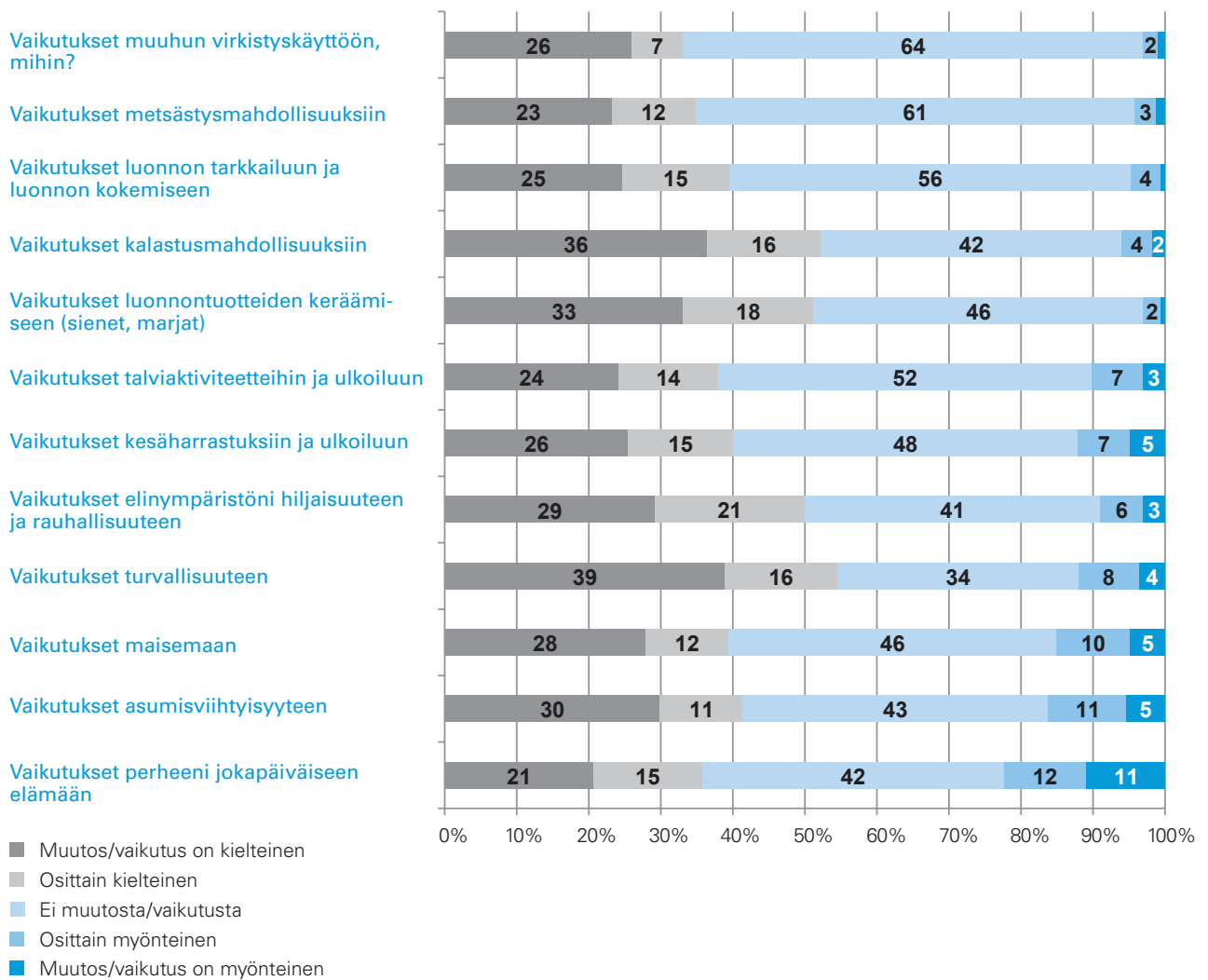
- Erittäin myönteisesti
- Myönteisesti
- Ei vaikutusta
- Melko kielteisesti
- Erittäin kielteisesti
- En osaa sanoa



Kuva 7-41. Vastaajien arviot hankkeen vaikutuksista toimeentuloon, virkistyskäyttöön ja liikenneyhteyksiin (n= 171–172).



**Kuva 7-42.** Vastaajien arvio hankkeen vaikutuksista kiinteistöjen arvoon (n= 171).



**Kuva 7-43.** Vastaajien arviot hankkeen vaikutuksista asumisviihtyvyyteen, elinoloihin, virkistyskäyttöön ja harrastusmahdollisuuksiin (n= 100–168).

myönteisesti työllisyyteen, kunnallisiin palveluihin, kuntien talouteen sekä yleisesti alueen elinkeinoelämään.

Useissa vastauksissa hankkeeseen liitettävät uhkakuvat koskivat turvallisuutta, terveyttä tai ulkopuolelta tuleviin työnte-  
kijöiden myötä tapahtuvaa muutosta. Myös alueen luonto- ja virkistysarvojen menettäminen koettiin merkittäväksi haitaksi.

*”Ulkomaalaiset tuovat rauhattomuutta kylälle. Tulevai-  
suutta ei voi ennustaa, koskaan ei tiedä mitä luonnonmullis-  
tuksia tapahtuu.”*

*”Pelkään säteilyn/saasteiden vaikutusta ihmisen terveyteen.”*

*”Rauhallinen elinympäristö häiriintyy, luonto saastuu, joka-  
miehen oikeudet alueella menetetään. Harvinaisten kasvien  
ja eläinten alueet tubotaan.”*

*”Minulta menee metsästys- ja kalastusharrastus sekä  
mökkeily.”*

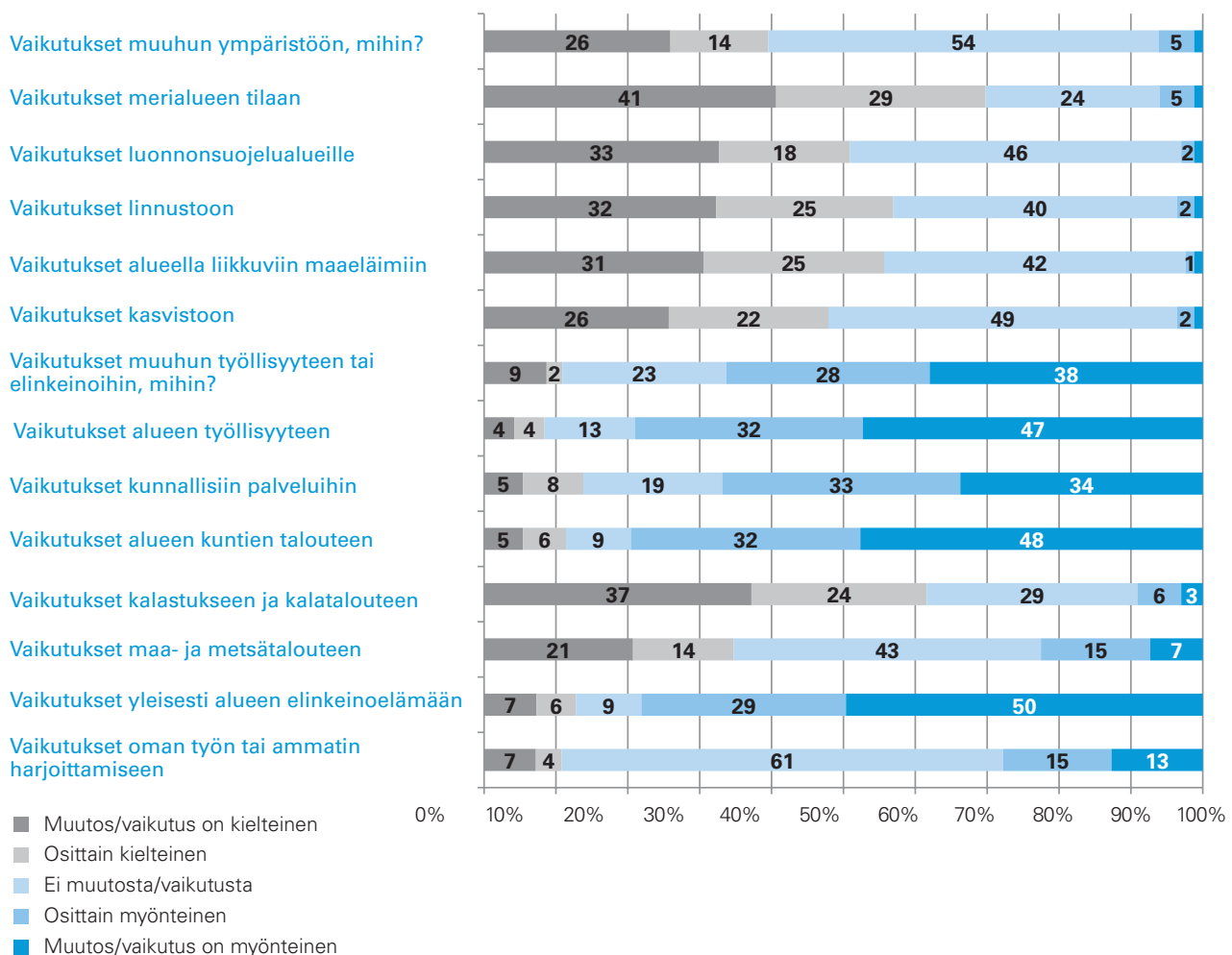
Osa vastaajista puolestaan korosti luottamustaan Fenno-  
voimaa kohtaan ja arvioi hankkeen positiivisilla talous-  
vaikutuksilla olevan merkitystä alueen elinvoimaisuuden  
turvaamisessa.

*”Positiiviset vaikutukset negatiivisia suurempia, alueen  
väestö lisääntyy elinvoima lisääntyy, kuntien talous vahvis-  
tuu merkittävästi...”*

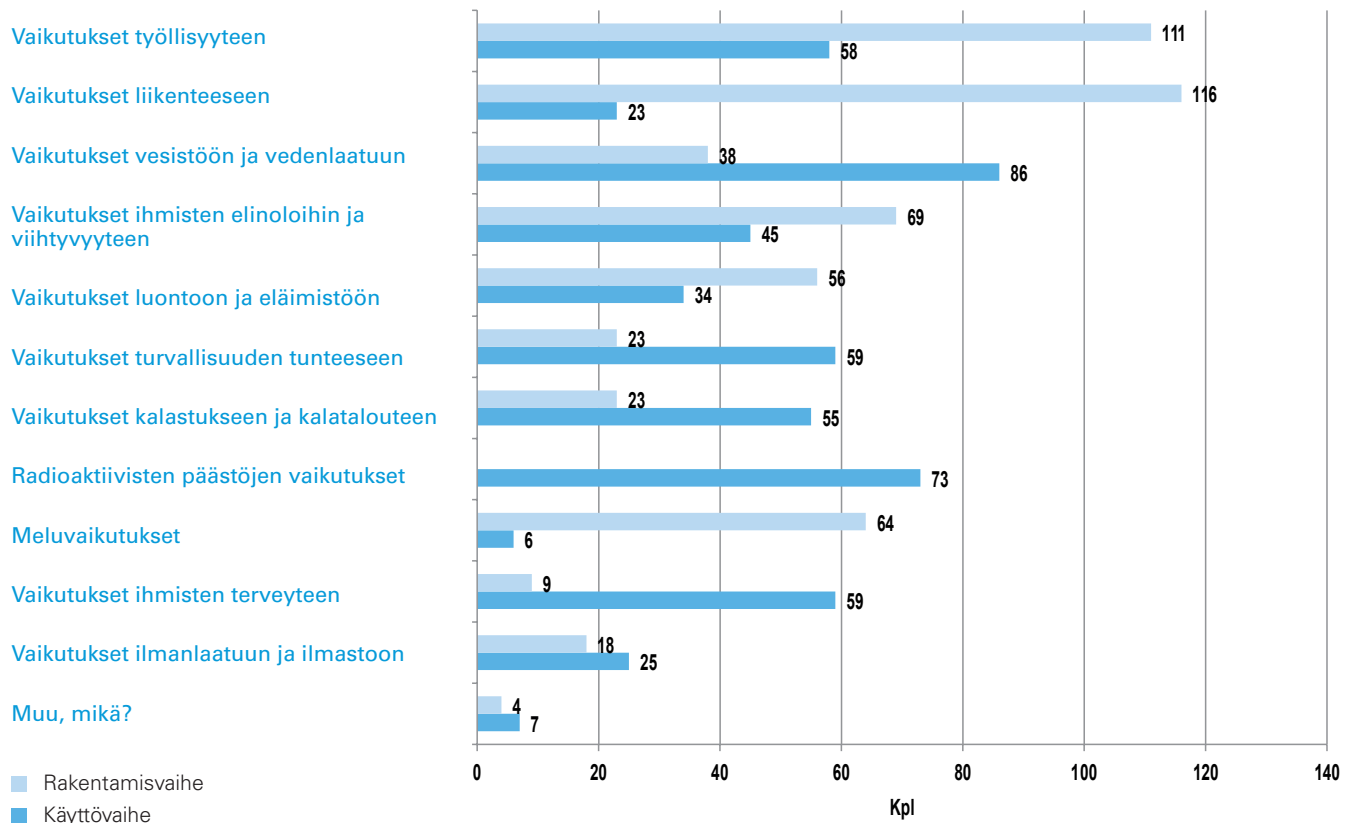
*”Luotan suomalaisen valvontaan laitosta rakennettaessa ja  
käyttöön.”*

*”Alueen elinkeinorakenne monipuolistuu. Verotulot kunnalle  
lisääntyy. Veroprosentti voi jopa laskea.”*

Vastaajien arvioita ydinvoimalaitoksen rakentamis- ja käyt-  
övaiheen vaikutusten merkittävydestä kartoitettiin kysy-  
myksellä, jossa vastaajia pyydettiin valitsemaan kolme mer-  
kittävintä vaikutusta sekä rakentamisen että käytön ajalta  
(Kuva 7-45). Rakentamisvaiheen merkittävimiksi vaiku-  
tuksiksi arvioitiin vaikutukset työllisyyteen (111 vastausta),  
vaikutukset liikenteeseen (116 vastausta), vaikutukset ihmis-  
ten elinoloihin ja viihtyvyyteen (69 vastausta), sekä meluvai-  
kutukset (64 vastausta). Samat vaikutukset korostuivat myös  
vuoden 2008 asukaskyselyn tuloksissa. Muina vaikutuksina  
mainittiin muun muassa vaikutukset luonnonsuojelualuei-  
siin, vaikutukset kalavesiin, monikansallisuus ja siirtotyövoi-  
man käyttö. Loma-asukkaat kokivat luontoon kohdistuvat  
vaikutukset vakituksia asukkaita merkittävämmäksi.



**Kuva 7-44.** Vastaajien arviot hankkeen vaikutuksista työllisyyteen, elinkeinoihin ja ympäristöön (n= 81–167).



**Kuva 7-45.** Vastaajien arvio hankkeen merkittävimmistä vaikutuksista rakentamis- ja käyttövaiheessa.

Käyttövaiheen merkittävimmiksi vaikutuksiksi arvioitiin vaikutukset vesistöön ja vedenlaatuun (86 vastausta), radioaktiivisten päästöjen vaikutukset (73 vastausta), vaikutukset turvallisuuden tunteeseen (59 vastausta) sekä vaikutukset ihmisten terveyteen (59 vastausta). Myös käyttövaiheen vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tulokset noudattavat pääosin vuoden 2008 asukaskyselyn tuloksia. Muina mahdollisina vaikutuksina mainittiin muun muassa käytetyn polttoaineen vaikutukset sekä vaikutukset verotuloihin.

Kyselylomakkeessa vastaajille esitettiin joukko hanketta ja ympäristövaikutusta koskevia väitteitä (Kuva 7-46). Vastaajilla oli mahdollisuus vastata joko ”Samaa mieltä”, ”Eri mieltä” tai ”En osaa sanoa”.

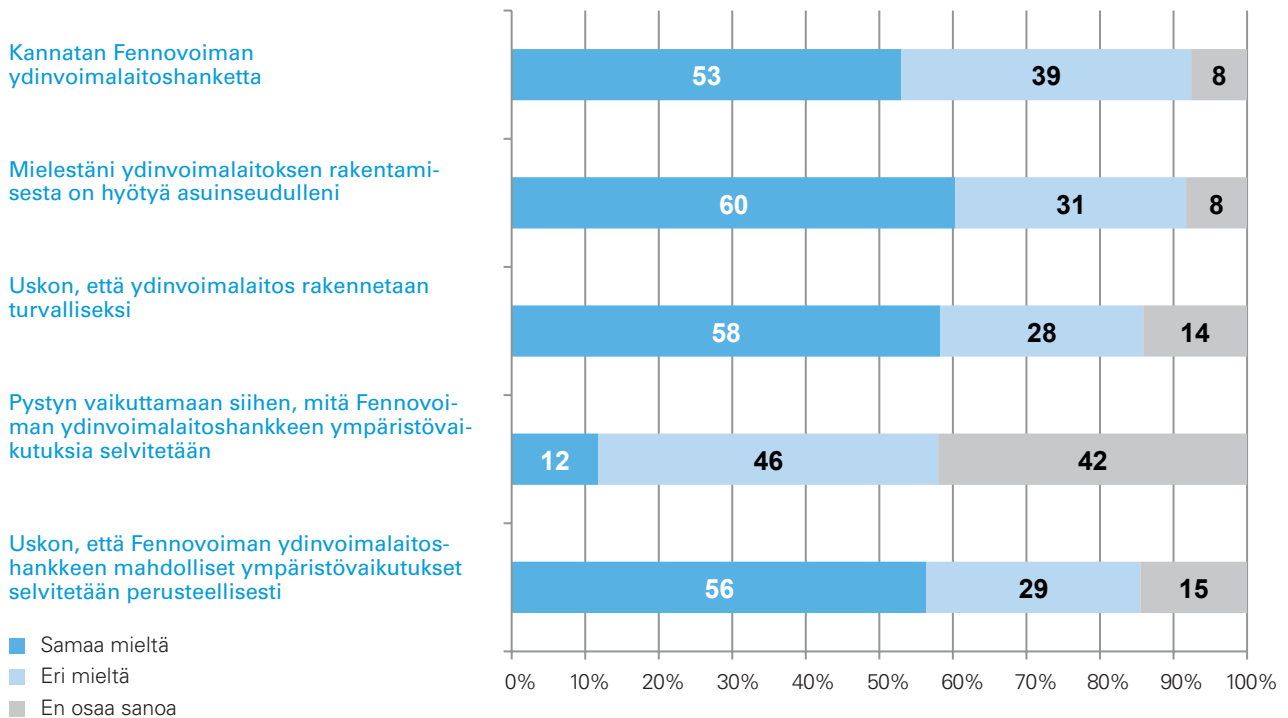
Vastaajista noin 53 prosenttia ilmoitti kannattavansa Fennovoiman ydinvoimalaitosta ja kielteisesti hankkeeseen suhtautui 39 prosenttia. Vastaavaa kysymystä ei esitetty vuoden 2008 kyselyssä. Alueen loma-asukkaat suhtautuivat hankkeeseen hieman vakituisia asukkaita kielteisemmin. Suhtautuminen hankkeeseen vaihteli voimakkaasti miesten ja naisten välillä. Hanketta kannatti miehistä noin 64 prosenttia ja vastusti 28 prosenttia. Naisista hanketta kannatti 38 prosenttia ja vastusti 56 prosenttia. Suhtautuminen hankkeeseen vaihteli myös vastaajien asuinpaikan sijainnin perusteella. Alle viiden kilometrin etäisyydellä asuvista hanketta kannatti noin 38 prosenttia ja vastusti 55 prosenttia. 5–20 kilometrin etäisyydellä asuvat vastaajat suhtautuivat

hankkeeseen selkeästi positiivisemmin. Hanketta kannatti 61 prosenttia ja vastusti 32 prosenttia.

Vastaajista lähes kaksi kolmannelle (60 prosenttia) arvioi ydinvoimalaitoksesta olevan hyötyä asuinseudulleen. Vuonna 2008 vastaava osuus oli 47 prosenttia. Yli puolet vastaajista (58 prosenttia) uskoi, että ydinvoimalaitos rakennetaan turvalliseksi, kun taas reilu neljännes (28 prosenttia) epäili hankkeen turvallisuutta. Merkittävä osa vastaajista (46 prosenttia) koki, etteivät he pysty vaikuttamaan siihen, mitä hankkeen ympäristövaikutuksia selvitetään. Vastausjakauma vastaa melko tarkasti vuonna 2008 laaditun asukaskyselyn vastausjakaumaa kyseisen väitteen osalta. Kuitenkin yli puolet vastaajista uskoi, että mahdolliset ympäristövaikutukset tulevat perusteellisesti selvitettyä.

Kyselyssä tiedusteltiin, onko hankkeen lähialueella erityisen herkkiä alueita, kohteita tai toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja toiminnan uskotaan vaikuttavan. Vastaukset liittyivät pääosin alueen luonto- ja virkistysarvoihin. Vastaajat olivat huolissaan virkistysarvojen, kuten kalastuksen ja metsästyksen, säilymisen osalta. Hanhikiven maa- ja vesialuetta pidettiin erityisen herkkänä ja luonnontilaisena virkistysalueena, jolla on arvoa sekä ihmisille että eläimille. Herkkinä kohteina mainittiin myös merikotka, muinaismuistokohteet, kalavedet, luontodirektiivin suojelemat lajit, merivesi, linnusto, alueen maatalous, ihmisten lomamökkit ja viitasammakot.

Vastaajia pyydettiin mainitsemaan keinoja ehkäistä ja



**Kuva 7-46.** Vastaajien hanketta koskeviin väittämiin (n= 169–172).

lieventää mahdollisia haitallisia vaikutuksia tai riskejä. Merkittävänä lieventämiskeinona pidettiin eri osallistujaryhmien aktiivista tiedottamista hankkeen eri vaiheissa. Myös mahdollisista ongelmista toivottiin avointa tiedottamista. Alueelle toivottiin toimivia liikenneyhteyksiä ja hyviä turvallisuusjärjestelyjä. Hankkeelle toivottiin parasta mahdollista suunnittelua ja valvontaa. Alueelle toivottiin osaavia rakentajia ja siirtotyövoiman olosuhteista toivottiin huolehdittavan. Osassa vastauksissa esitettiin, että alueella tulisi käyttää kotimaisia työntekijöitä ja yrityksiä mahdollisimman paljon. Ruoppauksia esitettiin tehtävän talviaikaan ja valtatielle 8 esitettiin kulkuyhteyksiä parantavia liikennejärjestelyjä. Vesistövaikutusten minimoimiseksi esitettiin muun muassa käyttövesien huolellista puhdistamista ja suojavallin rakentamista jäähdytysveden ottopuolelle. Suuri osa vastaajista, jotka eivät kannattaneet hanketta, esitti lieventämiskeinona hankkeen rakentamista jättämistä tai hankkeen siirtämistä eri paikkakunnalle.

#### Tiedonsaanti ja muut asiat

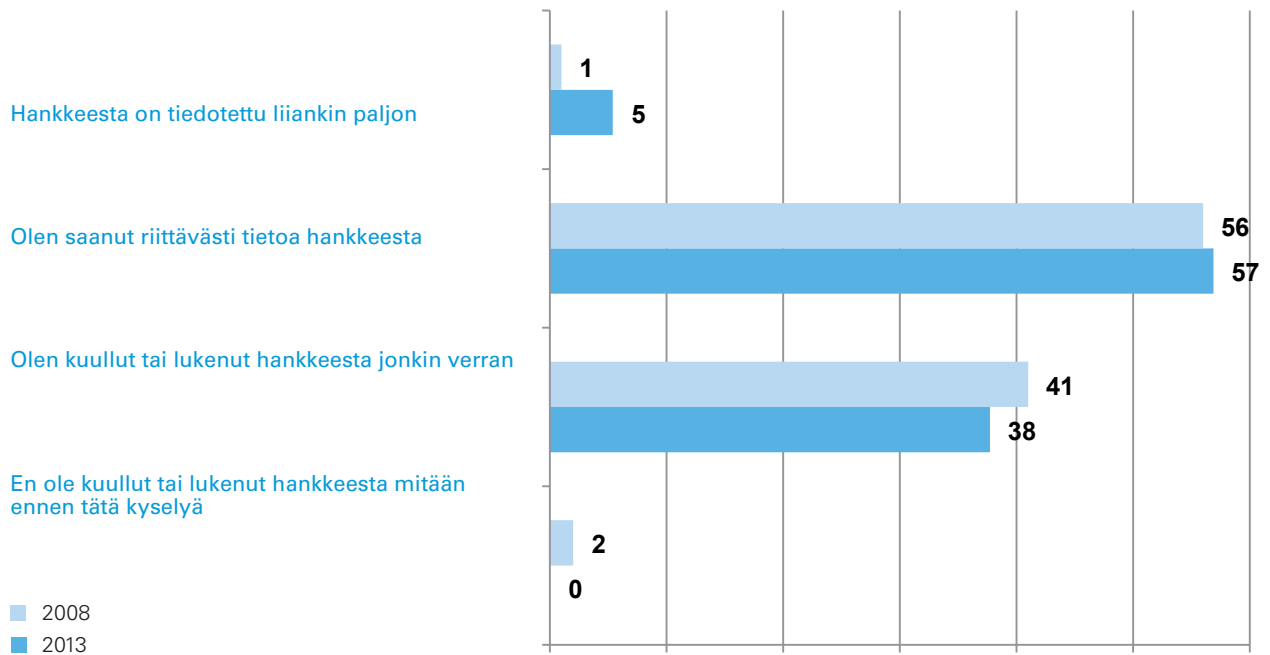
Vastaajat kokivat saaneensa hankkeesta riittävästi tietoa (Kuva 7-47). Pieni osa vastaajista koki, että hankkeesta on tiedotettu jopa liiankin paljon. Vastausten jakauma on hyvin samankaltainen kuin vuonna 2008 toteutetussa kyselyssä. Vastaajia kiinnosti erityisesti hankkeen turvallisuus, ydinjätteen sijoitukseen liittyvät asiat, hankkeen ympäristövaikutukset, työllisyysmahdollisuudet sekä hankkeen vaikutukset ihmisiin. Muina asioina mainittiin hankkeen vaikutukset maatalouteen ja kiinteistöjen arvoon, sekä rakentamisen aikaiset muutokset ihmisten elinympäristössä. Lisää tietoa kaivattiin myös rakentamiseen osallistuvien työntekijöiden kansallisuudesta ja ison rakennushankkeen mahdollisesti aiheuttamista

haitoista, kuten haitallisista vaikutuksista yhteisöllisyyteen ja erilaisista lieveilmiöistä. Hankkeesta tiedottamista toivottiin toteutettavan monipuolisia viestintäkanavia hyödyntäen. Tietoa toivottiin jaettavan niin internetissä, sanomalehdissä kuin vuorovaikutteisten tilaisuuksien avulla. Hankealueelle toivottiin järjestettävän tutustumiskäyntejä.

Merkittävimmät asiat, jotka toivottiin huomioitavan hankkeen suunnittelussa, liittyivät turvallistekijöihin. Turvallisuusasiat nousivat esiin suurena osana avoimia vastauksia ja vastaajat esittivät useita keinoja, joilla hankkeen turvallisuutta voitaisiin edistää. Lisäksi toivottiin kiinnitettävän huomiota hankkeen mahdollisiin vaikutuksiin. Hankkeen rakentamis- ja käyttövaiheessa toivottiin hyödynnettävän mahdollisimman paljon kotimaista työvoimaa Suomeen ja alueelle kohdistuvien positiivisten talousvaikutusten maksimoimiseksi. Ympäristövaikutusten arvioinnissa toivottiin huomioitavan vaikutukset luonnonympäristöön ja turvallisuuteen sekä ihmisiin kohdistuvat vaikutukset. Vastauksissa korostettiin turvallisen elinympäristön ja arvokkaan luonnonympäristön merkitystä alueen asukkaille.

Naiset, loma-asukkaat ja hankkeen sijaintialueen lähellä asuvat vastaajat suhtautuivat hankkeeseen hieman muita vastaajia keskimääräistä kriittisemmin. Pyhäjoelle on syntynyt hanketta vastustavia yhteisöjä ja lisäksi hanketta kannattavien ja vastustavien tahojen välille on muodostunut ristiriitoja. Hankkeen vastustajat kokevat hankkeen sopimattomaksi muun muassa ympäristöarvoihin ja ydinvoimalaitostoimintaan liittyviin turvallisuuskysymyksiin vedoten. Vastaajien arviot hankkeen vaikutuksista kiinteistöjen arvoihin oli muuttunut positiivisemmaksi.

Kyselyn tulokset vastasivat suurelta osin vuonna 2008 toteutetun asukaskyselyn tuloksia. Vastausaktiivisuus jäi kui-



**Kuva 7-47.** Vastaajien arvio tiedottamisen riittävydestä (n= 167). Vertailuna vuoden 2008 tulos.

tenkin todella alhaiseksi, mikäli sitä verrataan vuonna 2008 toteutettuun asukaskyselyyn.

### 7.10.3.2 Ryhmähaastattelujen yhteenveto

#### Parhalahden kyläyhdistyksen ryhmähaastattelu

Parhalahden kyläyhdistys kokoontui ryhmähaastatteluun 21.11.2013 Pyhäjoen kunnantalolla. Ryhmässä käytyjen keskustelujen perusteella yleinen mielikuva Fennovoimasta yhtiönä ja sen tähänastisesta toiminnasta on varsin myönteinen. Varhaisessa vaiheessa avattu paikallistoiminta on toiminut hyvänä tiedonjakopaikkana. Ilmapiiiri Fennovoiman toimistolla on ollut hankkeen kannalta maltillinen ja tasapuolinen, ja ihmiset ovat käyneet siellä paljon.

Ryhmän mukaan asenteet Parhalahden kyläläisten välillä ovat hankkeen vuoksi osin kärjistyneet. Lähialueen asukkaiden välisiä vanhoja erimielisyyksiä oli kuitenkin jo valmiina ennen ydinvoimahanketta liittyen muun muassa uusjakoon. Siten pidettiin melko todennäköisenä, ettei Fennovoima yhtiönä olisi todennäköisesti voinut toimia niin, että paikalliset kiistat hankkeen sijoittamisesta olisi voitu välttää. Yhtiö on osallistunut paikalliseen vapaa-ajan toimintaan kuten Parhalahden-päiviin myös rahallisesti, ja se on lisännyt myönteistä kuvaa. Tapahtuma on järjestetty jo kaksi kertaa. Myös hankkeen vastustajat ovat olleet mukana.

Ryhmän jäsenet suhtautuivat venäläisen toimijan mukaantuloon vielä odottavasti ja hankkeen todettiin olevan Rosatomille ”näytön paikka”. Vakavaraisen osakkaan mukaantuloon suhtaudutaan myös toiveikkaasti. Rosatomin tulo on yllättänyt paikalliset asukkaat, mutta se on herättänyt kuitenkin enemmän luottamusta, kuin aikaisemman vaiheen laitostoimittajaehdokkaat. Yhteistyötä venäläisten kanssa on tehty

30 vuotta, kun Rautaruukki rakennettiin.

Parhalahden kyläyhdistyksen mukaan on selvää, että nykyinen vastakkainasettelu lähti liikkeelle paikallisesta maanomistuksesta ja maa-alueiden menettämisen kysymyksistä. Erityisesti maa-alueiden menettämiseen liittyvät tunnearvot nousivat ryhmähaastattelussa käydyissä keskusteluissa esiin.

*”Vaikeus luopua on kaiken takana. Ennen hanketta korkeintaan 5 % pyhäjokisista oli edes käynyt Hanhikivellä.”*

*”Nyt väitetään, että luontoarvot ovat suuremmat kuin kaikki hankkeen tuomat hyödyt. Tunnearvot ovat selvästi todellisempia, mutta ne ovat jääneet taka-alalle ja puhutaan vaan luontoarvoista.”*

Ryhmän mukaan räikein vastakkainasettelu on pysähtynyt ja alueen henki on parantunut. Kaikki ovat kuitenkin pitäneet sen kantansa, jonka he ottivat heti hankkeen alussa. Myös lukkiutunut asetelma, kunta vastaan hankkeen vastustajat, tuntuu edelleen jatkuvan.

*”Tieto ja muut vasta-argumentit eivät kuitenkaan vaikuta mitään, kenenkään mielipide ei muutu.”*

Paikalliset kokivat erittäin tärkeäksi, että päätös hankkeesta tehdään mahdollisimman pian. Odotusaika on näivettänyt palveluita ja vienyt mahdollisuuksia saada hyötyjä tulevaisuudessa. Hankkeen myötä syntyisi kuitenkin mahdollisuus palauttaa Pyhäjoen palvelutasoa hyvään suuntaan hallitusti.

*”Raabe hyötyy kovasti ja syntyy Rauma-ilmiö, alueelle tulee uusia ihmisiä ja elämää. Suurempi kaupunki, jossa hyvät palvelut, saa suurimman hyödyn. Hyöty jakautuu laajemmalle kuin vain Pyhäjoelle.”*

Parhalahteen on suunnitteilla tuulipuisto, joka estäisi metsästyksen alueella. Tämän perusteella esimerkiksi tuulivoimaa ei nähty ydinvoimaa parempana energiantuotantomuotona. Myös Hanhikiven niemen alueella harrastetaan metsästystä ja sen vuoksi kunnan toivottiin antavan metsästäjille korvaavia alueita. Se olisi kunnalta hyvän tahdon ele.

Hankkeen toteutuessa suurimpia menettäjiä ovat ne mökkiläiset, jotka eivät voi enää käyttää aluetta. Myös metsästysmahdollisuus Hanhikiven niemen alueella loppuu. Kalastukselle vaikutukset eivät keskusteluun osallistuneiden mukaan ole suuria, sillä vaikutusalueella on vain vähän verkkokalastusta eikä esimerkiksi ammattikalastusta, ja uusia alueita on saatavilla hankealueesta etelään päin. Sorsastusta harrastetaan hieman kauempana Liminkaon suulla.

Tulevan vuoropuhelun toteuttamisessa Fennovoimalta odotetaan tiivistä yhteistyötä asukkaiden kanssa. Etenkin kun suuri rakentamishanke alkaa, on säännöllinen tiedottaminen välttämätöntä. Tärkeitä ovat myös säännölliset yleisötilaisuudet ja kyläillat, joissa kerrotaan, mitä on tapahtunut ja mitä tulee tapahtumaan. Mikäli hanke ei toteudu, odotetaan Fennovoimalta apua jo tehtyjen investointien hyödyntämisessä uudessa tilanteessa.

#### **Pyhäjoen kunnan edustajien ryhmähaastattelu**

Pyhäjoen kunnan sosiaali- ja terveyspalvelujen, sivistyspalvelujen ja seurakunnan edustajat kokoontuivat ryhmähaastatteluun 22.11.2013 Pyhäjoen kunnantalolla. Ryhmäläisten näkemyksen mukaan yleinen mielikuva yhtiöstä on kunnassa varsin hyvä. Kaikki se tieto, mitä on tarvittu, on myös saatu. Haastattelussa tuli esiin varsin maltillinen kuva mahdollisista ristiriidoista tai vastakkainasettelusta kunnan asukkaiden kesken. Ryhmäläisten työssään kokeman mukaan suhtautuminen hankkeeseen on melko neutraalia ja ristiriitoja on ilmennyt melko pienen asukasjoukon keskuudessa.

Yksittäisissä tapauksissa on tullut esiin ydinvoimalaitoshankkeesta johtuvia pelkoja ja ahdistusta. Hanhikiven alue on joillekin asukkaille lapsuuden maisema ja tärkeä henkireikä vapaa-ajalle. Tämän menetyks tuo ahdistusta. Suuri osa kuntalaisista ei kuitenkaan ole Hanhikiven alueella koskaan käynyt, ja nyt alue on saanut mainetta enemmän kuin koskaan.

*”Parhalahdella ei juurikaan ole käyty muuta kuin uimassa joskus. Se ei ole niinkään kyläläisiltä pois. Hanhikivi oli paikkana unohtunut. Maanomistajien kiistat eivät ole tunnettuja kaikille Parhalahden kylällä.”*

*”Kylältä ei olla tultu hakemaan apua ulkopuolelta. Myöskään koululaisten kohdalla tämä hanke tai siihen liittyvät ristiriidat eivät ole nousseet esiin. Ei puhuta ulkopuolisista pabaa. Yksittäisten ihmisten riitoja.”*

Vuoropuhelulta edellytetään tulevaisuudessa avointa ja rehellistä tiedottamista sekä lisäksi tiedotuskanavaa, nettisivuja ja lehdistötietoa. Jatkossakin kunnan vastuu tiedottamisesta on suuri.

*”Fennovoiman tulisi jalkautua Helsingistä Pyhäjoelle ja osoittaa, sitoutumista alueelle, ei vain siitä hyötymistä. Pelkkä toimisto ei riitä. Yhteiskuntavastuuta.”*

Hanke nähtiin vastustajille suurempana asiana. Jos hanke toteutuu, menettäjinä pidettiin yksittäisiä asukkaita Hanhikiven alueella.

*”Jos hanke ei toteudu, on myös se tilanne paba asia vastustajille, he saavat syyt niskoilleen.”*

Ryhmän jäsenten mukaan tulisi pian kertoa, missä on jätteen loppusijoituspaikka, sillä se selventäisi tilannetta kaikkien mielissä.

#### **Pro Hanhikivi ry:n ryhmähaastattelu**

Pro Hanhikivi ry:n jäseniä kokoontui ryhmähaastatteluun 22.11.2013 Parhalahden Iikkalan päiväkodissa. Ryhmähaastattelussa ilmeni, että Fennovoiman tiedotus on koettu pääosin mainoskampanjaksi, jossa mahdollisista epäkohdista on puhuttu liian vähän. Ryhmän mukaan Fennovoima ei ole kuitenkaan estänyt ihmisten tiedonsaantia tai sitä, että asioista puhutaan. Yhdistys on järjestänyt aiheesta seminaareja ja muita tilaisuuksia omalla kustannuksellaan. Yhdistys on toiminut arvopohjalla, ei tunteella. Vuoteen 2010 saakka yhdistyksen jäsenillä oli toive yhteisymmärryksestä kunnan kanssa, mutta sitä ei koskaan syntynyt ja nyt kaikki yhdistyksen toiminta on etääntynyt kunnan toiminnasta.

*”Kaikki ovat väsyneitä koko hankkeeseen. Ihmiset eivät esimerkiksi vastaa asukaskyselyyn. Tunnetaan, ettei voida vaikuttaa asiaan.”*

Ryhmän näkemyksen mukaan kunnalla on selvä vauhtisokeus. Hanketta on edistetty keinolla millä hyvänsä ja siten, että kaikki esteet, kuten vastustajien toiminta, poistetaan.

*”Kunnalta on tullut asiatonta käytöstä, pelottelua ja kiristystä. Hyvä että elinkeinoja kehitetään, mutta ei niin että asukkaat unohdetaan.”*

Yhdistyksen jäsenet kokevat tulevaisuuden Pyhäjoella vaikeana.

*”Jos hanke tulee, lähdetään pois, koska alue menetetään, voimalla on lähellä omaa asuntoa ja asuinalueesta tulee rauhaton. Voimalan toiminnan aikana ei ole takeita että luovutuisa päästörajoissa pysytään. Kuntaan ei voi luottaa. Alue muuttuu teolliseksi, eikä ole enää maaseutupaikka vaan parakkikylä. Kaikki osat elämästä ovat rikki ja nurin. Pelurit voittavat, ne jotka osaavat ottaa hyödyn.”*

*”Jos ydinvoimalaa ei tule, pyritään jatkamaan elämään siitä mihin se 2007 pysähtyi. Leimaantumisen vuoksi elämä voi olla kunnassa hankalaa ilman ydinvoimalaitostakin.”*

### **7.10.4 Rakentamisen aikaiset vaikutukset**

#### **7.10.4.1 Vaikutukset elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön**

Ydinvoimalaitoksen rakentaminen on ihmisten viihtyvyyden ja elinolojen näkökulmasta suuri projekti varsin laajalla alueella. Noin kymmenen vuotta kestävä rakennustyön sosiaaliset vaikutukset sijaintipaikkakunnalla ja lähiseudulla ovat merkittäviä. Hanke vaatii suuren määrän työvoimaa



ja etenkin rakennustöiden ajaksi alueelle muuttaa paljon uutta väestöä. Osa työntekijöistä saapuu ulkomailta.

Ydinvoimalaitosta suunnitellaan rakennettavaksi Hanhikiven niemen keski- ja pohjoisosaan. Alueesta suurin osa on Fennovoiman hallinnassa. Maa- ja vesialueita on hallinnassa tällä hetkellä yhteensä noin 366 hehtaaria. Yhtiö hallitsee alueita joko suoraan omistajana, kiinteistökaupan esisopimuksilla tai vuokrasopimuksilla. Alueiden vuokraukset on tehty sopimuksella, joka sisältää sitovan esisopimuksen alueen osto-oikeudesta. Fennovoima jatkaa alueiden hankintaa Hanhikiven alueella tavoitteenaan saada omistukseensa kaikki ydinvoimalaitosta ja sen tukitoimintoja varten asemakaavoitetut alueet. Alueiden hankinta jatkuu ensisijaisesti vapaaehtoisin sopimuksin, mutta Fennovoima on myös hakenut valtioneuvostolta kiinteän omaisuuden ja erityisten oikeuksien lunastuksesta annettuun lakiin (603/1977) perustuvaa lunastuslupaa toukokuussa 2012.

Rakennusvaiheessa alueen palvelujen ja asuntojen kysyntä kasvaa nopeasti. Toisaalta palvelujen kysynnän kasvassa myös palvelujen tarjonta kasvaa niin kunnallisten kuin yksityisten palvelujen osalta. Palvelujen saatavuus saattaa tilapäisesti vaikeutua, mikäli palvelujen mitoittamiseen ja resursointiin ei riittävän ajoissa varauduta. Onkin erityisen tärkeää, että tarvittavien asunto-, terveys- ja koulutuspalveluiden saatavuudesta huolehditaan.

Rakentamisen aikana hankkeesta aiheutuu viihtyvyyteen ja terveyteen kohdistuvia vaikutuksia, kuten melua, pölyä ja liikennettä. Melumallinnuksen mukaan rakennustöiden ja liikenteen aiheuttama melu on vähäistä vakituisten asumisen ja loma-asumisen alueilla. Rakentamisen aikaisilla toiminnoilla ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia ilmapölyyn. Liikennemäärät lisääntyvät laitokselle johtavilla nykyisillä teillä huomattavasti. Asukaskyselyn tuloksissa merkittävänä haitallisten vaikutusten lieventämiskeinona mainittiin tie- ja kulkuyhteyksien toimivuudesta huolehtiminen. Hanhikiven niemelle rakennettavan tien suunnittelussa huomioidaan risteysalueen turvallisuus ja liikenteen sujuvuus liittymäkohdassa.

Vesirakennustyöt aiheuttavat tilapäistä veden samentumista, mikä voi haitata viihtyvyyttä Hanhikiven niemellä sijaitsevalla uimarannalla ja vapaa-ajan asuntojen rannoilla. Rakennustyömaa tulee erottumaan selvästi paikallisessa maisemassa uusine liikenneyhteyksineen.

Rakentamisvaiheen aikana muualta alueelle muuttavien ulkomaalaisten työntekijöiden mukana alueelle tuleva kulttuurien ja kielten kirjo tarjoaa kansainvälistymisen mahdollisuuksia seudun kunnille, yrittäjille ja asukkaille. Mahdollisia kulttuurisista eroista johtuvia ristiriitoja ja lieveilmiöitä voidaan ennakoita muun muassa opastamalla ulkomailta tullutta väestöä suomalaiseen kulttuuriin ja käytäntöihin sekä järjestämällä riittävästi erilaisia vapaa-ajanviettomahdollisuuksia.

Asukaskyselyn tulosten mukaan rakentamisvaiheen merkittävimmitä vaikutuksiksi arvioitiin hankkeen työllisyysvaikutukset, vaikutukset liikenteeseen, vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, sekä meluvaikutukset. Ryhmähaastattelussa käydyissä keskusteluissa esille nousivat rakentamisvaiheessa tarvittavat peruspalvelut, kuten majoitus ja terveydenhuolto ja rakennustyömaan haitat asukkaille.

#### 7.10.4.2 Vaikutukset terveyteen

Edellä kuvatun mukaisesti rakentamisen aikaiset terveyteen kohdistuvat vaikutukset, kuten melu, pöly, liikenne ja pako-kaasupäästöt, eivät aiheuta merkittäviä vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Rakentamisen aikana ei synny radioaktiivisia päästöjä, sillä radioaktiivista käytettyä ydinpolttoainetta ei ole laitoksen alueella ennen ydinreaktorin käynnistämistä. Tuore polttoaine ei ole merkittävästi radioaktiivista eikä sen varastointiin tai käsittelyyn tarvita säteilysuojausta ennen laitoksen käyttöön ottoa ja ydinreaktorin käynnistämistä.

#### 7.10.4.3 Aluetaloudelliset vaikutukset

Hankkeen suuruuden vuoksi sen vaikutukset ulottuvat talousalueen kuntien väestörakenteeseen, kuntatalouteen, muuttoliikkeeseen sekä esimerkiksi asuntomarkkinoihin. Ydinvoimalaitoksesta maksetaan kiinteistövero Pyhäjoen kunnalle rakentamisvaiheesta lähtien. Hankkeen myötä alueen työllisyys ja tulot kasvavat. Kasvava tulotaso lisää kulutusta. Vaikutukset ulottuvat myös ympäröiville talousalueille. (Pöyry Energy Oy 2008)

Ydinvoimalaitos on erittäin merkittävä rakennushanke, jonka kokonaisinvestointi on noin 4 000–6 000 miljoonaa euroa. Tähän summaan sisältyy laitoksen lisäksi satama-alueen, penkereiden ja meriväylän rakentaminen. Lisäksi tarvitaan liitännäisinvestointeja, kuten tien rakentaminen. Hanke työllistää rakentamisaikana merkittävän määrän työntekijöitä sekä suoraan että välillisesti. Hankkeen työllisyysvaikutukset ulottuvat Pyhäjoen ja talousalueen ohella koko maahan. Työllisyysvaikutusten lisäksi hankkeella on vaikutuksia muun muassa koko Suomen yritystoimintaan, vaikutusalueen kuntien väestörakenteeseen, palveluiden saatavuuteen, asuntomarkkinoihin ja muuttoliikkeeseen.

#### Rakentamisen aikaiset työllisyysvaikutukset Suomessa ja talousalueella

Ydinvoimalaitoksen rakennusajaksi on arvioitu kymmenen vuotta. Investoinnin jakautuminen osiin ja niiden kotimaisuusasteet riippuvat esimerkiksi toimitustavasta. Kokonaishankinnan arvosta noin puolet arvioidaan olevan potentiaalista suomalaisille toimittajille. Investoinnin aluetaloudellisia vaikutuksia on tarkasteltu oletettuna 45 prosentin kotimaisuusasteella (Pöyry Energy Oy 2008). Suomeen kohdistuvan investoinnin suuruus on kotimaisuusasteesta riippuen 1 800–2 700 miljoonaa euroa.

Suomeen kohdistuvat talousvaikutukset muodostuvat rakennusteknisistä töistä (42 prosenttia), koneista ja laitteista (31 prosenttia), sekä projekti- ja muista palveluista (27 prosenttia) (Taulukko 7-15).

FinNuclear ry:n arvion mukaan Fennovoiman ydinvoimalaitoshanke tarjoaa merkittävän liiketoimintapotentiaalil suomalaisille yrityksille. Rosatomin mukaan reaktorin ulkopuoliset hankinnat muodostavat noin 80 prosenttia koko hankinnan arvosta. Nämä ovat sen kaltaisia alempien turvaluokkien toimituksia, joihin suomalaisilla yrityksillä on edellytykset päästä laajasti mukaan, olettaen että ne valmistautuvat ja kelpoistuvat ajoissa ydinenergia-alan toimittajiksi sekä kyke-

nevät toimittamaan hankinnoissa joko yleisesti suosittavia isoja kokonaisuuksia tai erikoisosaamista. (FinNuclear ry 2013)

Hankkeen rakentamisen aikaisten työllisyysvaikutusten on arvioitu olevan Suomessa 45 prosentin kotimaisuusasteella noin 24 000–36 000 henkilötyövuotta investoinnin suuruudesta riippuen (Taulukko 7-16). Tasaisesti kymmenelle vuodelle jaettuna hanke työllistäisi 2 400–3 600 henkilötyövuotta. Hankkeen rakentamisvaiheen kokonaistyöntekijämäärä on työmaalla suurimmillaan 4-5 vuoden kuluttua rakentamisen aloittamisesta. Tällöin työmaalla työskentelisi noin 3 500 työntekijää.

Välillisiä työllisyysvaikutuksia syntyy välituotepanoksia ja palveluita toimittavien yritysten kautta. Välillisiä työllisyysvaikutuksia ovat esimerkiksi alihankintatyöt, rakennusaineet, -materiaalit ja -tarvikkeet sekä kuljetuspalvelut. (Pöyry Energy Oy 2008)

Laitoksen rakentamisen aikana Suomeen syntyy välillisiä työpaikkoja myös yksityisen ja julkisen kulutuskysynnän kasvaessa. Kulutuksen arvioidaan lisääntyvän sijoituspaikkakunnalla ja talousalueella. Vaikutukset ulottuvat myös laajemmalle, sillä hankkeeseen tarvittavia tuotteita valmistetaan pääosin talousalueen ulkopuolella. Näin ollen hankkeen työllisyysvaikutukset kohdistuvat myös tuotteiden valmistuspaikkakunnille.

Myös hankkeen ulkomaiset työntekijät kuluttavat ainakin osan palkoistaan Suomessa. Aikaisempien hankkeiden perusteella on oletettavaa, että osa ulkomaisista komennusmiehistä ottaa perheensä mukaan Suomeen. Julkisten palveluiden, kuten sosiaali- ja terveystalouksien, kysynnästä ja siitä seuraavasta työllisyysvaikutuksesta osa kohdistuu sijoituspaikkakunnan lisäksi koko talousalueelle. Palvelujen kysynnän lisääntyminen saattaa tilapäisesti heikentää julkisten palvelujen saatavuutta.

Talousalueelle kohdistuvia työllisyysvaikutuksia arvioitaessa on talousalueelle kohdistuvien työllisyysvaikutusten

osuuden oletettu olevan noin 20–25 prosenttia (Pöyry Energy Oy 2008). Arviossa työllisyysvaikutusten oletetaan kohdistuvan pelkästään rakentamiseen ja työmaaprojektien tarvitsemiin palveluihin. Näin ollen hankkeen talousalueelle kohdistuvat rakentamisen aikaiset kokonaistyöllisyysvaikutukset olisivat investoinnin suuruudesta riippuen kymmenen vuoden aikana yhteensä noin 4 800–9 000 henkilötyövuotta ja vuosittain keskimäärin 480–900 henkilötyövuotta.

Talousalueen työvoiman tarve painottuu hankkeen rakentamisen alkuvaiheen työtehtäviin, joita ovat esimerkiksi rakennus- ja palvelutehtävät. Rakentamisvaiheen lopussa merkittävä osa työvoiman tarpeesta koskee koneiden ja laitteiden asennustöitä. Näissä tehtävissä kotimaisen työvoiman osuus on alhaisempi.

Vaikutusten merkittävyys riippuu muun muassa siitä, miten paljon alueelta löytyy osaavaa työvoimaa ja yrityksiä osallistumaan urakointiin ja alihankintaan. Alueen toimijat voivat vaikuttaa positiivisten työllisyysvaikutusten alueelliseen kohdentumiseen kouluttamalla osaavaa työvoimaa rakentamisvaiheen tarpeisiin. Lisäksi alueella toimivat yritykset voivat yhteistyön avulla parantaa mahdollisuuksiaan päästä urakointitehtäviin. Hankkeella saattaa olla negatiivisia vaikutuksia osalle alueen yrityksistä työvoiman kysynnän lisääntyessä ja mikäli työvoimakustannukset kasvavat esimerkiksi rakentamistoimialalla.

## 7.10.5 Käytön aikaiset vaikutukset

### 7.10.5.1 Elinolot, viihtyvyys ja virkistyskäyttö

Ydinvoimalaitoshanke vaikuttaa muun muassa lähialueen elinoloihin, maankäyttöön, maisemaan ja jossain määrin alueen kalastukseen. Näitä vaikutuksia on käsitelty tarkemmin esimerkiksi luvuissa 7.2, 7.4 ja 7.5.

**Taulukko 7-15.** Suomeen kohdistuvan talousvaikutuksen jakautuminen 45 % kotimaisuusasteella.

	Osuus investoinnista, %	Kotimaisuus-aste, %	Kotimaan osuus investoinnista, %	Kotimaan osuus investoinnista, M€
Koneet ja laitteet	55	26	14	560–840
Rakennustekniset työt	30	64	19	760–1 140
Projekti- ja muut palvelut	15	77	12	480–720
<b>Yhteensä</b>	<b>100</b>		<b>45</b>	<b>1 800–2 700</b>

**Taulukko 7-16.**

Hankkeen rakentamisvaiheen työllisyysvaikutukset Suomessa 45 % kotimaisuusasteella.

	Välitön vaikutus, henkilötyövuotta	Välillinen vaikutus, henkilötyövuotta	Kokonaisvaikutus, henkilötyövuotta
Koneet ja laitteet	2 240–3 360	2 800–4 200	5 040–7 560
Rakennustekniset työt	5 320–7 980	4 560–6 840	9 880–14 820
Projekti- ja muut palvelut	6 240–9 360	2 880–4 320	9 120–13 680
<b>Yhteensä</b>	<b>13 800–20 700</b>	<b>10 240–15 360</b>	<b>24 040–36 060</b>

## Elinolot ja viihtyvyys

Ydinvoimalaitoksen laitosalue ulottuu noin kilometrin etäisyydelle laitoksesta (luku 3). Laitosalueen vuoksi loma-asutusta poistuu Hanhikiven niemen lounaisrannalta, eikä alueen rantaa voi enää käyttää virkistystarkoituksiin. Pohjoista ja koillista kohti suuntautuneilla rannoilla, jotka ovat sekä luonnonsuojelullisesti että virkistykseen kannalta merkittäviä, maankäyttö säilyy pääosin nykyisellään.

Ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke ulottuu noin viiden kilometrin etäisyydelle laitoksesta ja rajoittaa joiltain osin maankäyttöä tällä alueella. Suojavyöhykkeeseen kuuluvalla alueella ei saa suunnitella sijoitettavaksi uutta tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä tai sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Laitosalueella ydinvoimalaitostoitimijan on voitava määrätä kaikesta toiminnasta ja ulkopuolisten liikkuminen alueella on rajoitettua tai kiellettyä. Muuten ydinvoimalaitoksen normaalikäyttö ei rajoita liikkumista tai muuta virkistystoimintaa ympäristössä lukuun ottamatta sulan ja heikon jään aluetta.

Ydinvoimalaitoksen merkittävä ympäristövaikutus muodostuu jäähdytysvesien lämpökuormasta. Konkreettisimmin tämä näkyy talvikaudella, jolloin sulan ja heikon jään alue rajoittaa jäällä tapahtuvaa toimintaa, kuten erilaista virkistyskäyttöä. Pyhäjoella jäähdytysvesi pitää veden avoimena ja aiheuttaa jään ohenemista pääasiassa Hanhikiven niemen pohjois- ja itäpuolilla. Alueella ei ole jääteitä tai virallisia moottorikelkkareittejä, joiden käyttö estyisi. Sulan vesialueen ylle syntyy kylminä pakkaspäivinä sumua. Sumusta ei kuitenkaan ole haittaa alueen laiva- tai tieliikenteelle.

Aivan kuten asukaskyselyn vastaukset osoittivat, hankkeen kannattajat arvioivat hankkeen lisäävän alueen hyvinvointia merkittävien taloudellisten vaikutusten myötä, jotka heijastuvat aluetalouden lisäksi koko maahan. Hankkeen nähdään parantavan alueen työllisyyttä ja ydinvoimalaitoksen katsotaan tuovan sijoituspaikkakunnalle erittäin suuria vuosittaisia kiinteistöerotuloja ja seutukunnalle uusien työpaikkojen luomia tuloveroja. Hankkeeseen kielteisesti suhtautuvista osa vastustaa ydinvoimalla tuotettua sähköä, osa ei sinänsä vastusta ydinvoimaa, mutta ei kuitenkaan halua ydinvoimalaitosta omalle paikkakunnalleen.

Hanke muuttaa alueen asukkaiden, loma-asukkaiden ja virkistyskäyttäjien elinympäristöä maiseman muuttumisen myötä. Voimalaitoksen rakentamisalueella paikalliset vaikutukset maisemaan ovat merkittäviä, kun nykyinen metsäinen luonnonalue muuttuu suurimittakaavaiseksi rakennetuksi ympäristöksi. Myös muiden hankkeeseen liittyvien toimintojen maisemavaikutukset muuttavat alueen elinympäristöä. Loma-asukkaiden kannalta voimakkaimmat maisemalliset muutokset voidaan kokea meren suuntaan avautuvien näkymien suunnasta. Näkymiä avautuu esimerkiksi Maunuksen ja Syölätin alueilta.

Liikenne hankealueen läheisyydessä ja kuljetusreiteillä lisääntyy etenkin Hanhikiven niemen pohjoispuolella. Liikenteen lisääntymistä voidaan pitää merkittävänä ja se saattaa aiheuttaa ajoittaisia liikenteellisiä haittoja alueella liikkuville. Myös liikenneturvallisuus voi heikentyä. Käytön aikana liikenne lisääntyy tilapäisesti vuosihuoltojen aikana. Meluvaikutusten näkökulmasta ihmisiin kohdistuvat vaikutukset

ovat suurimmillaan hankkeen rakentamisvaiheessa. Käyttövaiheen meluvaikutuksia voidaan pitää vähäisinä.

## Virkistyskäyttö

Hankkeen merkittävimmät vaikutukset virkistyskäyttöön liittyvät kalastukseen ja metsästykseen. Hanhikiven niemen merialue on kalastollisesti ja kalataloudellisesti merkittävä. Kalastuksen ammattimaisuusaste on varsin alhainen. Tutkimusten mukaan ammattikalastajista kolme kuuluu ammattikalastajaluokkaan 1, kolme luokkaan 2 ja loput luokkaan 3. Kalastajista pääosa eli noin 80 prosenttia on 3-luokan kalastajia, joilla kalastustulojen osuus kokonaistuloista on alle 15 prosenttia. Ammattikalastajien elinkeinon hanke vaikuttaa toimeentulomahdollisuuksia heikentävästi.

Talvinen sula-alue vaikeuttaa alueella pilkkimistä, mutta mahdollistaa pidemmän avovesikalastuskauten. Virkistyskalastuksen näkökulmasta haittaa saattaa aiheutua siian pyynnin hankaloitumisena ja pyydysten limoittumisena.

Hankkeen myötä suurin osa Hanhikiven niemen alueesta poistuu metsästyskäytöstä. Parhalahden metsästysseuran edustajan mukaan seuralta käytännössä poistuu merkittävä metsästysalue. Vesilintujen metsästyksen soveltuvat alueet niemen pohjois- ja koillisrannoilla säilyvät. Myös Parhalahden alueelle suunniteltu tuulivoimapuisto toteutuessaan heikentää Parhalahden metsästäjien virkistyskäytönmahdollisuuksia tilapäisesti.

Halukkuus kalastukseen, marjastukseen, sienestykseen ja luonnossa liikkumiseen alueella saattaa vähentyä. Virkistyskäytön osalta alueen luontoympäristön luonne muuttuu rakennetuksi teollisuusalueeksi, jossa eri toiminnot ja esimerkiksi melu ja valaistus heikentävät alueen virkistysarvoja.

Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu jatkuva näytteiden otto maa- ja vesiympäristöstä (luku 10). Maaympäristön näytekohteisiin kuuluvat muun muassa luonnonkasvit, talousvesi, keräilytuotteet (marjat ja sienet), riista, sekä maatalous- ja puutarhatuotteet. Ydinvoimalaitokset raportoivat säteilyvalvonnan tulokset Säteilyturvakeskuselle neljännesvuosittain. Maaympäristöstä otetuissa näytteissä on havaittu melko harvoin radioaktiivisia aineita, jotka ovat lähtöisin kotimaisista voimalaitoksista. Jatkuvasti kerätyissä ilma- ja laskeumanäytteissä niitä esiintyy muutamia kertoja vuodessa. Pitoisuudet ovat olleet erittäin pieniä ja ne voidaan havaita vain hyvin tarkoilla menetelmillä. Maidossa, viljassa, lihassa, sienissä, marjoissa, omenoissa tai laidunruohossa ei ole ollut ydinvoimaloistamme peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Ydinvoimalaitoksen ympäristössä voi liikkua ja hyödyntää luonnontuotteita entiseen tapaan. Alueelta kerättyjä marjoja ja sienä, sekä pyydystettyjä kaloja voi syödä turvallisesti (Säteilyturvakeskus 2013).

Vakavassa onnettomuustilanteessa ydinvoimalaitoksen ympäristössä tehtäisiin väestönsuojelutoimenpiteitä ja ravintotuotteiden käyttöä rajoitettaisiin. Vakavan onnettomuuden todennäköisyys on kuitenkin erittäin pieni. Vakavan onnettomuuden vaikutuksia käsitellään tarkemmin luvussa 7.13. Ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikana voimalaitoksen ympäristöön määritetyillä suojavyöhykkeellä (noin 5 km) tai varautumisalueella (5–20 km) ei ole vaikutusta niillä asuvien normaaliin arkeen.

## 7.10.5.2 Terveysvaikutukset

### Säteilyvaikutukset

#### *Lähiympäristön asukkaiden säteilyannokset*

Voimalaitoksen käytön aikana radioaktiivisia aineita päästetään hallitusti puhdistusten ja viivästysten jälkeen vähäisiä määriä sekä ilmaan (luku 7.3) että mereen (luku 7.4). Ydinvoimalaitosten päästöt laimentuvat tehokkaasti voimalaitosten ympärillä olevaan ilmakehään ja mereen. Sen seurauksena voimalaitosten ympäristöön ei kerry radioaktiivisia aineita kuin aivan pieniä pitoisuuksia, joita voidaan havaita ainoastaan herkällä mittausmenetelmällä. Normaalikäytön päästömäärät ovat niin pienet, että niistä aiheutuvaa väestön säteilyannosta on mahdotonta mitata. Tästä syystä väestön säteilyannokset määritetään laskennallisesti.

Väestön säteilyaltistuksen laskennassa on määritelty väestön eniten altistuvaa ihmisryhmää edustava henkilö, jolle voidaan yksilön asuinpaikan ja elintapojen perusteella arvioida aiheutuvan suurin säteilyannos. Laskennassa on käytetty kuvitteellista henkilöä, joka asuu ydinvoimalaitoksen lähituntumassa. Hän syö pääasiassa voimalaitoksen ympäristöstä kerättyjä luonnontuotteita kuten marjoja, sienä ja kaloja sekä hän juo läheisen maatilan maitoa ja käyttää paikallisia vilja- ja lihatuotteita. Lisäksi henkilö oleskelee ajallisesti paljon ydinvoimalaitoksen läheisillä rannoilla ja ui meressä. Tulos on hyvin konservatiivinen – käytännössä suurin mahdollinen säteilyannos, jonka henkilö voisi saada asuessaan ydinvoimalaitoksen ympäristössä. Todellisuudessa ydinvoimalaitosten ympäristön asukkaat saavat paljon tätä pienempiä säteilyannoksia. (STUK 2013f)

Valtioneuvoston päätöksen (395/1991) mukaan ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä saa vuoden aikana aiheutua yksittäiselle ympäristön asukkaalle korkeintaan 0,1 mSv vuosiannos. Raja-arvo on ydinvoimalaitoksen sijaintipaikkakohtainen ja kattaa kaikki sijaintipaikan laitoksiköt ja muut toiminnot. Tämän raja-arvon perusteella määritetään nuklidikohtaiset päästörajat ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöille ilmaan ja mereen. Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten ympäristön asukkaiden saamaa säteilyaltistusta arvioidaan vuosittain laitosten päästötietojen, ympäristönäytteiden ja meteorologisten mittauksen perusteella. Sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristön väestön eniten altistuneen (kriittisen) ryhmän laskennallinen säteilyannos vuonna 2012 oli alle 0,0001 mSv. Annos on alle 0,1 prosenttia valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (0,1 mSv) ja vain murto osa annoksesta, jotka suomalaiset saavat keskimäärin vuodessa muista lähteistä (3,7 mSv). (STUK 2013f) Ydinvoimaloiden ympäristössä ei ole havaittu Suomessa kohonnutta syöpärisiä (Heinävaara et al. 2009).

Fennovoiman ydinvoimalaitoksen käytön aikaisista päästöistä aiheutuvan säteilyannoksen lähiympäristön eniten altistuvalla asukkaalla arvioidaan olevan korkeintaan samaa luokkaa kuin nykyisten voimalaitoksien aiheuttama alle 0,0001 mSv vuotuinen säteilyannos. Voimalaitoksen aiheuttama säteilyannos jää alle sadasosaan ydinvoimalaitoksen toiminnalle asetettavasta vuotuisesta 0,1 mSv säteilyannosrajasta (VnP 395/1991) ja alle tuhannesosaan suomalaisen

saamasta keskimääräisestä säteilyannoksesta (3,7 mSv). Säteilyannos on niin pieni, että sillä ei ole välittömiä terveysvaikutuksia ihmisiin. Vakavasta ydinonnettomuudesta aiheutuvia säteilyannoksia ja niiden vaikutuksia käsitellään luvussa 7.13.

#### **Työntekijöiden säteilyannokset**

Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden säteilyannokset syntyvät pääasiassa ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen aikana, jolloin työntekijät tekevät töitä radioaktiivisten komponenttien ja avattujen järjestelmien läheisyydessä. Työntekijöiden säteilyannokseen vaikuttavatkin vuosihuoltojen pituus ja säteilysuojellisesti merkittävät työt. (STUK 2013f)

Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva säteilyannos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään yksittäisen vuoden aikana arvoa 50 mSv (vertaa ympäristön asukkaalle annoksen yläraja 0,1 mSv). Jotta henkilökohtaiset säteilyaltistukset voitaisiin rajoittaa ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) mukaisesti, ydinlaitoksessa on oltava käytössä säteilyasetuksessa esitettyjä annosrajoja pienempiä annosrajoituksia (STUK 2013p). Säteilyturvakeskus valvoo Suomessa työskentelevien ydinvoimalaitostyöntekijöiden henkilökohtaisia säteilyannoksia ja annosrajojen toteutumista. Suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän suurin säteilyannos oli 14,3 mSv vuonna 2012, eli raja-arvot alitettiin selvästi. Yksittäisten työntekijöiden annosten lisäksi Säteilyturvakeskus valvoo myös ydinvoimalaitostyöntekijöiden yhteenlaskettua eli kollektiivista säteilyannosta. Kollektiivisista annoksista saadaan muun muassa tietoa siitä, kuinka hyvin työntekijöiden säteilynsuojelu on kokonaisuutena onnistunut ydinvoimalaitoksella.

Voimalaitos tullaan suunnittelemaan siten, että työntekijöiden säteilyannokset niin käytön kuin huoltojenkin aikana jäävät pienemmiksi kuin säteilyannosrajat velvoittavat. Työntekijöille säteilyaltistusta aiheuttavat työt suunnitellaan ja valvotaan säteilynsuojeluohjeiston mukaisesti.

#### **Muut terveysvaikutukset**

Ydinvoimalaitoksen käytön aikaisia terveysvaikutuksia on säteilyvaikutusten lisäksi arvioitu meluvaikutusten arvioinnin avulla (luku 7.9). Hankkeen terveysvaikutuksia on arvioitu vertaamalla melumallinnusten tuloksia melulle asetettuihin ohjearvoihin. Voimakas melu saattaa vaikuttaa haitallisesti sille altistuvien ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin häiritsemällä esimerkiksi työskentelyä, lepoa ja nukkumista. Melumallinnusten mukaan alueen vakituisen asutuksen tai loma-asutuksen osalta melun ohjearvot eivät kuitenkaan ylity, jolloin hankkeen meluvaikutuksista ei arvioida muodostuvan merkittäviä terveysvaikutuksia. On kuitenkin mahdollista, että meluvaikutukset heikentävät vaikutusalueen viihtyisyyttä satunnaisesti, mikäli vaikutuksia ilmenee. Ydinvoimalaitoksen synnyttämä uhka ja hankkeeseen liitettävät pelot voivat aiheuttaa stressiä, mikä voi pitkään jatkuessaan aiheuttaa terveysvaikutuksia.

### 7.10.5.3 Aluerakenne ja -talous sekä työllisyys

#### Käytön aikaiset työllisyysvaikutukset Suomessa ja talousalueella

Käytön aikaisten Suomeen kohdistuvien välittömien työllisyysvaikutusten arvioidaan olevan vuosittain noin 400–500 henkilötyövuotta. Näistä noin 100 henkilötyövuotta liittyy ydinvoimalaitoksen ulkopuolisiin palveluihin. Tällaisia ovat esimerkiksi pelastustoimi-, sekä ruokala-, vartiointi-, siivous- ja kuljetuspalvelut. Hankkeen käynnistysvaiheessa laitoksella työskentelee lisäksi käyttöönottohenkilöstöä. Laitoksen vuosittaiset huollot työllistävät noin 500 henkilöä 1–3 viikoksi, eli vuosittain yhteensä noin 10–30 henkilötyövuotta. Vuosihuoltoihin tarvittava henkilöstö tulee pääsääntöisesti talousalueen ulkopuolelta.

Hanke synnyttää käyttövaiheessa välittömien työpaikkojen lisäksi välillisiä työpaikkoja välituotepanoksetujen ja kulutuksen kasvun myötä. Laitoksen käytössä, kunnossapidossa ja huoltotoimenpiteissä tarvitaan erilaisia tarvikkeita ja materiaaleja, joiden valmistuksella on työllistävä vaikutus. Osa tarvikkeista ja materiaaleista valmistetaan Suomessa, osa ulkomailla. Myös rakentamisvaiheessa työllisyyden ja ihmisten ostovoiman parantuessa yksityisiin palveluihin kohdistuu kulutuskysyntää, mikä omalta osaltaan luo uusia työpaikkoja. (*Pöyry Energy Oy 2008*)

Yksityisten palveluiden kulutuskysyntä kohdistuu talousalueelle ihmisten asuinpaikan mukaisesti, mutta työllisyysvaikutukset kohdistuvat välituoteketjujen kautta koko Suomeen ja ulkomaille. Työpaikkoja syntyy infrastruktuuristen investointien myötä. Vaikutusalueen kuntien on huolehdittava muun muassa kunnallistekniikan ja palveluiden tuottamiseen tarvittavien kiinteistöjen rakentamisesta uusia asukkaita varten. Asuntopalveluihin ja -tuotantoon syntyy varsinkin käyttövaiheen alussa työpaikkoja, kun osa talousalueelle muuttavista asukkaista rakentaa tai rakennuttaa uuden talon. Vaikutuksista merkittävä osa kohdistuu talousalueelle, mutta kokonaisuudessaan rakentamiseen liittyvät työllisyysvaikutukset kohdistuvat laajasti koko Suomeen. Hankkeen toteutuessa sillä voi olla myös merkittäviä työllisyysvaikutuksia Fennovoiman omistajien investointien kautta.

Talousalueelle kohdistuvia työllisyysvaikutuksia arvioitaessa on oletettu, että vakituisista työntekijöistä ja ulkopuolisista palveluntarjoajista noin 85 prosenttia tulee asumaan vakituisesti talousalueen kunnissa. Esimerkiksi Loviisan ydinvoimalan vakituisista työntekijöistä talousalueella asuu noin 85 prosenttia. 85 prosentin olettamuksella käytön aikaiset talousalueelle kohdistuvat välittömät työllisyysvaikutukset ovat vuosittain noin 340–425 henkilötyövuotta.

Käytön aikana syntyy talousalueelle välillisiä työpaikkoja kulutuksen kasvun ja taloudellisen elinvoimaisuuden lisääntymisen myötä. Alueelle muuttavat työntekijät perheineen käyttävät sekä yksityisiä että julkisia palveluita. Julkiset palvelut ovat pääasiassa kunnallisia sosiaali-, terveys- ja koulutuspalveluita. Käytön aikaiset välituotepanoksiin liittyvät työllisyysvaikutukset arvioidaan pääosin kohdistuvan talousalueen ulkopuolelle.

Vakituisen työntekijöiden lisäksi vuosihuoltoihin osallistuvat työntekijät synnyttävät lyhytaikaista kysyn-

tä majoitus- ja ravintolapalveluihin. Tällöin osaan alueen yrityksiä joudutaan mahdollisesti palkkaamaan tilapäistä työvoimaa. Hankkeella saattaa olla negatiivisia vaikutuksia osalle alueen yrityksistä työvoiman kysynnän lisääntyessä ja mikäli työvoimakustannukset kasvavat esimerkiksi rakentamistoimialalla.

#### Vaikutukset verotuloihin

Merkittävimmät vaikutukset Pyhäjoen kunnan talouteen muodostuvat kiinteistö- ja tuloverotulojen kautta. Pyhäjoen kunta perii ydinvoimalaitoksesta kiinteistövero ja rakentamisvaiheessa ja suurimmillaan se on laitoksen valmistumishetkellä. Kiinteistöverolain (654/1992) muutoksen myötä yläraja voimalaitosten kiinteistöverolle on 2,85 prosenttia. Pyhäjoen kunnan valtuuston määräämä kiinteistövero voimalaitoksille oli vuonna 2013 2,85 prosenttia (*Pyhäjoki 2013*). Ydinvoimalaitosrakennuksen verotusarvoksi katsotaan jälleenhankinta-arvo vähennettynä 2,50 prosentin vuotuisella ikäalennuksella. Verotusarvo on kuitenkin aina vähintään 40 prosenttia jälleenhankinta-arvosta. Kiinteistöverotulojen määrää on arvioitu olettamalla kiinteistön arvoksi valmistumishetkellä noin 150 miljoonaa euroa. Vuoden 2013 kiinteistöveroprosentilla reaali kiinteistövero olisi valmistumishetkellä noin 4,2 miljoonaa euroa. Tämän jälkeen kiinteistöverotulojen määrä on riippuvainen kiinteistön jälleenhankinta-arvon kehityksestä. Kiinteistöverotuloja muodostuu myös hankkeen työssäkäyntialueen kuntiin uusia asuntoja rakennettaessa. Lisäksi yritys kiinteistöjen rakentaminen kerryttää kuntien kiinteistöverotuloja.

Vuonna 2008 laaditussa aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnissa rakennusvaiheen kumulatiiviseksi tuloverokertymäksi talousalueella on arvioitu olevan noin 17–27 miljoonaa euroa kotimaisuusasteesta riippuen. Käyttövaiheessa vuosittaisten kunnallisverokertymien on arvioitu olevan noin 1,9–2,4 miljoonaa euroa. Verokertymän suuruuteen vaikuttaa muun muassa kunnallisveroaste, talousalueella asuvan henkilöstön osuus, palkkataso ja työllistyvän henkilöstön määrä. Myös välillisistä työpaikoista muodostuu talousalueelle verotuloja.

Fennovoima toimii Mankala-periaatteella eli voittoa tuottamattomasti. Tämän vuoksi Fennovoima ei maksa yhteisövero. Hanke vaikuttaa kuitenkin yhteisöverotuloja lisäävästi yhtiön omistajien ja muiden yritysten verotettavien tulojen kasvun myötä.

#### Kiinteistömarkkinat ja asuminen

##### Rakennusvaihe

Rakennusvaiheessa asutuskysyntää kohdistuu sekä lyhytaikaisempaan tilapäismajoitukseen lähellä rakennustyömaata että kaukomajoitukseen seudullisissa asutuskeskuksissa. Ydinvoimalan rakennustyömaalla työskentelee enimmillään noin 3 500 henkilöä. Määrä on niin suuri, että majoitukseen jouduttaneen käyttämään sekä lähimajoitusta, parakkimajoitusta asutuskeskusten yhteydessä, vuokra-asumista lähiseudulla sekä kaukomajoitusta lähellä sijaitsevista suuremmissa kaupungeissa.

Vuokra-asuntomarkkinoita tarkastellessa pääosa kysynnästä kohdistuisi Raahen vuokra-asuntomarkkinoihin.

Raahen talousalueella vuokra-asuntokuntia oli vuonna 2012 noin 5 200, joista Pyhäjoella sijaitsi noin 200 ja Raahessa vajaa 3 000 (*Tilastokeskus 2013b*). On mahdollista, että osa työntekijöistä asui esimerkiksi Oulussa, josta voitaisiin järjestää yhteiskuljetus työmaalle.

Lisääntynyt kysyntä vuokra-asuntomarkkinoilla voi näkyä alueen vuokratason kohoamisena. Rakennusvaiheella voi puolestaan olla alentava vaikutus kaavaillun sijoituspaikan lähistöllä sijaitsevien vapaa-ajan asuntojen hintatasoon ja vaikutuksia kiinteistöjen myyntiaikoihin niitä pidentävästi.

### *Käyttövaihe*

Käyttövaiheessa laitoksella tulisi käyttötehtävissä ja ulkopuolisissa palveluissa työskentelemään 400–500 täysipäiväistä työntekijää. Näistä 340–425 työntekijän (85 %) on oletettu jäävän asumaan talousalueelle pysyvästi. Mikäli näiden kaikkien työntekijöiden oletetaan muuttavan seudulle talousalueen ulkopuolelta, tarkoittaisi tämä kysyntää noin 400 uudelle asuinhuoneistolle tai talolle. Jos alueella on vapaita asuntoja tarjolla, ei kaikkia tarvitse välttämättä rakentaa, mutta toisaalta kunnat voivat pyrkiä houkuttelemaan uusia asukkaita juuri omakotitaloilla ja merenrantatonteilla. Käytännössä ainakin osa laitoksen työntekijöistä olisi kanta-asukkaita, jotka asuvat talousalueella jo valmiiksi. Tällöin myös asuntojen kysyntä jäisi pienemmäksi. Laitoksen käynnistysvaiheessa kysyntää kohdistuu myös vuokra-asuntoihin. Työntekijät voivat perheineen ensin muuttaa seudulle ja aloittavat vasta sitten oman asunnon etsimisen. Kiinteistömarkkinoiden voidaan arvioida jonkin verran vilkastuvan hankkeen myötä. Lisääntyvä tonttien ja asuntojen kysyntä saattaa hieman nostaa hintoja kiinteistömarkkinoilla.

### **Väestömäärä ja -rakenne**

Ydinvoimalaitoksella on vaikutusta sekä sijoituspaikkakunnan että ympäröivän talousalueen väestömääriin ja väestön rakenteeseen muun muassa työpaikkojen ja työllisyyden muutoksista johtuen. Käyttövaiheen vakituiset työpaikat houkuttelevat alueelle pysyvästi asumaan asettuvia työntekijöitä. Työpaikkojen määrän ja muuttoliikkeen välinen yhteys riippuu monista tekijöistä, kuten työvoiman saataavuudesta ja väestön ikärakenteesta.

Ydinvoimalaitoksen tarjoamien työpaikkojen lisäksi myös muilla tekijöillä on vaikutusta muuttoliikkeen ja väestönkasvun voimakkuuteen. Näitä tekijöitä ovat muun muassa elinympäristön viihtyisyys, liikenneyhteydet, kiinteistöjen ja asuntojen hintataso, palvelutaso ja työpaikkatarjonta. Erityisesti lapsiperheille voi terveys-, päiväkotij- ja koulupalveluiden määrällä ja laadulla olla suuri merkitys.

Mikäli kaikki käyttövaiheen 400–500 työntekijää oletetaan tulevan kokonaan talousalueen ulkopuolelta ja heistä 85 prosenttia asettaisiin asumaan talousalueelle, tarkoittaisi tämä keskimääräisellä perhekoolla (2,1) laskettuna noin 700–900 uutta asukasta seudulle. Käytännössä ainakin osa laitoksen työntekijöistä olisi kanta-asukkaita, jotka nyt ovat työttömiä tai työvoiman ulkopuolella olevia.

Seudulle työskentelemään muuttava väestö olisi keskimääräistä koulutetumpaa ja nuorempaa. Laitos tarjoaisi työpaikkoja myös lähialueen korkeakouluista valmistuneille, jolloin he voisivat jäädä seudulle työskentelemään. Pyhä-

joen ja Raahen talousalueen väestöpohja laajenisi ja väestön ikärakenne nuorentuisi.

### **7.10.6 Yhteenveto hankkeen vaikutuksista ihmisiin ja yhteiskuntaan**

Hanke on kooltaan suuri, joten se tulee aiheuttamaan muutoksia alueen sosiaalisessa ja kulttuurisessa ympäristössä. Vaikutusten luonne ja merkittävyys riippuu kuitenkin paljon siitä, mistä työntekijät tulevat, missä määrin he käyttävät paikkakunnan palveluja ja miten he osallistuvat paikkakunnan sosiaaliseen toimintaan. Alueen paikalliset toimijat, kuten julkinen sektori ja kolmas sektori, voivat omilla ennakoivilla toimillaan osin vaikuttaa sekä positiiviseksi että negatiiviseksi arvioitujen vaikutusten voimakkuuteen ja kohdentumiseen.

Hankkeen sosiaaliset vaikutukset voidaan jakaa kolmeen pääteemaan hankkeen ajallisten vaiheiden (suunnittelu-, rakentamis- ja käyttövaiheen) perusteella (Kuva 7-48). Suunnitteluvaiheen merkittävimpiä kielteisiä vaikutuksia ovat koetut psykososiaaliset vaikutukset, eli lähiasukkaiden huoli, pelko ja epävarmuus. Ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä on asukkaita ja muita toimijoita, jotka kokevat hankkeen uhaksi omalle terveydelleen. Vaikka vakava ydinvoimalaitosonnettomuus on erittäin epätodennäköinen, pienikin onnettomuuden mahdollisuus voi synnyttää pelon tunteen ja turvattomuutta.

Ennen hankkeen rakentamisvaihetta, tulee Fennovoima hankkimaan voimalan sijaintialueella sijaitsevat kiinteistöt hallintaansa, mikä tarkoittaa maa-alueiden ja loma-asuntojen menetyksiä kiinteistönomistajille. Sidosryhmähaastattelujen perusteella yksityisten ihmisten maa-alueista luopuminen ja tällä hetkellä vallitseva epätietoisuus hankkeen toteutumisesta ovat jo aiheuttaneet ahdistusta ja pelkoja joukolle lähialueen asukkaita. Osa asukkaista on myös peloissaan laitoksen terveyshaitoista. Parhalahden kylässä, joka on noin viiden kilometrin etäisyydellä suunnittelusta sijaintipaikasta, on hanke myös luonut joillekin asukkaille huolta ja epävarmuutta esimerkiksi asuntoon ja tai pihapiiriin liittyvien investointien suhteen.

Sidosryhmähaastattelussa kävi ilmi, että hankkeen kannattajien ja vastustajien erimielisyydet ovat paikoin kärjistyneet ja lukkiutuneet, mitä voidaan pitää elinoloja heikentävänä tekijänä. Toisaalta, kunnan sosiaali- ja terveyspalvelujen, sivistyspalvelujen ja seurakunnan edustajien työssään kokeman perusteella, suurin osa kuntalaisista suhtautuu hankkeeseen melko neutraalisti ja ristiriitoja on ilmennyt vain melko pienen asukasjoukon keskuudessa.

Hankkeen lähialueille suunnatun asukaskyselyyn vastanneista ydinvoimalaitosta kannatti noin 53 prosenttia ja kielteisesti hankkeeseen suhtautui 39 prosenttia. Alueen loma-asukkaat suhtautuivat hankkeeseen hieman vakituisia asukkaita kielteisemmin. Miehet suhtautuivat hankkeeseen myönteisemmin kuin naiset ja hankealueen lähistöllä asuvat vastaajat suhtautuivat hankkeeseen muita vastaajia kielteisemmin. Hankkeen negatiiviset vaikutukset liittyivät useimmiten menetettyihin maa-alueisiin, kielteisiin ympäristövaikutuksiin tai koettuun turvattomuuteen ja pelkoon. Hankkeen positiivisina vaikutuksina korostettiin aluetalo-

udellisia vaikutuksia ja niiden heijastumista alueen elinvoimaisuuteen ja tulevaisuuden mahdollisuuksiin.

Rakentamisvaiheessa alueella tulee toimimaan merkittävä määrä työvoimaa. Hankkeen työllisyysvaikutukset ulottuvat talousalueen lisäksi koko maan tasolle. Hankkeen lähiympäristössä tapahtuu olennaisia muutoksia esimerkiksi maiseman muuttumisen ja liikenteen lisääntymisen myötä. Hankkeen merkittävimmät vaikutukset virkistyskäyttöön liittyvät kalastukseen ja metsästyksen. Hanhikiven niemen merialue on kalastollisesti ja kalataloudellisesti merkittävä ja alueella toimii myös ammattimaisia kalastajia, joiden elinkeinoon hanke vaikuttaa toimeentulomahdollisuuksia heikentävästi. Hankkeen myötä alue poistuu metsästyskäytöstä. Halukkuus kalastukseen, marjastukseen, sienestykseen ja luonnossa liikkumiseen alueella saattaa vähentyä. Alueelle muuttuu merkittävä määrä työvoimaa, mikä muuttaa ja monipuolistaa alueen sosiaalista ja kulttuurista ympäristöä.

Hankkeen käyttövaiheessa myös Pyhäjoen alueelle muuttuu lisää uusia pysyviä työntekijöitä perheineen. Tällä on väestön ikärakennetta ja huoltosuhdetta tervehdyttävä vaikutus. Taloudelliset vaikutukset muodostuvat esimerkiksi kiinteistöverojen kautta. Alueelle arvioidaan muodostuvan toimintavaiheessa useita satoja suoria työpaikkoja. Hankkeen rakentamisvaiheen kokonaistyöntekijämäärä on työmaalla suurimmillaan 4-5 vuoden kuluttua rakentamisen aloittamisesta. Tällöin työmaalla työskentelisi noin 3 500 työntekijää. Taloudellisilla vaikutuksilla on erittäin merkittävä positiivinen vaikutus alueen elinvoimaisuuteen, sekä yksityisen ja julkisen sektorin vahvistumiseen. Ydinvoimalan rakentaminen, ydinvoiman tuottamiseen liitettävät uhkakuvat ja ydinjätteiden kielteinen imago ovat osaltaan nostaneet voimakasta vastustusta hanketta kohtaan. Voimakkainta vastustus

on ollut suunnitellun ydinvoimalaitoksen lähiympäristössä.

## 7.10.7 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen

### 7.10.7.1 Voimalaitoksen rakentaminen

Ydinvoimalaitoksen rakennustyön aikana sijaintialueelle ja sen lähetyville tulee majoittumaan paljon rakennustöihin osallistuvia ulkopaikkakuntalaisia. Rakennustyön aikaisia sosiaalisia vaikutuksia voidaan lieventää hajauttamalla työntekijöiden majoittumista sijaintialueen ja -paikkakunnan lisäksi myös lähikuntiin. Rakennustöihin osallistuvilla pyritään yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa järjestämään riittävästi vapaa-ajanviettomahdollisuuksia. Palvelujen saatavuuden varmistamiseksi on olennaista, että hankkeen vaikutusalueella valmistaudutaan lisääntyvään palvelujen kysyntään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Rakennustyöntekijöistä osa tulee muualta kuin Suomesta. Kulttuurieroista syntyviä haitallisia sosiaalisia vaikutuksia voidaan lieventää järjestämällä ulkomaalaisille koulutusta suomalaisesta kulttuurista ja käytännöistä. Myös alueen vakituksille asukkailla voidaan järjestää koulutusta muuttuvaan tilanteeseen sopeutumiseksi ja monikulttuurisuuden edistämiseksi.

Asukaskyselyn vastauksissa sekä pienryhmätilaisuuksissa toivottiin aktiivista yhteydenpitoa eri sidosryhmiin, sekä avointa ja kaksisuuntaista keskustelukulutturia hankevastauvan ja sidosryhmien välillä hankkeen koko elinkaaren ajan. Hankkeen tiedotusta toivottiin toteutettavan useita eri viestintäkanavia hyödyntäen.

### 7.10.7.2 Voimalaitoksen käyttö

Ydinvoiman käyttöön liittyy erilaisia pelkoja ja uhkakuvia.

<b>Suunnitteluvaiheen vaikutukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puolesta ja vastaan -asetelman syntyminen</li> <li>• odotukset alueen elinvoimaisuuden kasvusta</li> <li>• pelot ja epävarmuus hankealueen läheisyydessä</li> <li>• maankäytön rajoitukset ja kiinteistöjen menetykset</li> <li>• koetut psykososiaaliset vaikutukset (pitkittynyt prosessi)</li> </ul>
<b>Rakentamisvaiheen vaikutukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laajat työllisyys- ja talousvaikutukset seutukunnassa</li> <li>• muutokset voimala-alueen lähiympäristössä</li> <li>• rakentamisvaiheen ympäristövaikutukset</li> <li>• virkistyskäytön rajoitukset</li> <li>• sosiaalisen ja kulttuurisen ympäristön muutokset</li> </ul>
<b>Toimintavaiheen vaikutukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• merkittävät pysyvät aluetaloudelliset vaikutukset</li> <li>• lähialueen identiteetin ja luonteen muuttuminen</li> <li>• muutokset voimala-alueen ympäristössä</li> <li>• lähialueen virkistyskäytön rajoitukset</li> <li>• koetut psykososiaaliset uhat (kuten turvattomuuden tunne)</li> </ul>

**Kuva 7-48.** Yhteenveto sosiaalisista vaikutuksista hankkeen eri vaiheissa (täydennetty *Fennovoima 2008 pohjalta*).

Siksi onkin tärkeää, että ydinvoimalaitoksen toiminnasta sekä ydinvoimaan liittyvistä riskeistä ja vaikutuksista tiedotetaan aktiivisesti, asiallisesti ja selkeästi. Ydinvoimalaitoksia kohtaan tunnettua pelkoa voidaan lieventää myös tiedotamalla yleistajuisesti siitä, miten turvallisuus varmistetaan kaikessa ydinvoimalaitoksen toiminnassa, kuinka häviävän pieni ydinvoimalaitoksesta aiheutuva onnettomuusriski on sekä myös siitä, millaiset vaikutukset pahimmastakin ydinvoimalaitosonnettomuudesta konkreettisesti syntyisi.

Ydinvoimalaitoksen toimintaa esitellään yleisölle vierailukeskuksessa, jonka Fennovoima rakentaa laitoksen yhteyteen. Laitoksen ympäristössä tehtävien radioaktiivisuus- ja muiden mittauksen tuloksista tullaan raportoimaan säännöllisesti ja avoimesti.

## 7.11 Jätteet ja niiden käsittely

### 7.11.1 Arviointimenetelmät

Ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyvien jätteiden laatu ja määrä sekä käsittelymenetelmät on arvioitu käytössä olleiden lähtötietojen ja hankevastaavan jätehuoltosuunnitelmien perusteella. Arvioinnissa on myös hyödynnetty julkisesti saatavilla olevia selvityksiä muun muassa käytetyin ydinpolttoaineen kuljetuksista ja loppusijoittamisesta.

Jätteiden käsittelyä ohjaava lainsäädäntö sekä syntyvien jätteiden määrä, laatu ja käsittelytavat kuvataan tarkemmin luvuissa 3.11, 3.12 ja 3.13.

### 7.11.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tavanomainen jätehuolto rakentamisvaiheessa järjestetään ympäristöohjeistuksen mukaisesti niin, että jätteiden ja niiden käsittelyn vaikutukset ympäristöön on minimoitu. Ensisijaisena tavoitteena on jätteiden synnyn vähentäminen, sen jälkeen kierrätys sekä jätteen hyödyntäminen materiaalina tai energiana ja viimeisenä jätteen asianmukainen sijoittaminen kaatopaikalle.

Rakentamisaikainen jätehuolto perustuu jätteiden tehokkaaseen lajitteluun syntypaikoillaan ja työmaalla toimivien eri tahojen ja yritysten yhdenmukaiseen ja tehokkaaseen ohjeistamiseen jätehuoltoa koskevista menettelytavoista. Rakentamisen aikana syntyvät jätteet lajitellaan asianmukaisesti ja mahdollisimman suuri osa niistä kierrätetään, hyödynnetään materiaalina tai energiantuotannossa. Rakennusaikana syntyvät kaivu-, louhinta- ja ruoppausmassat hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan rakennuspaikalla täytöissä ja tasauksissa. Vaarallisten jätteiden käsittelystä, varastoinnista ja kuljetuksesta huolehditaan säännösten mukaisesti.

Rakentamisvaiheen aikana ei synny radioaktiivisia jätteitä.

### 7.11.3 Käytön aikaiset vaikutukset

#### 7.11.3.1 Tavanomaiset jätteet

Ydinvoimalaitoksella syntyviä tavanomaisia jätteitä ovat esimerkiksi rauta- ja peltiromut, puu-, paperi- ja karton-

kijätteet, biojätteet ja energijätteet. Syntyvästä jätemäärästä suurin osa voidaan hyödyntää kierrättämällä tai energiantuotannossa. Lajitellut jätteet toimitetaan käsiteltäväksi, hyödynnettäväksi ja loppusijoitettavaksi jätelainsäädännön ja ympäristölupapäätösten edellyttämällä tavalla.

Jätteiden käsittelystä laitoksella ei aiheudu ympäristövaikutuksia. Syntyvien jätteiden määrät pidetään mahdollisimman pieninä ja hyötykäyttöön menevien jätteiden osuudet korkeina. Tavoitteiden saavuttamista seurataan pitämällä kirjaa jätteiden määrästä, niiden käsittelystä ja hyödyntämisestä. Yhdyskuntajätteestä erotellaan esimerkiksi paperi ja pahvi, metalli, puu, biojäte, lasi ja energijäte. Ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden mukana laitokselle kulkeutuva kiinteä aines, kuten levät, roskat ja kalat, erotellaan välpin ja suodattimin, kuivataan ja paalataan. Jäte toimitetaan käsiteltäväksi laatunsa edellyttämällä tavalla.

#### 7.11.3.2 Vaaralliset jätteet

Ydinvoimalaitoksella syntyviä ei-radioaktiivisia vaarallisia jätteitä käsitellään jätelainsäädännön ja ympäristölupapäätösten edellyttämällä tavalla kuten muissakin teollisuuslaitoksissa tehdään. Ydinvoimalaitoksella syntyviä vaarallisia jätteitä ovat esimerkiksi akut, loisteputket, lamput, öljyiset suodattimet, jäteöljyt, liuotin- ja kemikaalijätteet sekä sähkö- ja elektroniikkaromu.

Vaarallisia jätteitä säilytetään asianmukaisesti merkityissä astioissa tai säiliöissä katettuina ja vesitiiviisti. Erilaiset vaaralliset jätteet pidetään erillään toisistaan. Vaarallisten jätteiden pääsy maaperään, pohja- tai pintavesiin sekä viemäreihin estetään.

Vaaralliset jätteet toimitetaan vaarallisten jätteiden käsittelylaitokselle ja niiden siirrosta laaditaan siirtoasiakirja, johon kirjataan edellytetyt tiedot toimitetuista jättejakeista. Syntyvien vaarallisten jätteiden määrä riippuu lähinnä vuosittain tehtävistä muutos- ja huoltotöistä. Vaarallisten jätteiden vähäisen määrän ja asianmukaisen käsittelyn vuoksi niistä ei aiheudu vaikutuksia ympäristöön.

#### 7.11.3.3 Voimalaitosjätteet

Ydinvoimalaitoksen käytön aikana syntyvät voimalaitosjätteet ovat peräisin muun muassa radioaktiivisten nesteiden ja kaasujen käsittelystä sekä valvonta-alueella tehtävistä huolto- ja korjaustöistä. Voimalaitosjätteitä ovat esimerkiksi suojavaatteet, eristemateriaalit ja puhdistusvälineet. Nestemäisiä voimalaitosjätteitä ovat voimalaitoksen vesien käsittelystä kertyneet radioaktiiviset konsentraatit ja massat. Voimalaitosjätteet luokitellaan radioaktiivisuuden perusteella matala- ja keskiaktiivisiksi jätteiksi. Lainsäädäntö mahdollistaa myös hyvin matala-aktiivisen jättejakeen erotelemisen erilleen muusta matala-aktiivisesta jätteestä sekä tämän kaikkein matala-aktiivisimman jätteen loppusijoittamisen pintaloppusijoitustilaan.

Arvio ydinvoimalaitoksessa syntyvistä käytönaikaisista voimalaitosjätteistä on esitetty luvussa 3.12 (Taulukko 3-5). Käsiteltyinä ja pakattuina kiinteitä jätteitä arvioidaan syntyvän laitoksen koko käyttöaikana noin 2 500 m<sup>3</sup> ja nestemäisiä jätteitä noin 2 100 m<sup>3</sup>. Voimalaitosjätteiden syntymistä



pyritään ehkäisemään huoltotöiden huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella, työmenetelmien valinnoilla, jätteen tehokkaalla lajittelulla ja suosimalla mahdollisuuksien mukaan uudelleen käytettäviä työvälineitä.

Voimalaitosjätteet kerätään pois laitostiloista viivyttelämättä. Varastointia tai loppusijoitusta varten jätteet pakataan astioihin (tyypillisesti 200 litran tynnyreihin), jotka helpottavat jätteiden siirtoa, estävät radioaktiivisten aineiden leviämistä sekä vähentävät palovaaraa. Matala-aktiivisen jätteen pakkauksia voidaan käsitellä ilman säteilyuojia. Keskiaktiivisen jätteen käsittely ja siirrot vaativat säteilyuojan käyttöä, ja niiden pakkaukset toimivat usein myös teknisenä vapautumisesteenä loppusijoituksessa.

Ydinvoimalaitokselle rakennetaan voimalaitosjätteiden käsittelyä ja varastointia varten riittävät tilat. Tiloihin suunnitellaan järjestelmät, joiden avulla jätteiden turvallinen käsittely ja siirtäminen sekä radioaktiivisten aineiden määrän ja laadun seuranta voidaan toteuttaa. Pakattuja jätteitä säilytetään valvotuissa olosuhteissa laitosalueella kiinteiden jätteiden käsittelyrakennuksen yhteydessä sijaitsevassa varastorakennuksessa ennen loppusijoitusta. Voimalaitosjätteiden varastokapasiteetti on suunniteltu rakennettavaksi noin 10 vuoden tarvetta varten. Voimalaitosjätteiden loppusijoituksen periaatteena on eristää jätteiden sisältämät radioaktiiviset aineet elollisesta luonnosta siten, että ympäristön turvallisuus ei vaarannu missään vaiheessa.

Voimalaitosjätteen loppusijoitustapana voidaan käyttää kahta erilaista ratkaisua, pintaloppusijoitustiloja tai maanalaisia loppusijoitustiloja. Alla on esitetty arvio ympäristövaikutuksista näiden vaihtoehtojen osalta. Tarkempi kuvaus tiloista ja jätteen käsittelymenetelmistä on esitetty luvussa 3.12.

### Maanalaiset loppusijoitustilat

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

Lisäksi laitos suunnitellaan niin, että niiden onnettomuustilanteiden, joiden todennäköisyys on useammin kuin kerran tuhannessa vuodessa, seurauksena yksilön saama vuosiansiannon jää alle 1 mSv. Suomalaisen keskimääräinen taustasäteilystä saama säteilyannos on 3,7 mSv vuodessa (*STUK 2011c*). 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.

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 lop-

pusijoitustiloihin 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 siirtymällä väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan (diffuusio). Radionuklidien kulkeutumista estävät ja hidastavat tekniset ja luonnolliset vapautumisesteen. Loppusijoituksen vapautumisesteen suunnitellaan siten, että ne estävät tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumisen lyhytikäisten jätteen osalta vähintään satojen vuosien ajan ja pitkäikäisten osalta usean tuhannen vuoden ajan. Tämän ajan kuluttua loppusijoitustilan sisältämä radioaktiivisuus on vähentynyt merkityksettömäksi.

Loppusijoituspaikalla ei saa olla pitkäaikaisturvallisuuden kannalta epäedullisia tekijöitä (valtioneuvoston asetus 736/2008), kuten alueellisesti merkittäviä pohjavesivaroja, joiden hyödyntämisen tai laadun voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentaminen vaarantaisi. Voimalaitospaikalle suunnitellun loppusijoituslaitoksen vaikutusalueella ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Lähin luokiteltu pohjavesialue sijaitsee noin 10 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksen sijoituspaikasta. Ympäristön pohjavedet eivät saastu voimalaitosjätteen loppusijoituksen myötä radioaktiivisista aineista.

### Pintaloppusijoitustilat

Mikäli voimalaitosalueelle rakennetaan maan pinnalle tai sen välittömään läheisyyteen maaperässä sijaitsevia loppusijoitustiloja, niihin loppusijoitetaan valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 22 §:n mukaisesti vain hyvin matala-aktiivista 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 matala-aktiivisen jätteen radioaktiivisuussisältö on niin vähäinen, että loppusijoitettavia jätepakkauksia voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilyuojatoimenpiteitä.

Koska loppusijoitettavan jätteen kokonaisradioaktiivisuus on suhteellisen pieni, jäte on pakattu tiiviisti ja se on eristetty ympäristöstä peittämällä se tiiviillä eristekerroksella, radioaktiivisuutta ei pääse vapautumaan ilmakehään tai kulkeutumaan maaperään. Radionuklidien kulkeutumista estävät ja hidastavat myös tekniset ja luonnolliset vapautumisesteen. Loppusijoitustiloihin ei loppusijoiteta jätettä, jossa radioaktiivisuus on helposti haihtuvassa tai pölyvässä muodossa.

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 matala-aktiivisen jätteen loppusijoitustilat eivät

voi täyttyä 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. Tarvittaessa suotovedet voidaan puhdistaa voimalaitoksen radioaktiivisen nestemäisten jätteiden puhdistuslaitoksella niiden laadun edellyttämällä tavalla ennen johtamisesta vesistöön. Näin taataan se, että radioaktiivisia aineita ei vapaudu merkittävässä määrin loppusijoitustilojen ulkopuolelle.

#### 7.11.3.4 Käytetty ydinpolttoaine

##### Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi

Ydinvoimalaitoksen reaktorista poistetaan vuosittain käytetyn polttoaineena noin 20–30 tonnia uraania. Ydinvoimalaitoksen 60 vuoden toiminta-aikana käytettyä ydinpolttoainetta syntyy yhteensä noin 1 200–1 800 tonnia.

Käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuus on korkeimmillaan heti reaktorista poiston jälkeen, mutta aktiivisuus vähenee jo vuodessa noin sadasosaan. Noin viidenkymmenen vuoden välivarastoinnin jälkeen reaktorista poistetun käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuudesta on jäljellä tuhannesosa. Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuus laskee luonnonuraanin radioaktiivisuutta vastaavalle tasolle noin 100 000 vuoden kuluessa. (STUK 2004, SKB 2008b)

Fennovoima rakentaa käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston voimalaitosalueelle. Tarkempi kuvaus välivarastoinnista on esitetty luvussa 3.13.

Käytetyn ydinpolttoaineen huollon kaikissa vaiheissa on tärkeää huolehtia siitä, että hallitsematon fissioketjureaktiota ei tapahdu eli ydinpolttoaine on alikriittisessä tilassa. Ydinpolttoaineen siirtosäiliöt, varastotilat ja käsittelylaitteet suunnitellaan ja rakennetaan niin, että polttoaineen alikriittisyys on varmistettu. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely- ja varastotilat varustetaan ilmastointi- ja suodatusjärjestelmillä, jotka poistavat ilmaan poikkeustilassa mahdollisesti vapautuneet radioaktiiviset aineet. Näin ollen välivarastointitiloista ei aiheudu vaaraa ympäristölle eikä lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä ja varastoinnissa noudatetaan soveltuvin osin samoja ydin- ja säteilyturvallisuusperiaatteita kuin ydinvoimalaitoksen käytössä. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja välivarastoinnin, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä ja varastoinnissa keskeisiä turvallisuustekijöitä ovat seuraavat:

- ydinpolttoaine-elementtien eheyden ja ydinpolttoainesauvojen tiiveyden säilymisestä on huolehdittu
- säteilysuojajärjestelyt ovat tehokkaita
- ydinpolttoaineen riittävästä jäähtytyksestä on huolehdittu
- kriittisten ydinpolttoainekeskittymien muodostuminen on estetty eli fissioketjureaktio ei voi syntyä itsestään.

Normaalitilanteessa käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä ja välivarastoinnista ei aiheudu vaikutuksia ympäristöön.

Välivarastointivaihtoehtojen ympäristövaikutusten välillä ei ole merkittäviä eroja. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia on käsitelty luvussa 7.13.1.3.

##### Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset

Ydinvoimalaitoksen toiminnasta syntyy vuosittain 20–30 tonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Yhteen kuljetussäiliöön mahtuu tyypillisesti 10 tonnia vastaava määrä käytettyä ydinpolttoainetta. Mikäli oletetaan, että loppusijoituslaitoksen kapasiteetti on riittävä käsittelemään yhden 10 tonnin erän kerralla, olisi käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia keskimäärin 2–3 kappaletta vuodessa loppusijoitustoiminnan alkamisesta siihen saakka, kunnes kaikki käytetty ydinpolttoaine on toimitettu loppusijoitettavaksi. Loppusijoitustoiminnan arvioidaan alkavan aikaisintaan vuonna 2070. Yhteensä laitoksen toiminta-aikana käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia lähtisi laitosalueelta 120–180 kappaletta.

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 käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen YVA-menettelyssä.

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 2004, Posiva 2012a).

Yhdestä käytetyn ydinpolttoaineen säiliön ohituksesta 10 metrin etäisyydeltä henkilölle aiheutuu  $6 \times 10^{-7}$  mSv annos ja kahden metrin etäisyydellä  $3 \times 10^{-6}$  mSv annos. Jälkimmäinen vastaa alle yhtä miljoonasosaa vuosittaisen taustasäteilyn (3,7 mSv/vuosi/henkilö) aiheuttamasta säteilyannoksesta. Kuljetuksen pysähtyessä asutuksen läheisyyteen siitä aiheutuu 10 metrin etäisyydellä oleskelevalle henkilölle 0,0009 mSv säteilyannos, mikäli säiliö on paikallaan kaksi tuntia. Tämä annosmäärä vastaa noin yhtä neljästuhannesosaa 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, sekä asukastiheys kuljetusreittien varrella on pienempi (Suolanen ym. 2004, Posiva 2012a).

Normaalitilanteessa kuljetussäiliön ulkopinnan aktiivisuuskate ei saa ylittää raja-arvoa 4 Bq/cm<sup>2</sup>. Tämän suuruisella aktiivisuuskatteella ei ole ihmisen terveydelle tai eliöstölle haitallisia vaikutuksia.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetushenkilöstölle sekä

kuljetussäiliön käsittelijöille aiheutuu suuremmat yksilöannokset kuin muulle väestölle, koska he oleskelevat lähempänä säiliöitä 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, Posiva 2012a)

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 normaalia kuljetuksesta ei käytännössä aiheudu terveydellistä riskiä ihmisille.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten häiriö- ja onnettomuustilanteet on käsitelty luvussa 7.13.3.

### Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusvaiheen ympäristövaikutuksia on tässä YVA-selostuksessa kuvattu pääpiirteittäin, koska siihen kuuluville toiminnoille toteutetaan aikanaan oma YVA-menettely. Ympäristövaikutusten kuvaus perustuu muun muassa Posiva Oy:n rakentamislupahakemuksen selvityksiin.

Posivan selvitysten (Posiva Oy 2012c) mukaan satojen metrien syvyydessä kallion lähes hapeton pohjavesi liikkuu erittäin hitaasti ja sen syövyttävä vaikutus kapseleihin ja käytettyyn ydinpolttoaineeseen on hyvin pieni. Jos käytetty polttoaine kallioperän rikkoutumisen takia tai jostain ennalta arvaamattomasta syystä kuitenkin vapautuisi loppusijoituskapseleista ja joutuisi kosketuksiin pohjaveden kanssa, siitä liukenevat aineet jäisivät suurimmalta osin sitä ympäröivään bentoniittipuskuriin ja kallioperään. Tällaisestakin tapauksessa loppusijoituslaitoksen kohdalla asuville aiheutuva säteilyannos olisi korkeintaan nykyisen luonnollisen taustasäteilyn tasoa ja altistuvien yksilöiden määrä olisi alhainen rajoittuen lähialueille. Kallio heikentää tehokkaasti säteilyä, sillä jo kaksi metriä ehjää kalliota vaimentaa säteilyn luonnon taustasäteilyn tasolle.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikais- ja turvallisuutta arvioidaan turvallisuusanalyysin, joissa tarkastellaan sekä todennäköisiä pidettäviä kehityskulkuja että turvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia. Kaikissa tapauksissa arvioidaan ihmisille ja muulle luonnolle aiheutuvat mahdolliset seuraukset. Turvallisuusanalyysien avulla selvitetään, mitä seurauksia aiheutuisi, jos yksi tai useampi vapautumisesta pettäisi. Näin pyritään varmistamaan loppusijoituksen turvallisuus vaikka olosuhteet muuttuisivat.

## 7.12 Voimalaitoksen käytöstäpoisto

Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston ympäristövaikutukset arvioidaan aikanaan omassa YVA-menettelyssään. Käytöstäpoistoa koskeva suunnitelma tehdään kuitenkin jo laitoksen käytön alkuvaiheessa. Säteilyturvakeskus hyväksyy suunnitelman ja siihen kuuden vuoden välein tehtävät päivitykset.

Suunnitelman tarkoituksena on erityisesti varmistaa, ettei purettavista radioaktiivisista laitososista aiheudu vaaraa ympäristölle. Ydinvoimalaitoshankkeen elinkaaren kokonaiskuvan antamiseksi YVA-selostuksessa on kuvattu luvussa 3.14 yleispiirteisellä tasolla käytöstäpoiston eri vaiheet ja niiden kesto, syntyvät jätteet ja niiden käsittelytavat.

Säteilyturvakeskus valvoo ydinenergia-asetuksen mukaisesti, että laitosten käytöstäpoiston yhteydessä syntyvien jätteiden huoltoon kuuluvat toimenpiteet ja niiden valmistelu suoritetaan annettujen säännösten ja määräysten sekä ydinenergialain nojalla annettujen päätösten mukaisesti. Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on lisäksi vahvistaa, miten jätehuoltovelvollisen tulee pitää kirjaa laitosten käytöstäpoiston yhteydessä syntyneistä radioaktiivisista jätteistä.

Ydinvoimalaitoksen purkujätteen määrän on alustavasti arvioitu olevan yhteensä noin 10 000-15 000 m<sup>3</sup>. Purkujätteen määrät riippuvat laitoksen rakenteesta, purkustrategiasta ja purkujätteen käsittely-, pakkaus- ja loppusijoitustavasta, joten esitetty arvio jätemäärästä on ainoastaan suuntaa antava.

Purkuvaiheen aikana syntyvä jäte on samankaltaista kuin laitoksen käytön aikana syntyvä voimalaitosjäte ja se voidaan myös käsitellä samaan tapaan kuin voimalaitosjäte. Suurin osa ydinvoimalaitoksen purkamistoimenpiteiden aikana syntyvistä jätteistä on ei-radioaktiivisia ja voidaan käsitellä kuten tavanomaiset jätteet. Voimalaitosjätteen käsittelyä ja sen ympäristövaikutuksia on kuvattu luvussa 7.11. Käytöstäpoiston aikana syntyvälle keski- ja matala-aktiiviselle jätteelle asetettavat turvallisuusvaatimukset käsittely- ja loppusijoituksen osalta ovat samanlaiset kuin voimalaitosjätteelle asetettavat turvallisuusvaatimukset.

Valvonta-alueella syntyvä purkujäte testataan useassa vaiheessa ja erilaisin menetelmin. Testausten ja mahdollisten puhdistamistoimenpiteiden jälkeen jäte luokitellaan sen ominaisuuksien ja aktiivisuuden mukaisesti tiettyyn jatkokäsittelyryhmään (esimerkiksi rajoitettu tai vapaa hyötykäyttö, loppusijoitus tavanomaiselle kaatopaikalle tai voimalaitosjätteen loppusijoitustilaan). Testausmenetelmät ja tulokset raportoidaan Säteilyturvakeskukselle.

Mahdollisimman monet kontaminoituneista laitososista ja välineistä puhdistetaan sille tasolle, että ne voidaan vapauttaa säteilyviranomaisen valvonnasta ja joko kierrättää tai viedä yleiselle kaatopaikalle. Laitoksen järjestelmät suljetaan niin, että radioaktiiviset aineet eivät pääse leviämään ympäristöön.

Radioaktiiviset jätteet, joita ei pystytä puhdistamaan kierrätys- tai kaatopaikkakelpoisiksi, käsitellään ja loppusijoitetaan matala- ja keskiaktiivisena jätteenä. Keskiaktiivinen purkujäte koostuu prosessijärjestelmän purkamisesta syntyvästä jätteestä, kuten pumpuista ja venttiileistä. Matala-aktiivista purkujätettä syntyy esimerkiksi joistakin betoni- ja teräsrakenteista.

Matala- ja keskiaktiiviset purkujätteet loppusijoitetaan purkamisvaiheessa Hanhikiven niemellä sijaitsevaan voimalaitosjäteluolaan, jota laajennetaan tarpeen mukaan. Purkujätteet kuljetetaan loppusijoitustiloihin säteilysuojan sisällä.

Purkamistoimenpiteiden aikaiset vaikutukset ovat vähäisiä, kun työhön osallistuvien henkilöiden säteilysuojelusta huolehditaan noudattaen vastaavia määräyksiä kuin laitoksen käyttövaiheen aikana. Työvälineet ja työmenetel-

mät valitaan niin, että työntekijöiden säteilyaltistus jää mahdollisimman pieneksi. Tietyt työvaiheet tehdään eristetyissä tiloissa, joissa on erilliset ilmanvaihtojärjestelmät. Ilma erotetaan ja suodatetaan radioaktiivisuuden leviämisen ehkäisemiseksi muihin laitoksen osiin tai ympäristöön. Laitososat hajotetaan mahdollisimman pieniksi osiksi. Tarvittaessa osia jatkokäsitellään mekaanisesti tai kemiallisesti niiden puhdistamiseksi ennen lopullisia tarkastustestejä.

Ydinvoimalaitoksen ei-radioaktiivisten rakenteiden ja järjestelmien purkamisesta, käsittelystä ja kuljetuksista aiheutuvia ympäristövaikutuksia laitosalueen ja teiden läheisyydessä ovat pöly-, melu- ja värinävaikutukset. Ras-kaiden ajoneuvojen määrän lisääntyminen tieliikenteessä voimalaitoksen purkamis- ja siirtotöiden aikana saattaa etenkin asutusalueiden läheisyydessä heikentää liikenneturvallisuutta. Lisäksi laitokselle johtavilla tieosuuksilla, joissa muuta liikennettä ei ole paljon, lisääntyvän liikenteen päästöt vaikuttavat ilmanlaatuun.

## 7.13 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

### 7.13.1 Ydinonnettomuus

#### 7.13.1.1 Arviointimenetelmät

Vakavan ydinonnettomuuden tapahtuminen teknisesti nykyaikaisella ydinvoimalaitoksella on äärimmäisen epätodennäköistä, sillä se vaatisi samanaikaisesti useita erilaisia, toisistaan riippumattomia virheitä ja vikoja. Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti ydinlaitoksen turvallisuus on varmistettu peräkkäisillä ja toisistaan riippumattomilla suojauksilla. Lisäksi laitoksen suunnittelussa varaudutaan käyttöhäiriöihin, onnettomuuksiin sekä vaka-viin onnettomuuksiin, jotta niiden seuraukset voidaan pitää mahdollisimman pieninä. Ydinturvallisuutta käsitellään tarkemmin luvussa 4.

Ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutusten arvioimiseksi on oletettu vakava reaktorionnettomuus ja mallinnettu siitä syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen sekä päästöstä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos (*Brenk Systemplanung GmbH 2013*). Mallinnus on suuntaa antava ja se on tehty oletuksilla, jotka yliarvioivat säteilyannoksia. Hankkeen edetessä tehdään ydinenergiasäännösten edellyttämät yksityiskohtaisemmat selvitykset ydinturvallisuudesta sekä onnettomuustilanteista ja niiden seurauksista. Rakentamis- ja käyttöluvapaiheissa tehdään annoslaskelmia vähintään 100 kilometrin säteellä laitoksesta. Näissä laskelmissa käytetään laitostyyppiikohtaisia, turvallisuusselosteen yksityiskohtaisiin analyysiin perustuvia onnettomuuskenaarioita ja niihin liittyviä lähde-termejä. Tällöin arvioidaan myös radioaktiivisten aineiden leviäminen vesistöissä ja sen vaikutukset.

#### Viranomaisrajat

Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013) määrää, että vakavasta onnettomuudesta johtuvasta radioaktiivisten aineiden päästöstä ei saa seurata

tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille. Tämä tarkoittaa viranomaisohjeiden mukaisesti, että tarvetta evakuoinnille ei saa tulla kauempana kuin suojavyöhykkeellä (noin viiden kilometrin etäisyydellä laitokselta) ja tarvetta suojautua sisälle ei saa tulla kauempana kuin varautumisalueella (20 kilometrin etäisyydellä laitokselta). Evakuointi suoritetaan, mikäli säteilyannoksen ennakoitua nousevan yli 20 mSv viikon aikana. Sisälle tulisi suojautua, mikäli arvioidaan, että annosta kertyy yli 10 mSv kahden vuorokauden aikana. Taulukossa 7-17 on esitetty suojelutoimenpiteiden viranomaisrajat.

Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) mukaan vakavasta onnettomuudesta ei saa seurata 100 TBq ylittävää cesium-137-päästöä. Raja-arvon alittuessa ei tule tarvetta pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoi-kuksille.

#### Päästön koko ja ajoitus

Tässä tarkastelussa päästökäsi oletetaan valtioneuvoston asetuksen (717/2013) vakavan onnettomuuden raja-arvon mukainen 100 TBq cesium-137-päästö. Tämän kokoinen päästö edellyttää, että reaktorin jäähdytysjärjestelmät eivät toimi ja että reaktorin jäähdytysvesi on kiehunut pois niin, että reaktorin sydän paljastuu ja alkaa sulaa. AES-2006 -laitoksella on useita aktiivisia ja passiivisia reaktorin jäähdytysjärjestelmiä, joista on kerrottu luvussa 3 ja joiden ansiosta tällaisen vakavan onnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni. Vakavan onnettomuuden varalle laitos on kuitenkin varustettu sydänsiepparilla sekä passiivisella suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmällä ja vedynpoistojärjestelmällä. Näiden järjestelmien avulla suojarakennus pystytään pitämään ehjänä vakavissakin onnettomuuksissa. Vakavan onnettomuuden päästö aiheutuu siis ensi sijassa suojarakennuksen suunnitteluvuodosta sisemmän ja uloimman suojarakennuksen läpi tai välitilan suodatetusta ulospuhalluksesta ilmastointipiipun kautta. Päästöreitit pidättävät radioaktiivisia aineita ja vähentävät merkittävästi päästöä ympäristöön. Lisäksi sydänsiepparissa sydänsulaa ruiskutetaan vedellä, mikä estää radioaktiivisia aineita leviämästä.

Päästön oletetaan alkavan kuusi tuntia onnettomuuden alkuehetestä. Tämä oletus on erittäin konservatiivinen tämän kokoiselle radioaktiiviselle päästölle laitoksen tekniset suunnitteluratkaisut huomioiden. Turvallisuusratkaisujen ansiosta päästönopeus on hidas. Hitaasta päästönopeudesta johtuen on oletettava jopa viikkoja kestäviä päästöjä, jotta kokonaispäästökäsi tulisi 100 TBq Cs-137. Tässä arvioinnissa käytetään kuitenkin päästönopeutta, joka yliarvioi annoksia, joten oletetaan, että koko päästö tapahtuu 72 tunnin kuluessa. Lisäksi on tehty herkkystarkastelua päästönopeuden suhteen. Sillä on haluttu varmistaa, että muutos vielä epäsuotuisampaan suuntaan ei johda välittömästi viranomaisrajojen ylitykseen. Herkkystarkastelussa tarkastellaan kolme kertaa nopeampaa päästöä, jolloin koko päästö vapautuu 24 tunnin kuluessa. Taulukossa 7-18 on esitetty mallinnuksessa käytetyt oletukset (katso taulukon sarake 2014 YVA).

Cesium-137:n lisäksi päästössä oletetaan olevan muita nuklideja siinä suhteessa, kun niitä vapautuu reaktorista verrattuna cesiumiin. Polttoaineen palama vaikuttaa lähde-termin koostumukseen. Korkean palaman polttoaineessa

Suojelutoimenpide	Annosraja	Maksimietäisyys, jolla saa tulla tarve toimenpiteelle
Sisälle suojautuminen	10 mSv*/ 2 päivää	20 km
Joditablettien nauttiminen	Lapsille 10 mGy**, aikuisille 100 mGy (kilpirauhasen annos)	Ei määritely
Evakuointi	20 mSv/ viikko	5 km

**Taulukko 7-17.**

Viranomaisrajat keskeisimmille suojelutoimenpiteille.

\* Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv).

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

on muodostunut enemmän pitkän puoliintumisajan radionuklideja. Suuren päästön määrittelyssä käytetyn 100 TBq cesium-137:n lisäksi vapautuvat radionuklidit määräytyvät reaktorisydämen inventaarin mukaan, johon palama vaikuttaa. Fennovoima on suunnitellut maksimissaan 60 MWd / kgU polttoainennippukohtaista palamaa. Keskimääräinen palama reaktorissa on tätä alhaisempi.

Laskuissa on huomioitu merkittävimmät radioaktiiviset aineet, yhteensä 44 eri nuklidia. Radioaktiivista jodi-131:a on arvioitu vapautuvan noin 1560 TBq. Mallinnuksessa oletetaan, että 100 % reaktorissa olevista jalokaasuista vapautuu ympäristöön. NUREG-1465 -raportin (NRC 1995) mukaan määritetty lähde-termi on konservatiivinen tärkeimpien radionuklidien osalta verrattuna Fennovoiman suunnitelman palaman mukaiseen lähde-termiin.

Ydinvoimalaitostapahtumat ja -onnettomuudet voidaan luokitella kansainvälisellä ydinlaitostapahtumien vakavuutta kuvaavalla INES-asteikolla luokkiin 0-7, joita on tarkemmin kuvattu luvussa 4. Luokilla 1-3 kuvataan turvallisuutta heikentäneitä tapahtumia ja luokilla 4-7 onnettomuuksia. Tässä mallinnuksessa tarkasteltu suuri päästö vastaa INES 6-luo-

kan onnettomuutta, koska jodi-131-ekvivalenteiksi muunnettuna päästön koko on noin 10 000 TBq. Jos päästö olisi viisi kertaa tarkasteltua onnettomuutta suurempi, se olisi INES 7 -luokan onnettomuus. Tuloksien yhteydessä on arvioitu myös INES 7 -luokan onnettomuuden seurauksia.

#### Leviämislaskentamalli

Päästön perusteella lasketaan radioaktiivisten aineiden leviäminen ja edelleen siitä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos. Annoslaskennassa oletetaan, että välittömästi voimalaitosalueen ulkopuolella oleskelee ja asuu henkilöitä vakituisesti.

Radioaktiivisen päästön leviämislaskenta perustuu kansainvälisesti yleisesti käytössä olevaan Gaussin leviämismalliin (esimerkiksi *Sriram ym. 2006*). Mallinnuksessa sovelletaan saksalaisen viranomaisohjeiston (SSK 2003) mukaisia leviämisen ja laskeumaparametreja. Suomen viranomaisohjeet eivät sisällä yksityiskohtaisia määräyksiä laskentaparametreista. Päästön oletetaan kulkevan päästökorkeudessa vallitsevan tuulen nopeudella ja suuntaisesti ja levittyvän pysty- ja vaakatasossa normaalijakauman (eli Gaussin

**Taulukko 7-18.** Vertailu vuoden 2008 YVAn ja tässä YVAssa toteutetun onnettomuusmallinnuksen oletusten välillä.

Suure / Oletus	2008 YVA	2014 YVA	Perustelu
Lähdetermin koostumuksen määrittely	SSK 2002	NRC 1995, NRC 1988, NRC 1975	Yhdysvaltain ydinturvallisuusviranomaisen (NRC) lähde-termien määrittelyraportit ovat kansainvälisesti yleisesti hyväksytyjä.
Cesium-137 määrä päästössä	100 TBq	100 TBq	Valtioneuvoston asetuksen mukainen enimmäispäästö.
Jodi-131 määrä päästössä	960 TBq	1560 TBq	Perustuu viitteeseen NRC 1995
Xenon-135 määrä päästössä	1570 TBq	180 000 TBq	Perustuu viitteeseen NRC 1995
Säätilanne	2004–2006 säähavaintojen perusteella asiantuntija-arviona määritelty keskimääräinen ja äärimmäinen säätila	10/2010–10/2013 säähavaintojen perusteella lasketut laimennustekijät (säähavainnoista lasketut tilanteet, jotka ovat epäsuotuisammat kuin 95 % kaikista säätiloista)	Suoraan säätilojen perusteella lasketut jakaumat antavat tarkemmat arvot säteilyannoksille.
Päästön alku onnettomuuden alkuhetkestä	6 tuntia ja 24 tuntia	6 tuntia	Tässä YVA:ssa on valittu tarkastelun kohteeksi ainoastaan epäsuotuisampi aikaisemmin alkava päästö.
Päästön kesto	1 tunti ja 6 tuntia	72 tuntia	Päästön kesto on valittu tässä tarkastelussa siten, että se yliarvioi annoksia, mutta realistisemmin kuin 2008 YVA:ssa.

jakauman) mukaan. Yli 20 kilometrin etäisyyksillä käytetään kaukokantamallia ja yli 150 kilometrin etäisyydellä tulokset ekstrapoloidaan annoksia yliarvioivalla sovitteella.

Leviämislaskuihin käytetään säähavaintoaineiston perusteella määriteltyjä tuulen suuntaa ja nopeutta, sademäärää sekä ilmavirran sekoittumista kuvaavaa termiä (Pasquill-stabiilisuusluokka). Säähavaintoina käytetään mittaustietoja niiltä Ilmatieteen laitoksen säähavaintoasemilta, jotka parhaiten edustavat Pyhäjoen Hanhikiveä. Säähavainnot ovat kolmen vuoden jaksolta aikaväliltä 10/2010–10/2013. Tuulitiedot ovat Raahen Lapaluodon sääasemalta, sillä lähi-alueella ei ole toista yhtä edustavaa tuuliasemaa Hanhikiven sijaintia ajatellen. Sademäärä ja pilvisuus, joita käytetään Pasquill-luokan laskennassa, ovat Oulun Pellonpään säähavaintoasemalta. Auringon säteilytiedot ovat lähimmältä auringonpaistetta mittaavalta sääasemalta Sotkamon Kuolaniemestä, josta on saatavana ehjä aikasarja tarkastelujaksolta 10/2010-10/2013. Luotaustiedot ovat Jokioisen Observatorion luotausasemalta.

Mallinnuksessa huomioidaan sateen vaikutus laskeumaan. Päästöistä syntyvä radioaktiivinen pilvi voi kuivassa säässä kulkeutua pitkiäkin matkoja. Kulkeutumisen aikana osa radioaktiivisesta aineesta laskeutuu maahan painovoiman vaikutuksesta (kuivalaskeuma). Sateella pilven radioaktiiviset aineet huuhtoutuvat alas huomattavasti tehokkaammin sateen määrästä ja voimakkuudesta riippuen (märkalaskeuma). Kuiva- ja märkalaskeumanopeudet määritellään tuulen nopeuden, stabiilisuuden ja sateen määrän perusteella.

Päästön oletetaan vapautuvan 100 metrin korkeudesta. Tämä korkeus saavutetaan esimerkiksi, jos päästö tulee ilmastointipiipun kautta tai jos päästö vapautuu suojarakennuksen vuodosta ja päästön sisältämä lämpö nostaa päästöpilven 100 metriin.

### **Annoslaskenta**

Päästön säteilyannoksen arvioimiseksi huomioidaan ulkoinen säteily eli päästöpilvestä ja laskeumasta aiheutuva säteily sekä hengityksen ja ravinnon kautta kehoon joutuva aktiivisuus. Annoslaskennassa käytetyt laskentaparametrit on valittu laitospaikan ympäristön olosuhteet huomioiden. Ydinvoimalaitoksen ympäristön asukkaiden säteilyannosten arviointiin käytetyissä laskentamalleissa ei voida kuitenkaan ottaa täysin huomioon ihmisten ja heidän elintapojensa yksilöllisiä eroja. Tämän vuoksi on määriteltävä niin sanotut edustavat henkilöt, jotka iältään ja elintavoiltaan vastaavat eniten altistuvaa pientä väestöryhmää (*ICRP 2006*). Radioaktiivisesta päästöstä aiheutuva säteilyannos on laskettu erikseen 1-2-vuotiaille lapsille ja aikuisille, koska säteilyaltistuksen syntyminen ja vaikutus on kyseisille väestöryhmille erilainen. Eri-ikäiset tarkasteluryhmät eroavat tarkastelussa ruokailutottumuksiltaan. Ruokailutottomusten osalta on otettu huomioon tyypillinen suomalainen ruokavalio. Lisäksi lasten ja aikuisten hengityksen tilavuus on erilainen. Annokset lasketaan käyttäen Kansainvälisen säteilysuojelukomission määrittelemiä annoskertoimia (*ICRP 2012*).

Mallinnuksessa oletetaan, että väestönsuojelutoimenpiteitä ei ole toteutettu. Esimerkiksi ihmisten oletetaan oleskelevan ympärivuorokautisesti ulkona radioaktiivisen

pilven kulkeutuessa yli sekä myöhemmin altistuvan laskeumasta aiheutuvalla säteilyllä ilman minkäänlaista suojaa. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan tapahtuisi, joten tämä tarkastelutapa johtaa säteilyannosten yliarviointiin.

Ravinnon kautta saatavan säteilyannoksen laskennassa oletetaan, että henkilöt käyttävät ravinnokseen runsaasti laitoksen lähialueella tuotettuja kasveja ja maitoa, keräily- ja luonnontuotteita sekä lähialueella pyydettyjä kaloja. Käytännössä yksinomaan paikallisesti tuotetun ravinnon käyttäminen ei ole realistista, joten myös tämä oletus johtaa siihen, että menetelmä yliarvioi säteilyannoksia. Laskennassa huomioidaan paitsi suoraan ravintona käytettävien kasvien kontaminoituminen (sisältäen laskeuman ja juuriston kautta kontaminoituneesta maaperästä kasviin kulkeutuvat radioaktiiviset aineet), myös eri ravintoketjujen kautta ihmiseen kulkeutuvista radioaktiivisista aineista aiheutuva säteilyannos. Laskennassa huomioidaan esimerkiksi altistumisreitti, jossa laidunruoholle laskeutuu radioaktiivisia aineita. Laiduntavan karjan syödessä tällaista ruohoa, päätyy aktiivisuus syödyn karjalihan kautta ihmiseen. Erikseen on tarkasteltu Lapin väestön kannalta merkittävää jäkäla-poro-ihminen -annosreittiä.

Säähavaintojen perusteella lasketaan väestön yksilölle aiheutuva 95 prosentin yläfraktiilia vastaava annos. Tämä tarkoittaa, että 95 prosentissa säätiloista annos on pienempi kuin laskettu arvo. Annoksen jakaumafunktio lasketaan siten, että jokaiselle tarkastellulle etäisyydelle laitokselta lasketaan erikseen jokaista säätilaa vastaava maksimisäteilyannos. Tämä maksimiannos kertoo suurimman annoksen, jonka voi kyseisessä säätilanteessa saada tietyllä etäisyydellä. Ilmansuunta, jolla tämä maksimiannos saavutetaan, vaihtelee vallitsevan tuulensunnan mukaan. Tämä menettely yliarvioi säteilyannoksia, koska menetelmä olettaa, että maksimiannos voidaan saavuttaa myös sellaisessa ilmansunnassa, jossa todellisuudessa ei oleskele ihmisiä jatkuvasti (esimerkiksi merellä). Näiden maksimiannosten perusteella muodostetaan jokaiselle etäisyydelle oma jakaumafunktio, josta määritellään 95 prosentin yläfraktiili. Tarkastelutapaa yliarvioi annoksia esimerkiksi verrattuna tarkastelutapaan, jossa annokset lasketaan sen mukaan, miten asutus sijoittuu todellisuudessa laitoksen ympäristöön. Tällaista tarkastelutapaa käytetään myöhemmin esimerkiksi rakentamislupa-vaiheen analyyseissä.

Taulukossa 7-18 on esitetty vertailu tässä YVAssa käytettyjen ja vuoden 2008 YVAN mallinnusoletusten suhteen.

### **7.13.1.2 Vakavan onnettomuuden aiheuttamat säteilyannokset**

Mahdollisesti tarvittavien väestönsuojelutoimenpiteiden arvioimiseksi on laskettu elimistöön kulkeutuvista radioaktiivisista aineista aiheutuva säteilyannos kolmena eri ajanjaksona:

- kahden ensimmäisen vuorokauden aikana
- seitsemän ensimmäisen vuorokauden aikana
- koko eliniän aikana.

Päästön aiheuttamat säteilyannokset on esitetty taulukossa 7-19. On huomioitava, että päästön aiheuttamat säteilyannokset saadaan vain päästön kulkeutumissuunnassa.

**Taulukko 7-19.** Vakavasta reaktorionnettomuudesta aikuiselle ja lapselle aiheutuvat säteilyannokset (95 % fraktiili) 1-5 kilometrin etäisyyksillä laitospaikasta.

Etäisyys (km)	Lapsen saama säteilyannos (mSv)			Aikuisen saama säteilyannos (mSv)		
	2 päivän aikana	7 päivän aikana	Elinikäinen (70 v)	2 päivän aikana	7 päivän aikana	Elinikäinen (50 v)
1	22,8	29,3	690	14,8	19,0	336
2	12,3	15,7	386	7,9	10,4	189
3	7,7	9,9	253	5,2	6,5	126
4	5,7	7,3	189	3,8	4,8	96
5	4,3	5,6	149	2,8	3,7	76
10	1,9	2,4	71	1,2	1,6	37
15	1,2	1,5	48	0,7	1,0	25
20	0,8	1,1	36	0,6	0,7	19
50	0,4	0,5	15	0,2	0,3	7,4
100	0,2	0,3	10	0,1	0,2	4,8
150	0,2	0,2	8	0,1	0,2	3,8
500	<0,1	<0,1	<3	<0,1	<0,1	<2
1000	<0,1	<0,1	<2	<0,1	<0,1	<1

Onnettomuuden jälkeisten kahden ja seitsemän vuorokauden aikana kertyvä säteilyannos aiheutuu hengityksen kautta kehoon joutuneesta aktiivisuudesta sekä ulkoisesta säteilystä, eli ilmapirtausten mukana ohi kulkevan päästöpilven ja maassa olevan laskeuman säteilystä. Näissä laskeumaissa ei huomioida ravinnon kautta elimistöön joutuvia radioaktiivisia aineita. Pidemmällä aikavälillä maassa oleva laskeuma siirtyy osin kasveihin ja tätä kautta ravintoon, jolloin laskeuma-alueella tuotetun ravinnon kautta saatava säteilyannos on merkityksellinen. On kuitenkin todennäköistä, että saastuneiden ravintotuotteiden käyttöä välletään ja näin ollen myös ravinnon kautta saatavalta säteilyannoksesta vältetään ainakin osittain. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että 50 vuoden aikana suomalainen saa muista lähteistä, lähinnä luonnon taustasäteilystä, keskimäärin noin 184 mSv säteilyannoksen (STUK 2013f). Lisäksi esimerkiksi ihminen, joka asuu sellaisessa paikassa, jossa hän altistuu talousveden tai huoneilman kautta runsaasti radonille, voi saada 50 vuoden aikana jopa yli 1500 mSv säteilyannoksen (STUK 2013u).

Mallinnetun vakavan onnettomuuden seurauksena on tarpeen evakuoida henkilöt, jotka asuvat alle kahden kilometrin päässä laitokselta. Evakuointitarve johtuu lapsille aiheutuvista säteilyannoksista. Aikuisille ei arvioida aiheutuvan evakuoinnin edellyttämää säteilyannosta yli kilometrin päähän laitokselta, eli mantereella annosraja ei ylitä rajatun laitosalueen ulkopuolella. Käytännössä evakuointi kuitenkin toteutetaan ydinvoimalaitoksen suojavajöhykkeellä (noin 5 kilometrin etäisyydellä) aina, jos on olemassa uhka merkittävälle radioaktiivisten aineiden päästölle ympäristöön. Sisälle suojautumiseksi tulee tarve korkeintaan kolmen kilometrin päässä laitokselta. Taulukossa 7-20 on esitetty tarvittavia väestönsuojelutoimenpiteitä 1–5 kilometrin etäisyydellä laitoksesta.

Taulukossa 7-21 on esitetty päästöstä aiheutuvat kilpirau-

hasannokset päästön kulkeutumissuunnassa eri etäisyyksillä ja eri ajanjaksoilla. Lasten on syytä ottaa joditabletti aina viiden kilometrin etäisyydelle saakka. Aikuisten ei ole tarve ottaa joditablettia.

Mallinnustulokset osoittavat, että viranomaisrajat väestönsuojelutoimenpiteiden tarpeelle alittuvat. Tuloksia on verrattu viranomaisrajoihin taulukossa 7-20. Taulukossa on myös esitetty päästön keston herkkystarkastelun tulokset (24 tunnin päästö). Oletettu kolme kertaa nopeampi päästö aiheuttaa väestönsuojelutoimenpiteitä pitemmällä etäisyydellä laitospaikasta, mutta myös tämän herkkystarkastelun tulokset alittavat viranomaisrajat.

Jos oletetaan päästökäsi viisinkertainen päästö 72 tunnin aikana, joka vastaisi INES-7 -luokan onnettomuutta, evakuointi olisi tarpeen noin viiden kilometrin etäisyydelle ja sisälle suojautuminen noin kymmenen kilometrin etäisyydellä laitoksesta. Näin suuri päästö on teoreettisesti mahdoton jalokaasujen osalta, sillä reaktorista vapautuisi viisi kertaa enemmän jalokaasuja, kuin siellä kaiken kaikkiaan on.

#### Eri nuklidien ja altistumisreittien osuudet

Tehtyjen annoslaskujen osalta on tarkasteltu myös eri altistumisreittien ja eri nuklidien osuuksia säteilyannoksista. Annosreittien ja nuklidien osuudet annoksista riippuvat muun muassa säätälanteesta, tarkastellusta etäisyydestä laitokselta ja tarkastelujaksosta päästön alkuhetkestä. Altistumisreittien suhteen on tarkasteltu seitsemän päivän aikana tullutta annosta kahden kilometrin etäisyydellä laitokselta. Tulokset on esitetty kuvassa 7-49. Seitsemän päivän ajanjaksossa ei huomioida ravinnon kautta saatuja annoksia. Annoksesta 57 prosenttia tulee päästöpilven suorasta gammasäteilystä.

Kuvassa 7-50 on esitetty altistumisreittien osuudet elinikäisannoksissa kahden kilometrin etäisyydellä laitokselta. Toisin kuin ensimmäisen seitsemän päivän aikana saadussa annoksessa, elinikäisannoksessa suoraan pilvestä saatu

**Taulukko 7-20.** Tarvittavat väestönsuojelutoimenpiteet ja etäisyydet, joilla toimenpiteitä on tehtävä. Tulokset on esitetty varsinaisen tarkastelun kohteena olevan 72 tunnin päästön, sekä herkkyystarkastelupäästön tapauksissa (95 % fraktiilin mukaan määritelty).

	Annosraja	Etäisyys, jonka sisällä tarve suojelutoimenpiteelle		Asetuksen määräämä pisin etäisyys, jolla saa tulla väestönsuojelutoimenpiteitä
		72 h päästö	Herkkyystarkastelu 24 h päästö	
<b>Evakuointi</b>	20 mSv / viikko, lapset	2 km	3 km	noin 5 km (suojaväyhyke)
	20 mSv / viikko, aikuiset	1 km	3 km	noin 5 km (suojaväyhyke)
<b>Sisälle suojaautuminen</b>	10 mSv / 2 päivää, lapset	3 km	5 km	noin 20 km (varautumisalue)
	10 mSv / 2 päivää, aikuiset	2 km	4 km	noin 20 km (varautumisalue)
<b>Joditablettien nauttiminen</b>	10 mGy/ 2 päivää, lapsille kilpirauhasen annos	5 km	15 km	Ei määritelty
	100 mGy/ 2 päivää, aikuisille kilpirauhasen annos	Ei tarvetta	1 km	Ei määritelty

**Taulukko 7-21.** Lapsen ja aikuisen saamat kilpirauhasannokset päästön jälkeen 1-150 kilometrin etäisyydellä laitoksesta. (95 % fraktiili).

Etäisyys (km)	Lapsen saama kilpirauhasannos (mGy)			Aikuisen saama kilpirauhasannos (mGy)		
	2 päivän aikana	7 päivän aikana	elinikäinen	2 päivän aikana	7 päivän aikana	elinikäinen
1	112	136	8579	53	66	1501
2	63	78	4985	31	38	859
3	40	48	3158	19	24	563
4	29	35	2364	14	16	396
5	21	25	1844	10	12	309
10	9	11	816	4	5	146
15	6	7	546	3	3	95
20	4	5	394	2	2	72
50	3	3	199	1	1	34
100	2	2	132	1	1	23
150	1	2	106	1	1	18

säteily ja sisään hengitetyn ilman osuudet kokonaisannoksesta ovat pieniä. Tämä johtuu siitä, että onnettomuus päästön jälkeen pilvi kulkeutuu nopeasti ohi ja ilman aktiivisuustaso palaa entiselle tasolle. Merkittävin altistusreitti elinikäisannoksissa on ravinnon kautta saatu annos ja gammasäteily laskeumasta, jotka yhteensä aiheuttavat 97 prosenttia annoksesta.

Poroa syöville ihmisille aiheutuva säteilyannos on arvioitu erikseen, koska Lapin karu ja niukkaravinteinen luonto edistää laskeuman radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ravintoketjuihin. Pohjoisen jäkälä-poro -ravintoketju onkin erittäin tehokas cesiumin kerääjä. Keskimäärin suomalainen syö poroa noin 0,6 kg vuodessa. Toisaalta Lapissa syrjäisemmillä seuduilla porotaloutta harjoittavien henkilöiden on raportoitu syövänsä maksimissaan jopa puoli kiloa poronlihaa päivässä. Olettaen, että näin tehdään vuoden jokaisena päivänä, poronlihan kulutus olisi noin 180 kilogrammaa vuodessa. Hanhikiven niemi sijaitsee noin 100 kilometrin

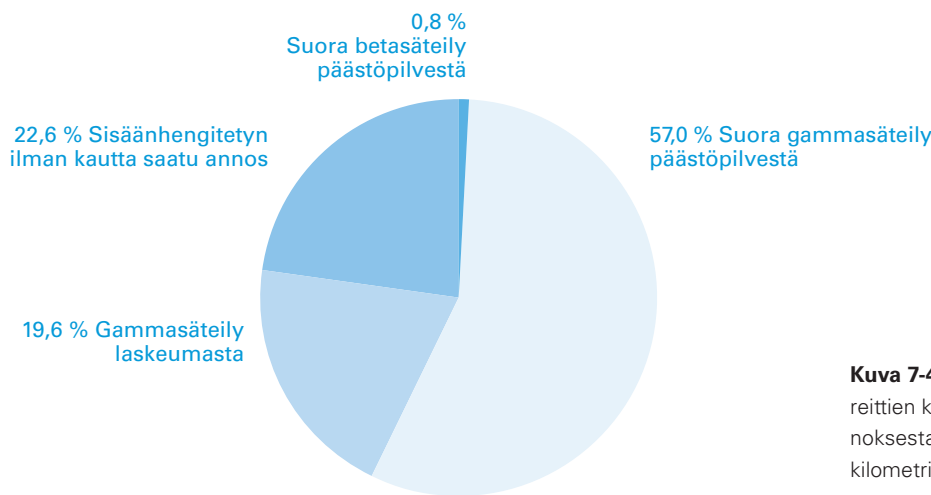
päästä poronhoitolaissa (848/1990) määrätystä lähimmästä poronhoitoalueesta. Mallinnuksen mukaan tyyppiselle suomalaiselle aiheutuu maksimissaan noin 0,05 mSv lisäannos poronlihan syömisestä. Ellei minkäänlaisiin käyttörajoituksiin tai porojen suojaustoimenpiteisiin ryhdytä, voi runsaasti poronlihaa syöväälle henkilölle aiheutua noin 14 mSv säteilyannos poronlihasta, jos poro on peräisin pahimalta laskeuma-alueelta.

### 7.13.1.3 Vakavan onnettomuuden vaikutukset

#### Säteilyaltistuksen vaikutukset

Tutkitulla vakavalla reaktorionnettomuudella ei ole suoria tai välittömiä terveysvaikutuksia lähiympäristön ihmisille. Säteilyannokset ovat ensimmäisen kahden vuorokauden aikana ilman suojaustoimenpiteitä korkeintaan 23 mSv, joka on huomattavasti alle veren kuvan muutoksen havaitsemisrajan 500 mSv.





**Kuva 7-49.** Merkittävimpien altistumisreittien keskimääräiset osuudet säteilyannoksesta seitsemän päivän aikana kahden kilometrin etäisyydellä laitoksesta.

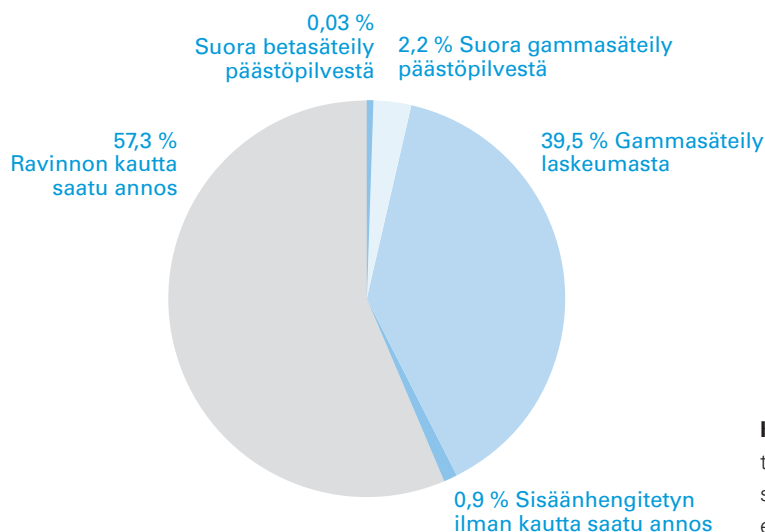
Säteilyaltistuksen myöhemmin ilmeneviä satunnaisvaikutuksia voidaan arvioida ainoastaan tilastollisesti. Tilastollisessa arvioinnissa oletetaan, että säteilyannos kohdistuu samansuuruisena suurelle määrälle ihmisiä. Säteilyannoksen yksilöriskistä voidaan laskea odotusarvo säteilyn aiheuttamalle terveysvaikutusten ilmenemiselle suuressa väestömäärässä, eli väestössä todennäköisesti ilmenevien terveysvaikutusten lukumäärä. Yksittäisen myöhemmin ilmenevän terveysvaikutuksen liittäminen onnettomuuden aiheuttamaan säteilyaltistukseen on käytännössä mahdollonta luvussa 4.6 kuvattujen syiden takia.

Kansainvälinen säteilysuojelukomitea ICRP on arvioinut, että 1 000 mSv säteilyannokselle altistuminen lisää pienillä annoksilla ja annosnopeuksilla syöpäriskiä 5,5 prosenttia (ICRP 2007). Ilman onnettomuuden lisävaikutusta todennäköisyys sairastua syöpään 70. ikävuoteen mennessä on suomalaisilla 15–20 prosenttia ja naisilla noin 15 prosenttia (Pukkala ym. 2006). Nämä muista kuin onnettomuuden aiheuttamasta säteilyannoksesta aiheutuvat syövät ovat niin todennäköisiä, että onnettomuuden aiheut-

tama lisäriski syövän aiheutumiselle on tilastollisesti merkitsetön kaikilla etäisyyksillä.

Päästön aiheuttama säteilyannos viiden kilometrin etäisyydellä on lapselle noin 150 mSv 70 vuoden aikana ja aikuiselle noin 76 mSv 50 vuoden aikana. Annokset ovat pienempiä kuin mitä keskimääräinen suomalainen saa vastaavana aikana luonnossa olevista radioaktiivisista aineista. Jos lapsi on 1-2 -vuotias onnettomuuden sattuessa, niin tämän säteilyannoksen voidaan arvioida lisäävän hänen riskiä sairastua syöpään 70. ikävuoteen mennessä noin 0,8 prosenttia. Aikuisella, joka on onnettomuushetkellä 20-vuotias, vastaava lisäriski 70. ikävuoteen mennessä on noin 0,4 prosenttia.

Säteilystä aiheutuvat haitalliset vaikutukset sikiölle ilmenevät vasta varsin suurilla annoksilla (Paile 2002). Säteilyn vaikutuksia raskauteen ei ole pystytty osoittamaan muualla kuin Hiroshiman ja Nagasakin ydinräjähdyksissä eloonjääneillä (Auwinen 2004). Esimerkiksi viiden kilometrin etäisyydellä asuva raskaana oleva nainen saa onnettomuuden seurauksena korkeintaan viikon aikana 5,6 mSv:n annoksen. Onnettomuudesta aiheutuva annos ei ole suuri, sillä jo luonnonsä-



**Kuva 7-50.** Merkittävimpien altistumisreittien keskimääräiset osuudet säteilyannoksesta koko eliniän aikana kahden kilometrin etäisyydellä laitoksesta.

teily aiheuttaa koko raskauden aikana kehittyvälle sikiölle yhteensä noin yhden mSv säteilyannoksen (Paile 2002).

Säteilyannosten laskemiseen käytetyt menetelmät sisältävät merkittävän määrän oletuksia, jotka yliarvioivat laskeumaa ja säteilyannoksia. Esimerkiksi väestönsuojelutoimenpiteiden vaikutuksia annoksiin ei ole huomioitu. Todellisessa tilanteessa säteilyannokset jäävät suurella todennäköisyydellä selvästi esitetyjä annoksia pienemmiksi. Ydinvoimalaitoksen poikkeus- ja onnettomuustilanteiden valmiussuunnittelu perustuu ydinvoimalaitostyyppille tehtyihin tarkkoihin onnettomuusmallinnuksiin ja sijaintipaikan sääolosuhteiden erityispiirteiden tarkkaan huomioimiseen.

### Radioaktiivisen laskeuman vaikutukset

Laskeumalla tarkoitetaan onnettomuuden päästöstä peräisin olevia radioaktiivisten aineiden hiukkasia, jotka laskeutuvat painovoiman ja sateen ansiosta maan pinnalle, kasveihin ja vesistöihin. Laskeuman radioaktiiviset aineet voivat kertyä kasveihin ja kulkeutua marjoihin ja sieniin ja siirtyä edelleen muuhun eliöstöön.

Maa- ja vesialueiden sekä ravinnon radioaktiivisen saastumisen havainnollistamiseksi tarkastellaan radioaktiivisen jodin (I-131), cesium-134:n (Cs-134), cesium-137:n (Cs-137) ja strontium-90:n (Sr-90) laskeumaa eri etäisyyksillä ydinvoimalaitoksesta. Nämä ovat merkittävimmät radionuklidit säteilyaltistuksen kannalta. Jodi-131:n puoliintumisaika on noin kahdeksan vuorokautta, joten siitä aiheutuva kontaminaatio on huomattavasti lyhytaikaisempaa kuin cesium-137:stä tai strontium-90:stä, joiden puoliintumisaikat ovat noin 30 vuotta. Cesium-134:n puoliintumisaika on noin kaksi vuotta. Lyhytikäisestä jodi-131:stä aiheutuva säteilyannos voi olla merkittävä laskeumatilanteen alkuvaiheessa, erityisesti jos laskeuma aiheutuu kasvukaudella. Jodi-131 varastoituu kilpirauhaseen ja aikaansaa nimenomaan kilpirauhaseen kohdistuvan säteilyannoksen. Cesium-137 ja strontium-90 ovat merkittäviä erityisesti pitkäaikaisen säteilyaltistuksen kannalta.

Jalokaasut vapautuvat reaktorin vaurioituessa nopeasti, mutta niiden vaikutus on suhteellisesti pienempi kuin muiden päästön sisältävien 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 2004b). Näin ollen jalokaasujen aiheuttama säteilyaltistus ei ole merkittävä etäimmällä ydinvoimalaitoksesta (yli 20 km) eikä aiheuta välitöntä vaaraa laitosalueen ulkopuolella pahimmissakaan tapauksissa.

Taulukossa 7-22 on esitetty merkittävimpien nuklidien laskeuma päästön kulkeutumissuunnassa eri etäisyyksillä laitokselta.

Taulukossa 7-23 on esitetty tarkastellun päästön aiheuttamat radioaktiivisuuspitoisuudet eri elintarvikkeissa. Ravinnoksi käytettävien maataloustuotteiden, kuten kasvien, maidon ja lihan osalta ei ole tarvetta laajoille pitkäaikaisille käyttörajoituksille. Jos kotieläimiin tai ravinnontuotantoon kohdistuvia suojelutoimenpiteitä ei tehdä, voidaan joutua antamaan käyttörajoituksia alle 40 kilometrin etäisyydellä sijaitseville alueille päästön kulkeutumissuunnassa siksi aikaa, kunnes cesiumpitoisuudet ovat laskeneet riittävästi.

Onnettomuuden seurauksena myös erilaisia luonnon tuotteita koskevia käyttörajoituksia joudutaan antamaan niillä alueilla, joille suurin laskeuma osuu. Esimerkiksi joidenkin sienten ravintokäyttöä voidaan joutua rajoittamaan pitkäaikaisesti päästön kulkeutumissuunnassa enintään 50 kilometrin etäisyydellä sijaitsevilla alueilla. Sienten aktiivisuus riippuu erityisesti cesium-137:stä, joka on säteilyannosten kannalta tärkein metsissä esiintyvä radioaktiivinen aine. Cesiumia kertyy hyvin erilaisia määriä eri sieniin. Syötävien sienilajien välillä voi olla jopa satakertaisia eroja niiden aktiivisuuspitoisuuksissa (Pöllänen 2003).

Metsämarjojen cesium-137 -pitoisuus vaihtelee kasvupaikan ravinteisuudesta riippuen ja sen kertyminen on runsainta karuilla tai kosteilla kasvupaikoilla (Pöllänen 2003). Hirvieläimiin ja muuhun riistaan kertyvän radioaktiivisuuden määrä riippuu niiden syömien ravintokasvien sisältämien radioaktiivisten aineiden määrästä. Metsäjäniksen lihassa cesium-137:ää voi olla kaksin- tai kolminkertainen määrä saman alueen aikuiseen hirveen verrattuna, kun taas rusakossa, vesilinnuissa ja peltokanalinnuissa pitoisuus on huomattavasti pienempi (Pöllänen 2003).

Radioaktiivisten aineiden laskeuma saastuttaa myös pintavettä ja aiheuttaa näin aktiivisuuden nousua sisävesikaloissa. Suomalaisten kuluttaman järvikalan keskimääräinen cesiumpitoisuus on noin 0,20 kBq/kg (STUK 2004b). Kalojen kautta saatavan säteilyaltistuksen kannalta merkittä-

**Taulukko 7-22.** Nuklidien laskeumat 1-1000 kilometrin etäisyyksillä laitokselta (95 % fraktiili).

	Laskeuma eri etäisyyksillä (kBq/m <sup>2</sup> )								
	1 km	3 km	10 km	20 km	100 km	150 km	300 km	500 km	1000 km
Cs-134	640	220	79	37	8,5	5,8	3,0	1,9	0,97
Cs-137	330	140	49	23	6,0	4,2	2,3	1,4	0,79
Sr-90	51	17	6,2	2,9	0,67	0,46	0,24	0,15	0,08
I-131 (aerosoli muodossa)	5700	1900	690	320	78	53	28	17	9,0
I-131 (elementaari muodossa)	1700	630	140	64	11	7,3	3,3	1,9	0,87

**Taulukko 7-23.** Päästöstä seuraava laskeuma ja sen aiheuttamat elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuudet 1-1000 kilometrin etäisyyksillä laitokselta (95 % fraktiili).

	Aktiivisuuspitoisuus eri elintarvikkeissa eri etäisyyksillä laitokselta (kBq/kg)									
	1 km	3 km	10 km	20 km	100 km	150 km	300 km	500 km	1000 km	Viranomaisraja (STUK 2012b)
Poronliha, Cs-137+Cs-134	ei Lappia vastaavia olosuhteita				5,9	3,9	2,0	1,2	0,58	<b>0,6</b>
Maito, I-131	12	4,2	1,1	0,51	0,1	0,06	0,03	0,02	0,01	<b>0,5</b>
Maito, Cs-137+Cs-134	6,5	2,3	0,68	0,32	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	<b>1,0</b>
Lihat tuotteet, Cs-137+Cs-134	39	14	4,1	1,9	0,39	0,26	0,13	0,08	0,04	<b>1,25</b>
Sisävesikala, Cs-137+Cs-134	97	36	14	6,6	1,7	1,2	0,64	0,41	0,22	<b>0,6</b>
Sisävesikala, I-131	24	8,3	3,0	1,4	0,32	0,22	0,11	0,07	0,04	<b>2,0</b>
Sienet, Cs-137+Cs-134	16	5,7	1,7	0,8	0,16	0,11	0,05	0,03	0,02	<b>0,6</b>

vin radioaktiivinen aine laskeumassa on cesium-137, sillä se kulkeutuu kalan syötäviin osiin. Strontium-90 sen sijaan kulkeutuu kaloissa ruotoihin, joita ei yleensä syödä. Ravintonaan planktonia käyttävien kalalajien, kuten muikun ja särkikalajien cesium-137:n aktiivisuuspitoisuus on suurimmillaan muutaman kuukauden kuluttua laskeumasta. Tämän jälkeen pitoisuus alkaa pienentyä, koska planktonkanta uusiutuu nopeasti. Petokalojen, kuten hauen ja kuhan aktiivisuuspitoisuudet saavuttavat pitkän ravintoketjun vuoksi maksiminsa hitaammin.

Niukasti ravinteita sisältävissä järvissä cesiumia siirtyy kaloihin enemmän kuin runsasravinteisissa, vaikka laskeuma järviin olisi ollut yhtä suuri järven tilavuusyksikköä kohden. Kalojen cesiumpitoisuus vähenee hitaammin pienissä ja niukkaravinteisissa järvissä, joiden vesi vaihtuu hitaasti. On arvioitu, että Tshernobylin onnettomuuden jälkeen cesium-137:n väheneminen kaloissa laskeumaa edeltäneelle tasolla vei yli 20 vuotta niillä alueilla, jonne cesium-137 -laskeumaa tuli eniten. (Pöllänen 2003) Suurimmat Tshernobylistä aiheutuneet laskeumat Suomessa olivat noin 45–80 kBq/m<sup>2</sup> (STUK 2013j). Muun muassa Etelä-Päijänne kuului suurimman laskeuman alueelle (STUK 2013v). Etelä-Päijänteen hauen aktiivisuuspitoisuus laski onnettomuuden jälkeen Euroopan unionin säätämän enimmäispitoisuuden alle noin kuudessa vuodessa, kun muikun osalta tähän meni noin vuosi (Pöllänen 2003). Tässä YVAssa tarkastellussa päästötapauksessa noin 50 kBq/m<sup>2</sup> cesium-137-laskeuma voi tapahtua enintään noin 10 kilometrin etäisyydellä onnettomuuspaikasta. Kalojen, erityisesti petokalojen, aktiivisuuspitoisuus voi kuitenkin olla yli luonnontuotteiden suositusrajan 300 kilometriin saakka laitokselta päästön kulkeutumisen suunnassa.

Meriympäristössä laskeuman vaikutukset ovat yleensä vähäisemmät kuin järvissä, sillä suuremman vesimäärän vuoksi radioaktiivisten aineiden pitoisuudet laimenevat meressä tehokkaammin kuin järvissä. Tshernobylin onnettomuuden jälkeen suurimmat cesium-137 -pitoisuudet Itäme-

ren kaloissa olivat alle kymmenesosa järvikalajien maksimipitoisuuksista (Pöllänen 2003).

Toukokuussa 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden jälkeen Lapin jäkäläkoissa oli keskimäärin 1,0 kBq/m<sup>2</sup> cesium-137:ää. Cesiumin pitoisuuden nousu poronlihassa tuli näkyviin talviteurastusten alettua, jolloin keskimääräinen cesium-137:n aktiivisuuspitoisuus poronlihassa oli noin 0,70 kBq/kg. Viisitoista vuotta onnettomuuden jälkeen pitoisuus oli alle 0,20 kBq/kg (Pöllänen 2003). EU:n komission suosituksen mukaan luonnonvaraisten elintarvikkeiden kaupassa EU-alueella on noudatettava pitoisuusrajaa 0,60 kBq/kg (suositus 2003/274/Euratom).

Laskeuman seurauksena poronlihan käyttöä jouduttaiisiin rajoittamaan, jos päästö kulkeutuu poronhoitoalueen suuntaan. Poronhoitoalue alkaa runsaan 100 kilometrin etäisyydellä Pyhäjoen laitospaikasta. Lähimpänä laitosta elävillä poroilla cesiumpäästö voi aiheuttaa 7,7 kBq/kg pitoisuuden poronlihaan. Pitoisuus on samaa suuruusluokkaa kuin poroissa mitatut arvot 1960-luvulla ydinasekokeiden jälkeen (Pöllänen 2003). Ydinvastuulain perusteella ydinvoimalaitoksen toimiluvan haltija on velvollinen korvaamaan onnettomuudesta aiheutuvat vahingot, joihin myös poronlihan pilaantumisen voidaan katsoa kuuluvan.

#### 7.13.1.4 Vakavan onnettomuuden jälkihoitotoimet

Vakavan onnettomuuden jälkihoitotoimista on säädetty STUK:n laatimassa ohjeessa VAL 2, Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa. Ihmisiin, elinympäristöön, tuotantoon ja liikenteeseen kohdistuvien suojelutoimien käynnistämiseksi, jatkamiseksi, lieventämiseksi ja lopettamiseksi on VAL 2 -ohjeessa annettu kriteerejä, joiden lisäksi toimenpiteiden valinnassa käytetään tapaus- ja olosuhdekohtaista harkintaa. Suojelutoimet ydinvoimalaitosonnettomuuden jälkivaiheessa on esitetty kuvassa 7-51. Monista toimista syntyy radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä, joiden käsittely on myös ohjeistettu VAL 2 -ohjeessa.

### 7.13.1.5 Vakavan onnettomuuden sosiaaliset vaikutukset

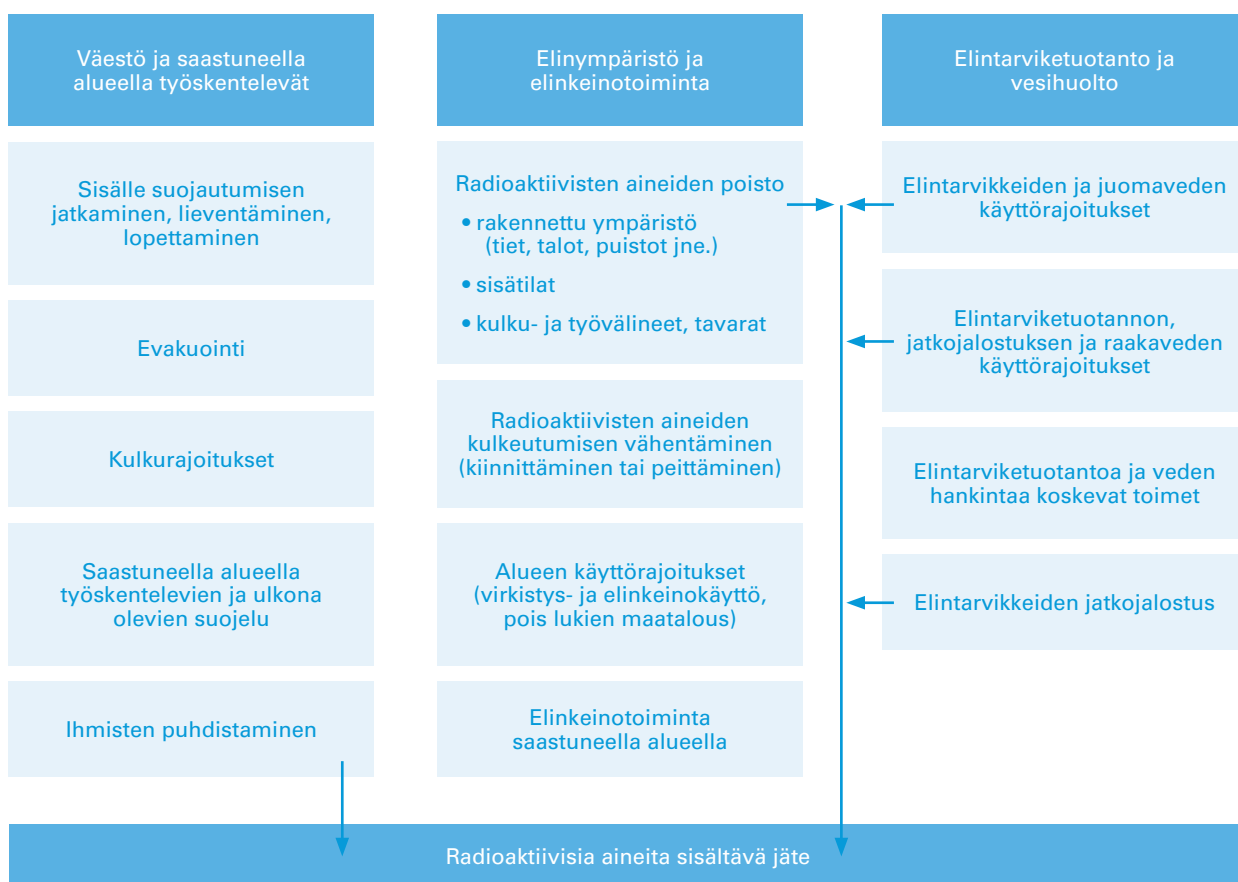
Varautumista vakavan ydinvoimaonnettomuuden aiheuttamiin seurauksiin on selvitetty Kolarctic ENPI CBC -ohjelmaan kuuluvassa, EU-rahoitteisessa CEEPRA-hankkeessa (Collaboration Network on EuroArctic Environmental Radiation Protection and Research). Osana hanketta selvitetään mahdollisen ydinonnettomuuden sosiaalisia vaikutuksia. Päätaavoitteena on ymmärtää radioaktiivisen laskeuman aiheuttaman saastumisen vaikutuksia ja vaikutusmekanismeja sosiaalisesta näkökulmasta. Hankkeessa käytetään kuvitteellista esimerkkiä, jossa onnettomuuden on ajateltu tapahtuvan suunnitteilla olevalla Hanhikiven ydinvoimalaitoksella Pyhäjoella. Hankkeessa tutkitaan myös ehdotuksia ja suosituksia, miten varautua mahdollisiin onnettomuustilanteisiin ja vähentää haitallisia sosiaalisia vaikutuksia. Hankkeesta saatuja tuloksia on esitetty seuraavissa kappaleissa. (CEEPRA 2013)

Tutkimuksen mukaan sosiaaliset vaikutukset ilmenevät ympäristössä tapahtuvien fyysisten muutosten kautta. Vaikutukset ovat riippuvaisia radioaktiivisen laskeuman säteilytasosta, altistuvien yhteisöjen tai ihmisten määrästä laskeuma-alueella sekä alueen ja sen toimintojen herkyydestä tai merkityksestä jokapäiväisessä elämässä. Voimakkaimmin saastuneilla alueilla elinot ja viihtyvyys heikentyvät

nykytasostaan merkittävästi. Voidaan kuitenkin arvioida, että kaupunkiympäristöjen elinolo- ja viihtyvyysvaikutukset jäävät hieman vähäisemmäksi kuin maaseutumaisen asuin- ja elinympäristöjen. Syynä tähän on asukkaiden intensiivisempi luonnossa liikkuminen, luonnonantimien hyödyntäminen sekä luontosuhteen merkitys maaseutumaisissa ympäristöissä, joissa myös kotitarvekeräilyllä ja alkutuotannolla (esimerkiksi maanviljely, liha- ja lypsykarjatalous) on merkitystä elinkeinoina ja elämäntapana. (CEEPRA 2013)

Voimakkaimmin saastuneilla alueilla myös alueiden sosiaalisen luonteen muutos ja koetun ympäristön muutos voivat olla merkittäviä. Alueen vetovoimaisuus asuinympäristönä kärsii, terveyden ja turvallisuuden tunne heikentyvät ja alueen ominaispiirteille tärkeiden luonnonresurssien hyödyntäminen voi vähentyä. Vaikka suoria fyysisiä terveysvaikutuksia ei olisi, voidaan kuitenkin arvioida, että huoli koettuun terveydentilaan ja turvallisuuden tunteeseen liittyvistä muutoksista on merkittävä. Koetut vaikutukset ovat yksilöllisiä ja niissä voi eri väestöryhmien tai yksilöiden välillä olla suuriakin eroja. (CEEPRA 2013)

Sosio-ekonomisesta näkökulmasta vaikutukset ja muutokset kohdistuvat saastuneimmilla alueilla luontoon perustuviin toimeentulomahdollisuuksiin, kuten alku- ja elintarviketuotantoon. Niiden elinkeinon ja toimeentulojen, jotka perustuvat luonnonantimien hyödyntämiseen,



Kuva 7-51. Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa. (STUK 2012b)

voidaan arvioida kärsivän eniten. Näitä ovat erityisesti kala-, riista- ja porotalous sekä alat, joilla luonnonantimia hyödynnetään vientituotteina. (CEEPRA 2013)

### 7.13.2 Rakentamisen aikaiset poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Ydinvoimalaitoksen rakennustyömaan työkoneet ja -laitteet kuluttavat polttoöljyä ja voiteluöljyä. Osien ja laitteiden puhdistamisessa käytetään kemikaaleja. Nämä kemikaalit voidaan varastoida työmaa-alueella.

Polttoaineen tankkauksen aikaiset vuodot ja työkoneiden öljyvuodot ovat yleensä pieniä ja jäävät enimmillään muutamaan litraan. Öljyvuoto nuhraa maan ja asfaltin pintaa, mutta öljyvuoto ei etene maaperästä pohjaveteen tai vesistöön. Suurempi öljyvuoto voi tapahtua polttoöljysäiliön tai kemikaaliastian rikkoontuessa tai kemikaaleja kuljettavan ajoneuvon joutuessa liikenneonnettomuuteen valtatiellä 8 ja Hanhikiven niemelle johtavalla tiellä.

Liikenneonnettomuuden tapahtuessa enintään kuljetettavan säiliön tilavuus kemikaalia voi vapautua ympäristöön. Kemikaalin kuljetus tapahtuu vaarallisten kemikaalien kuljetusta koskevien määräysten (VAK) mukaan. VAK-määräykset asettavat ehtoja muun muassa kuljettajan pätevyydelle ja kuljetuskalustolle. Valtatie 8:n ja Hanhikiven niemelle johtavan tien turvallisuusjärjestelyjä on kuvattu luvussa 7.8.

Työmaaolosuhteissa polttoöljysäiliöt ovat yleensä 1-2 kuution farmarisäiliöitä. Muut kemikaaliastiat ovat tyyppillisesti esimerkiksi 20 litran muovikanistereita tai 100 litran voiteluöljytynnyreitä. Pienastioiden vuodot rajoittuvat rakennustyömaalle alueelle, jossa kemikaaliastia sijaitsee. Polttoöljysäiliön vuoto imeytyy maaperään tai voi kulkeutua oja pitkin vesistöön, jos vuotoa ei havaita riittävän ajoissa. Vuodon sattuessa pilaantunut maaperä poistetaan ja toimitetaan pilaantuneiden maiden käsittelyyn luvan saaneelle jäteyhtiölle käsiteltäväksi.

Koneiden ja laitteiden öljyvuotoja voidaan vähentää säännöllisellä huollolla. Työkoneiden polttoaineiden varastosäiliöiden tulee olla kaksoisvaippasäiliöitä. Rakennustyömaan aikaisten tankkausalueiden maaperän pilaantuminen estetään rakentamalla tankkausalue tiiviistä asfaltista tai vastaavasta rakenteesta, joka estää vuotojen imeytymisen maaperään. Myös rakentamisen aikainen kemikaaliastioiden tilapäinen varastointi toteutetaan siten, että kemikaalit varastoidaan katetussa tilassa, jossa on tiivis pohjarakenne.

Rakennustyömaalla työskentelee satoja ihmisiä monista yrityksistä, useista maista ja työskentely tapahtuu useilla eri kielillä. Vaativa työskentely-ympäristö voi lisätä työtapa-turmien ja onnettomuuksien mahdollisuutta. Esimerkiksi räjäytystöissä, korkealla tapahtuvissa töissä ja kemikaalien käsittelyssä tapahtuvat onnettomuudet voivat aiheuttaa henkilövahinkoja. Urakoitsijoita ja aliurakoitsijoita edellytetään onnettomuuden sattuessa ryhtymään välittömästi torjunta- ja ensiaputoimiin onnettomuuden vaikutusten rajoittamiseksi. Kaikista kemikaalivuodoista ja työtapa-turmista ilmoitetaan rakennustyömaan johdolle työmaan ympäristö- ja työterveysturvallisuusjärjestelmän mukaisesti.

Jotta onnettomuustilanteilta vältytään, henkilöstö koulutetaan ja perehdytetään turvallisiin työskentelytapoihin

ja työmaaohjeisiin huolellisesti. Sekä koulutukseen että henkilövahinkojen torjumiseen ja ympäristöonnettomuuksien ehkäisyyn laaditaan ohjeistus ja henkilöstöltä vaaditaan asianmukaiset pätevyudet.

### 7.13.3 Käytön aikaiset muut poikkeus- ja onnettomuustilanteet

#### 7.13.3.1 Säteilyvaaraa aiheuttavat onnettomuudet

Vakavan ydinonnettomuuden lisäksi laitosalueella voi tapahtua muita poikkeus- ja onnettomuustilanteita, joista voi aiheutua säteilyvaaraa. Tällaisia ovat esimerkiksi radioaktiivisen jätteen ja käytetyn polttoaineen käsittelyyn, varastointiin sekä kuljetuksiin liittyvät toiminnot. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) mukaiset vakavat onnettomuudet on käsitelty luvussa 7.13.1.

Muut säteilyvaaraa aiheuttavat tapahtumat huomioidaan laitoksen suunnittelussa ja tapahtumia käsitellään kattavasti Säteilyturvakeskukselle tehtävissä turvallisuusselvityksissä. Näitä muita säteilyvaaratapahtumia ovat muun muassa:

- Palava neste tai sähkövika aiheuttaa tulipalon tai räjähdysten jätteenkäsittelytiloissa, jonka seurauksena radioaktiivista materiaalia pääsee leviämään ympäristöön.
- Luonnonilmion tai laitoksen sisäisen käyttötoiminnan aiheuttama tulviminen levittää radioaktiivisia aineita ympäristöön.
- Radioaktiivisen jätteen säiliön tiiveys pettää esimerkiksi kolhun tai putoamisen seurauksena, jolloin radioaktiivista materiaalia voi päästä leviämään laitosalueelle.
- Työntekijä viiptyy tarkoituksellisesti säteilevissä tiloissa ja saa ohjeavot ylittävän säteilyannoksen.

Onnettomuuksiin radioaktiivisten jätteiden käsittelyssä ja varastoinnissa voimalaitosalueella varaudutaan monella tapaa. Tulipalojen ja räjähdysten ehkäiseminen ja rajoittaminen huomioidaan ensisijaisesti tilasuunnittelulla ja paloteknisellä osastoinnilla. Helposti syttyvien jätteiden pitkäaikaisista varastointia vältetään ja tiloissa käytetään materiaaleja, jotka ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä. Tiloihin asennetaan sekä palonilmaisinta että palonsammutusjärjestelmiä, joilla tulipalot voidaan havaita ja estää ennen tilanteen kehittymistä vakavammaksi. Tiloissa on myös säteilymittausjärjestelmiä, joiden avulla mahdolliset häiriö- ja onnettomuustilanteet voidaan havaita. Useimmissa onnettomuustilanteissa päästöt rajoittuvat todennäköisimmin vain ydinvoimalaitosalueelle eikä niillä ole merkittäviä ympäristövaikutuksia lähiympäristöön.

Matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitustiloissa ainoastaan tulipalolla voisi olla vaikutuksia ympäristöön, mikäli radioaktiivisia aineita pääsisi varoimista huolimatta leviämään esimerkiksi maa- ja kallioperään tai ilma-kehään. Tulipalojen mahdollisuus otetaan huomioon ja minimoidaan varmistavilla toiminnoilla:

- Tulipalojen ehkäiseminen perustuu ensisijaisesti tilasuunnitteluun ja tilan palotekniseen osastointiin.
- Maanalaiset loppusijoitustilat varustetaan automaattisella paloilmotusjärjestelmällä.

- Maanalaiset loppusijoitustilat, joissa tulipalo voi aiheuttaa säteilyvaaraa, varustetaan kohteeseen soveltuvalla sammutusjärjestelmällä ja alkusammutuskalustolla.
- Tarvittaessa ydinjätteiden kuljetusajoneuvo varustetaan asianmukaisella palontorjuntajärjestelmällä.
- Loppusijoitustilojen materiaalit ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä.

Hyvin matala-aktiivisen jätteen pintaloppusijoitustiloissa 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 matala-aktiivisen jätteen loppusijoitustilat eivät voi täyttyä 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. Tarvittaessa suotovedet voidaan puhdistaa voimalaitoksen radioaktiivisten nestemäisten jätteiden puhdistuslaitoksella niiden laadun edellyttämällä tavalla ennen johtamisesta vesistöön. Näin taataan se, että radioaktiivisia aineita ei vapaudu merkittävässä määrin loppusijoitustilojen ulkopuolelle.

Radioaktiiviset jätteet ja käytetty ydinpolttoaine säilytetään laitosalueella asianmukaisesti niille tarkoitetuissa säiliöissä. Käytetyn ydinpolttoaineen siirto tehdään tähän tarkoitukseen suunnitellussa siirtosäiliössä. Kuljetusta varten polttoaine-elementit pakataan edelleen vahvarakenteiseen ja tiiviiseen ydinpolttoaineen kuljetussäiliöön. Radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirroissa ja kuljetuksissa tapahtuva onnettomuustilanne voisi syntyä, jos radioaktiivisen jätteen säiliön tiiveys pettäisi esimerkiksi kolhun tai putoamisen seurauksena. Tällöin radioaktiivista materiaalia pääsisi leviämään laitosalueelle tai ympäristöön. Radioaktiivisten jätteiden sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa ja siirroissa tapahtuviin onnettomuuksiin varaudutaan esimerkiksi varustamalla kuljetusajoneuvot asianmukaisilla palontorjuntajärjestelmillä.

Työntekijöiden inhimillisten virheiden aiheuttamat onnettomuustilanteet pyritään ehkäisemään ennalta. Esimerkiksi säteilevät tilat ja komponentit merkitään ja eristetään niin, että vahingossa tapahtuneet ja tarkoituksettomat säteilyaltistukset vältetään. Henkilökohtaiset dosimetrit hälyttävät säteilytason noustessa ja ohjaavat välttämään kyseistä paikkaa. Laitosalueella on oma säteily-suojeluorganisaatio, joka opastaa laitosalueella työskenteleviä ja tekee muita säteilysuojelutoimenpiteitä. Työntekijät perehdytetään onnettomuustilanteiden varalle oikeisiin menettelytapoihin.

### 7.13.3.2 Muut onnettomuustilanteet

Säteilyvaaraa aiheuttavien onnettomuuksien lisäksi muita

ympäristöonnettomuuksia, joita ydinvoimalaitoksella voi tapahtua, ovat öljyjen ja muiden kemikaalien kuljetuksissa, purku- ja lastaustapahtumissa, varastoinnissa ja käytössä mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet. Kemikaalien käyttöön liittyvien riskien vähentämiskeinoja on kuvattu maaja kallioperään sekä pohjaveteen kohdistuvien vaikutusten yhteydessä luvussa 7.5.4.

Voimalaitoksen varavoimakoneiden polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Öljy varastoidaan laitosalueella. Säiliöissä varastoidaan öljyä merkittävä määrä. Hallitsematon öljyvuoto aiheuttaa maaperän ja pohjaveden pilaantumista. Laskuojaan joutuessaan öljy aiheuttaa ojaaveden ja sedimentin likaantumista. Jos öljy lammikoituu ojaan tai päättyy mereen saakka, vesieliöt, linnut ja kalat altistuvat öljylle. Mereen joutunut öljylautta voi kulkeutua voimalaitoksen ympäristön ranta-alueille. Mahdollista on myös öljyvuodon kulkeutuminen voimalaitoksen jäähdytysveden ottovyöhykkeelle, jolloin vuoto voi vaikuttaa voimalaitoksen jäähdytysveden laatuun ja edelleen voimalaitoksen jäähdytysyksikön toimintaan. Jäähdytysveden otto on sijoitettu satama-altaan sisälle. Mahdollisessa öljyvuototilanteessa satama-aukon suulle voidaan sijoittaa öljyntorjuntapuomit.

Öljysäiliöt tullaan sijoittamaan siten, ettei mahdollinen vuoto päädy mereen. Varastosäiliöt varustetaan ylitäytön hälytysautomaatiikalla ja se sijoitetaan suoja-altaaseen, jonka tilavuus on suurempi kuin öljysäiliön tilavuus, mikä siten estää öljyvuodon leviämisen ympäristöön. Öljyvuotojen mereen pääsy estetään patoamalla laskuoja ja estämällä öljylautan leviäminen öljypuomein. Lisäksi öljysäiliön sijoittamisessa huomioidaan, ettei se ole alttiina meriveden nousulle tai poikkeuksellista sääolosuhteissa tapahtuvalle rankkasateelle. Näin varmistetaan toimivuus kaikissa olosuhteissa.

Raahen satamasta on matkaa Hanhikiven niemelle noin 15 km, ja sataman meriväylä sijaitsee noin 15 kilometrin etäisyydellä niemestä. Satamassa ei ole kemikaalien ja öljyjen varastosäiliöitä. Raahen sataman toiminnasta ei arvioida olevan vaaraa ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden otolle. Sataman kautta viedään pääosin kemian teollisuuden tuotteita. Kemikaalien tuonti ja öljyjen tuonti ja vienti sen sijaan ovat vähäistä. Kemikaalien merikuljetukset ovat kaukana Hanhikiven niemestä, eikä niiden arvioida haittaavaan onnettomuustilanteessa jäähdytysveden ottoa. Mahdollinen öljyonnettomuus epäedullisissa olosuhteissa voi levitä Hanhikiven niemen merialueelle aiheuttaen öljyntorjuntatoimenpiteitä.

Varavoimakoneiden polttoaineen lisäksi voimalaitoksella käytetään ja varastoidaan esimerkiksi happoja, emäksiä, kaasuja ja puhdistusaineita. Hapot ja emäkset voivat veteen joutuessaan aiheuttaa veden pH:n muutoksia ja vaikuttaa tilapäisesti kalojen elinympäristöön. Vuotojen mahdolliset ympäristövaikutukset ovat tilapäisiä, sillä hapot ja emäkset pyrkivät neutraloitumaan joutuessaan maaperään, pohjaveteen tai yleensä kosketuksiin veden kanssa. Rakenteissa happamien ja emäksisten kemikaalien vuodot aiheuttavat betonin ja metallirakenteiden rapautumista, mikä otetaan huomioon rakenteiden suunnittelussa.

Onnettomuudet kemikaalien varastoinnissa tai käsittelyssä ovat epätodennäköisiä, koska kemikaalien purkauslaitteisto-

jen, varastoinnin ja siirtoputkistojen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä varaudutaan häiriö- ja vahinkotilanteisiin. Kemikaalien varastosäiliöt ja kemikaalivarastot rakennetaan kemikaalilain ja sen nojalla annettujen määräysten sekä SFS-standardien mukaan. Viemäroinnin suunnittelussa varmistetaan, että mahdolliset vuodot saadaan kiinni suoja-aitaisiin, lietteen- tai öljynerotuskaivoihin tai neutralointialtaaseen.

## 7.14 Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset

### 7.14.1 Vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutukset

Ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutusten arvioimiseksi YVA-menettelyä varten on mallinnettu vakavasta reaktorinnettomuudesta syntyvän radioaktiivisen päästön leviäminen ja edelleen siitä johtuva laskeuma ja väestön säteilyannos (*Brenk Systemplanung GmbH 2013*). Päästön kokona on tarkasteltu valtioneuvoston asetuksen (717/2013) raja-arvon mukaista 100 TBq cesium-137 päästöä, joka vastaa INES 6 -luokan onnettomuutta. Lisäksi on arvioitu sitä viisi kertaa suuremman INES 7 -luokan vakavan onnettomuuden seuraukset. Mallinnusmenetelmät ja mallinnettava esimerkitapaus sekä sen vaikutukset on kuvattu tarkemmin luvussa 7.13.1. Mallinnuksen oletuksia on muutettu vuoden 2008 YVA-selostuksessa käytetyistä oletuksista taulukossa 7-24 esitetyillä tavoilla. Analyysissä on päästön koon ja ajoituksen sekä annoslaskennan suhteen tehty useita oletuksia, jotka varmistavat laskeuman ja säteilyannoksien konservatiivisuuden. Päästön koko ja päästönopeus ovat poikkeuksellisen suuret. Annoslaskuissa oletetaan, että väestönsuojelutoimenpiteitä ei tehdä. Esimerkiksi ravinnosta saatavaa säteilyan-

nosta voitaisiin kuitenkin helposti rajoittaa muun muassa erilaisin elintarvikkeiden käyttörajoituksin.

Taulukossa 7-25 on esitetty vakavan onnettomuuden radioaktiivisesta päästöstä aiheutuvia säteilyannoksia 100–1000 kilometrin etäisyyksillä ydinvoimalaitoksesta.

Vakavalla ydinvoimalaitosonnettomuudella ei ole välitömiä terveysvaikutuksia ympäristön väestölle missään sääolosuhteissa. Väestönsuojelutoimenpiteiden tarve ei ulotu yli Suomen rajojen, sillä pahimmassakin tapauksessa suojelutoimenpiteitä tarvitsee tehdä enintään 15 kilometrin päähän laitoksesta (Taulukko 7-20).

Suomen rajojen ulkopuolella onnettomuuden päästön aiheuttama säteilyannos jää tilastollisesti tarkasteltuna merkityksettömän pieneksi. Ruotsin rannikolle Hanhikiven ydinvoimalaitoksesta on noin 150 kilometriä. Mikäli tuulen suunta ja säätilanne on epäsuotuisa, elinikäisannos Ruotsin rannikolla päästön seurauksena on korkeintaan kahdeksan mSv lapsille ja neljä mSv aikuisille. Norjan rajalla, noin 450 kilometrin etäisyydellä, päästö aiheuttaa lapsille korkeintaan neljän mSv annoksen ja aikuisille korkeintaan kahden mSv annoksen. Viron rannikolla, jonne on matkaa laitospaikalta noin 550 kilometriä, aiheutuu eliniän aikana korkeintaan kolmen mSv annos lapsille ja kahden mSv annos aikuisille. Puolan rannikolla noin 1 100 kilometrin etäisyydellä annokset jäävät alle yhden mSv aikuisille ja alle kahden mSv lapsille. Keski-Eurooppaan Itävallan rajalle on matkaa laitospaikalta noin 1 850 kilometriä. Epäsuotuisasakin säätilassa päästö aiheuttaa itävaltalaiselle korkeintaan yhden mSv säteilyannoksen koko eliniän aikana. Vertailuna esimerkiksi itävaltalainen voi elinikänsä aikana saada luonnon taustasäteilyä yli 200 mSv annoksen (*WNA 2013b*).

Taulukossa 7-26 on esitetty päästön aiheuttama laskeuma eri etäisyyksillä laitoksesta ja taulukossa 7-27 laskeuman aiheuttamat maksimipitoisuudet elintarvikkeissa. Vakavan

**Taulukko 7-24.** Vertailutaulukko vuoden 2008 YVAn ja tämän YVAn onnettomuustarkastelun oletusten välillä.

Suure / Oletus	2008 YVA	2014 YVA	Perustelu
Lähdetermin koostumuksen määrittely	SSK 2002	NRC 1995, NRC 1988, NRC 1975	Yhdysvaltain ydinturvallisuusviranomaisen (NRC) lähdetermin määrittelyraportit ovat kansainvälisesti yleisesti hyväksytyttä.
Cesium-137 määrä päästössä	100 TBq	100 TBq	Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) mukainen enimmäispäästö.
Jodi-131 määrä päästössä	960 TBq	1560 TBq	Perustuu viitteeseen NRC 1995
Xenon-135 määrä päästössä	1570 TBq	180 000 TBq	Perustuu viitteeseen NRC 1995
Säätilanne	2004–2006 säähavaintojen perusteella asiantuntija-arviona määriteltä keskimääräinen ja äärimmäinen säätila	10/2010–10/2013 säähavaintojen perusteella lasketut laimennustekijät (säähavainnoista lasketut tilanteet, jotka ovat epäsuotuisimmat kuin 95 % kaikista säätiloista)	Suoraan säätilojen perusteella lasketut jakaumat antavat tarkemmat arvot säteilyannoksille.
Päästön alkaminen onnettomuuden alkuhetkestä	6 tuntia ja 24 tuntia	6 tuntia	Tässä YVAssa on valittu tarkastelun kohteeksi ainoastaan epäsuotuisampi aikaisemmin alkava päästö.
Päästön kesto	1 tunti ja 6 tuntia	72 tuntia	Päästön kesto on valittu tässä tarkastelussa siten, että se yliarvioi annoksia, mutta realistisemmin kuin 2008 YVAssa.

**Taulukko 7-25.** Vakavasta reaktorionnettomuudesta aikuiselle ja lapselle aiheutuvat säteilyannokset eri etäisyyksillä (95 % fraktiili).

Etäisyys (km)	Lapsen saama annos (mSv)			Aikuisen saama annos (mSv)		
	2 päivän aikana	7 päivän aikana	Elinikäinen (70 v)	2 päivän aikana	7 päivän aikana	Elinikäinen (50 v)
100	0,2	0,3	10	0,1	0,2	4,8
150	0,2	0,2	8	0,1	0,2	3,8
500	<0,1	<0,1	<3	<0,1	<0,1	<2
1000	<0,1	<0,1	<2	<0,1	<0,1	<1

onnettomuuden seurauksena saattaa poronlihan ja sisävesikaloiden radioaktiivisuus nousta tasolle, joka edellyttää tilapäisten käyttörajoitusten asettamista. Käyttörajoituksia noudattamalla poronlihan ja sisävesikaloiden radioaktiivisuus ei aiheuta vaaraa ihmisille.

Sisävesikaloiden käyttöä saatetaan joutua rajoittamaan Pohjois-Ruotsin rannikkoseuduilla. Sisävesikaloiden käyttörajoitukset voidaan rajata suurimman laskeuma-alueen tiettyihin järviin ja jokiin.

Poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan Ruotsissa, Norjassa ja Venäjän luoteisosissa. Poronlihan aktiivisuutta voidaan kuitenkin pienentää estämällä poroa syömästä jäkälää, johon cesium rikastuu. Tämä saattaa edellyttää porojen siirtämistä pois pahimmilta laskeuma-alueilta. Porot voidaan myös pitää aitauksissa ja ruokkia puhtaalla ravinnolla niin kauan, kunnes laskeuma-alueen radioaktiivisuustaso pienenee riittävästi.

Jos päästökäsi oletetaan edellä tarkasteltua päästöä viisi kertaa suurempi päästö (jodi-131 ekvivalenteissa yli 50 000

TBq), niin onnettomuus olisi luokkaa INES 7. Näin suuri päästö on jalokaasujen osalta teoreettisestikin mahdoton, sillä päästö tarkoittaisi, että reaktorista vapautuisi viisi kertaa enemmän jalokaasuja, kuin mitä siellä kaiken kaikkiaan on.

Tämä viisinkertainen päästö ei aiheuta välittömiä terveyshaittoja. Mikäli tuulen suunta on länteen ja säätilanne sattuu olemaan muutenkin epäsuotuisa (95 % fraktiili), Ruotsin rannikolla elinikäisannos olisi lapsilla noin 37 mSv ja aikuisilla noin 18 mSv. Norjan rajalla vastaavassa epäsuotuisassa tilanteessa säteilyannos voisi korkeintaan olla noin 14 mSv lapsilla ja 7 mSv aikuisilla. Muissa Itämeren maissa säteilyannokset jäisivät epäsuotuisassakin säätilanteessa alle 12 mSv lapsilla ja 6 mSv aikuisilla. Itävallassa elinikäiset säteilyannokset eivät ylittäisi 5 mSv lapsilla eikä 2 mSv aikuisilla.

Tämän viisinkertaisen päästön seurauksena elintarvikkeiden käyttörajoituksia jouduttaisiin asettamaan Suomen rajojen ulkopuolella. Poronlihan käyttöä rajoitettaisiin päästön kulkeutumissuunnassa Ruotsin, Norjan ja Luoteis-Venäjän tunturialueilla. Riippuen päästön kulkeutumissuunnasta sisä-

**Taulukko 7-26.** Eri nuklidien laskeuma 150–1000 kilometrin etäisyydellä laitoksesta (95 % fraktiili).

	Laskeuma eri etäisyyksillä (kBq/m <sup>2</sup> )			
	150 km	300 km	500 km	1000 km
Cs-134	5,8	3,0	1,9	0,97
Cs-137	4,2	2,3	1,4	0,79
Sr-90	0,46	0,24	0,15	0,08
I-131 (aerosoli muodossa)	53	28	17	9,0
I-131 (elementaari muodossa)	7,3	3,3	1,9	0,87

**Taulukko 7-27.** Nuklidien laskeumasta aiheutuvat elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuudet 150–1000 kilometrin etäisyydellä laitoksesta ja Suomen viranomaisrajat elintarvikkeiden käytölle (95 % fraktiili).

	Aktiivisuuspitoisuus eri elintarvikkeissa eri etäisyyksillä laitokselta (kBq/kg)				
	150 km	300 km	500 km	1000 km	Viranomaisraja (STUK 2012b)
Poronliha, Cs-137+Cs-134	3,9	2,0	1,2	0,58	<b>0,6</b>
Maito, I-131	0,06	0,03	0,02	0,01	<b>0,5</b>
Maito, Cs-137+Cs-134	0,04	0,02	0,01	0,01	<b>1,0</b>
Lihatuoitteet, Cs-137+Cs-134	0,26	0,13	0,08	0,04	<b>1,25</b>
Sisävesikalat, Cs-137+Cs-134	1,2	0,64	0,41	0,22	<b>0,6</b>
Sisävesikalat, I-131	0,22	0,11	0,07	0,04	<b>2,0</b>
Sienet, Cs-137+Cs-134	0,11	0,05	0,03	0,02	<b>0,6</b>



vesikalojen käyttörajoituksia voisi tulla Ruotsissa, Norjassa, Luoteis-Venäjäillä ja Baltian maissa. Mikäli karjan ulkona laiduntamista ei rajoitettaisi, voitaisiin myös joutua rajoittamaan karjan lihan käyttöä Pohjois-Ruotsin rannikolla.

### 7.14.2 Muut vaikutukset

Vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden vaikutuksien lisäksi muita Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia ei arvioida olevan.

## 7.15 Ydinpolttoaineen tuotantoketju

Fennovoiman ydinvoimalaitos käyttää vuosittain polttoaineena noin 20-30 tonnia väkevöityä uraania. Tämän polttoainemäärän tuottamiseen tarvitaan 200-350 tonnia luonnonuraania. Ydinpolttoaineen tuotannon vaiheet ovat uraanimalmin louhinta ja rikastus, konversio uraaniheksafluoridiksi ( $UF_6$ ), väkevöinti isotoopin U-235 suhteen, polttoainetablettien ja polttoainesauvojen valmistus sekä polttoainenippujen kokoonpano. Sekundäärilähteistä peräisin olevan polttoaineen hankintaketjusta raakauraanin louhinta ja rikastus jäävät kokonaan pois.

### 7.15.1 Uraanikaivoksen ympäristövaikutukset

Uraanikaivostoiminnan ympäristövaikutukset liittyvät uraanimalmin säteilyyn, malmista vapautuvan radonkaasun säteilyvaikutuksiin, kaivosjätteisiin, pölyämiseen ja jätevesiin.

Maanalaisilla louhoksilla työntekijöiden radonaltistusta voidaan vähentää vaarattomalle tasolle, joka ei aiheuta terveydellistä haittaa, huolehtimalla hyvästä ilmanvaihdosta. Avolouhoksilla on luonnostaan riittävä tuuletus radonkaasua varten. Korkeiden uraanipitoisuuksien esiintymisalueella toimivissa kaivoksissa Kanadassa louhintatekniikoita on automatisoitu ja työkoneita käytetään kauko-ohjauksella, jotta työntekijät eivät joutuisi käsittelemään malmia, jossa on korkea uraanipitoisuus. Kaivoksilla syntyy pölyä tarkkailaan säteilyä tuottavien mineraalien hengitysteihin pääsyn ehkäisemiseksi. Pölyämistä voidaan vähentää kastelemalla, ja tarvittaessa oleskelua pölyisillä alueilla rajoitetaan. Työntekijöiden säteilyannoksia ja säteilytasoja kaivoksilla valvotaan.

Luonnon radonkaasu kulkeutuu ympäristössä muun muassa tuulen suuntien ja voimakkuuksien mukaisesti. Pitoisuudet laimenevat nopeasti kaivoksesta etäämmälle mentäessä. Muut uraanin hajoamistuotteet ovat kiinteitä aineita ja ne voivat päästä ympäristöön vain vesistöjen tai pölyämisen kautta. Radonin lisäksi haitallinen radium saostetaan pois prosessivedestä.

Kaivostoiminnasta väestölle koituvat haitat ovat yleensä suhteellisen vähäisiä, koska uraanikaivokset ovat pääsääntöisesti maanalaisia ja sijaitsevat pääosin syrjäisillä seuduilla kaukana asutuksesta. Kaivostoiminnassa syntyvien jätteiden, rikastushiekkan ja sivukiven loppusijoituksesta huolehditaan siten, että haitallisten aineiden liukeneminen jätteestä ja

radonin purkautuminen alueelta estetään. Jätteiden sijoitusalueet katetaan kerroksittain siten, ettei jäteaine pääse rapautumaan ja ettei sadevesi pääse liuottamaan siitä radiumia. Jätekasojen läpi virtaavia vesisiä tarkkaillaan, jotta ne voidaan tarvittaessa johtaa käsittelyyn. Käsittelyllä varmistetaan että ympäristöön pääsevien vesien laatu täyttää asetetut vaatimukset. (WNA 2013a)

Säteilyvaikutuksia, jätevesien ja jätteiden syntymistä sekä maisemallisia vaikutuksia voidaan pitkälti välttää maanalaista uuttamismenetelmää sovellettaessa.

Rikastuslaitoksella tuotettava uraanioksidi on kemiallisesti myrkyllinen aine ja hengitettäessä haitallinen munuaisille vastaavasti kuten lyijyoksidi. Rikastuslaitoksella sovelletaan vastaavia varotoimenpiteitä kuin lyijysulattamoissa.

Lupahakemus uraanikaivoksen rakentamiselle ja käyttämiselle sisältää ennallistamissuunnitelman kaivoksen toiminnan lopettamisesta. Suunnitelmassa esitetään yksityiskohtaisesti, millä tavalla luvanhakija on sitoutunut huolehtimaan maantäytöistä ja maisemoinnista sekä noudattamaan ilman- ja vedenlaadulle asetettuja standardeja. Suunnitelmassa selvitetään myös, kuinka terveyteen ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset täytetään. Toiminnanharjoittajien tulee myös kerätä varat ennallistamisesta ja käytöstäpoistosta aiheutuvien kustannusten kattamiseksi.

Nykyisin uraanikaivostoimintaa harjoitavissa maissa, muun muassa Kanadassa ja Australiassa, kaivosten ja uraanin jatkojalostukseen liittyvien prosessien toimintaa ohjaavat kansallisen hallinnon sekä ympäristö- ja ydinturvallisuusviranomaisten laatimat säännökset ja ohjeet. Viranomaiset valvovat kaivosten toimintaa. Kaivosalueella ympäristön tilaa seurataan useiden vuosien ajan vielä toiminnan päättymisen ja kaivosalueella suoritettavien ennallistamistoimenpiteiden jälkeenkin. Kaivostoiminnan ympäristöön, terveyteen ja turvallisuuteen liittyviä tekijöitä hallitaan enenevässä määrin kansainvälisten standardien ja ulkopuolisten tahojen suorittamien auditointien avulla.

Uraanipolttolaitosten tuotantoyrityksiä, kaivoksia, konversio- ja rikastuslaitoksia sekä polttoaineen tuotanto- ja kokoonpanolaitoksia auditoidaan myös niiden asiakkaina olevat ydinvoiman tuotantoyhtiöt varmistaakseen, että toiminta uraanipolttolaitosten tuotantoketjun eri vaiheissa on hyväksyttävällä tasolla.

### 7.15.2 Konversio- ja väkevöintilaitoksen ympäristövaikutukset

Konversio ja väkevöinti ovat kemian teollisuutta, jossa käsitellään ja varastoidaan vaarallisia kemikaaleja. Kemian teollisuuden laitosten toimintaa säätelevät lukuisat vaarallisten aineiden ja jätteiden hallintaa koskevat lait ja säännökset. Työntekijöiden koulutuksella on tärkeä osuus ympäristöhaittojen ehkäisemisessä.

Konversiolaitoksella kaasumaisia ja nestemäisiä epäpuhtauksia syntyy fluorin valmistuksessa ja uraanihidsteen fluorauksessa sekä liuosten puhdistusprosesseissa. Merkittävimmät konversiolaitoksilla tarkkailtavat kaasumaiset epäpuhtaudet ovat fluorivety ( $HF$ ), fluori ( $F_2$ ) ja uraani-isotoopit ( $U$ ).

Sentrifugilaitoksen toiminnasta ja kunnossapidosta

syntyy jonkin verran kaasumaisia radioaktiivisia päästöjä. Muun muassa sentrifugilaitoksen kaasupesureista peräisin olevat jätevedet ovat hieman radioaktiivisia. Mahdollisten kaasumaisessa muodossa olevan myrkyllisen uraaniheksafluoridin vuotojen varalta väkeväntilaitoksilla on ilmaiset, joiden avulla suojellaan laitoksen työntekijöitä sekä ehkäistään päästöt laitoksen ulkopuolelle.

Konversio- ja väkeväntilaitoksilla syntyvät nestemäiset ja kaasumaiset päästöt sekä jätteet käsitellään asianmukaisesti eikä laitoksilta siten aiheudu normaalitilanteessa merkittäviä vaikutuksia ympäristöön. Sattuneissa onnettomuustapauksissa vaikutukset ovat ulottuneet lähinnä laitosalueelle. Uusimman teknologian mukaisilla konversiolaitoksilla kemikaaleja kierrätetään, jolloin niiden käyttö ja varastointitarve vähenee. Ympäristölle haitallisia kemikaaleja voidaan korvata ympäristön kannalta edullisemmilla yhdisteillä, kuten yläilmakehän otsonia tuhoavien CFC-yhdisteiden osalta on tehty. Kemiaalisia prosesseja voidaan myös joissain tapauksissa korvata termisillä prosesseilla. (Cameco 2013, Urenco 2013, *Energiatoteellisuus ry 2006*)

### 7.15.3 Polttoainenippujen valmistuksen ympäristövaikutukset

Polttoainetehtaalla ei aiheudu merkittäviä säteilyvaikutuksia, koska väkevöity uraani sisältää vain vähäisiä määriä säteilyn kannalta haitallisempia uraanin hajoamistuotteita, kuten radiumia, radonia tai poloniumia. Polttoaineen kriittiseksi tuleminen ja/tai hallitsematon ketjureaktio valmistuksen aikana on mahdoton, koska valmistusprosessin missään vaiheessa prosessissa ei ole mukana hidastinmateriaalia (vettä), joka mahdollistaisi ketjureaktion syntymisen.

Myös polttoainetehtaalla käsitellään useita vaarallisia kemikaaleja ja niiden käsittely tapahtuu vaarallisten aineiden käsittelyä ja varastointia koskevien lakien ja säädösten puitteissa.

Tuotantolaitokselta ulos johdettava poistoilma ja jätevedet puhdistetaan tarpeen mukaan ennen niiden johtamista ympäristöön. Laitokselta ulos menevä ilma johdetaan suodattimen kautta. Uraanipölyn pitoisuutta työtiloissa tarkkaillaan jatkuvien mittauksen avulla.

### 7.15.4 Kuljetusten ympäristövaikutukset

Ydinvoimalaitoksella vuosittain käytettävän polttoaineen määrä on vähäinen verrattuna muita polttoaineita käyttäviin energiantuotantolaitoksiin ja kuljetettavat määrät ovatkin suhteellisen vähäisiä. Kuljetuksia tarvitaan kuitenkin useissa tuotantoketjun vaiheissa ja kuljetusmatkat voivat olla pitkiä. Polttoaineen tuotantoketjussa kaivoksilta voimalaitokselle kuljetettavat välituotteet ja polttoainekokoonpanot ovat korkeintaan heikosti radioaktiivisia. Ydinmateriaaleja kuljettavat erikoistuneet kuljetusyritykset, joilla on toimintaan tarvittava pätevyys ja viranomaisten antamat luvat.

Kansalliset ja kansainväliset radioaktiivisten materiaalien kuljetuksia ja varastointia koskevat säännökset perustuvat laajasti omaksuttuihin IAEA:n (International Atomic Energy Agency) antamiin standardeihin ja ohjeisiin (muun muassa *IAEA 2008a*). Säännösten tarkoituksena on ihmisten

ja ympäristön suojeleminen säteilyltä radioaktiivisten materiaalien kuljetusten aikana.

Perustavana periaatteena on suojelun perustuminen kuljetuspakkaukseen, riippumatta käytettävästä kuljetusmuodosta. Lisäksi suojeleminen perustuu kuljetusten radioaktiivisen sisällön hallintaan, aiheutuvien säteilytasojen kontrollointiin, kriittisyyden estämiseen ja lämmöstä aiheutuvan vahingon estämiseen. (*WNA 2011b, STUK 2013q*)

### 7.15.5 Ydinpolttoaineen ympäristökuormitus tuotettua energiayksikköä kohti

Tuotettaessa sähköä ydinvoimalla tarvittava polttoainemäärä on huomattavasti alhaisempi kuin tuotettaessa sähköä fossiililla polttoaineilla, esimerkiksi kivihiiilellä. Useissa elinkaaritutkimuksissa on verrattu eri energiantuotantomuotojen hiilidioksidipäästöjä (CO<sub>2</sub>). Ydinvoimalla tuotetussa sähkössä CO<sub>2</sub>-päästöt ovat olleet 2–40 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia/kWh. Kivihiiilellä päästöt ovat olleet 800–1300 CO<sub>2ekv</sub>/kWh ja maakaasulla 400–700 CO<sub>2ekv</sub>/kWh. Ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset CO<sub>2</sub>-päästöt aiheutuvat suurimmaksi osaksi polttoaineen tuotantoketjussa. Fossiilisten polttoaineiden tapauksessa sähköntuotannon elinkaaren aikaiset CO<sub>2</sub>-päästöt aiheutuvat suurimmaksi osaksi sähkön tuotantovaiheesta. (*World Energy Council 2004, World Energy Council & Energiäfoorumi ry 2005, WNA 2006*)

## 7.16 Energiamarkkinat

### 7.16.1 Arviointimenetelmät

Vaikutuksia energiamarkkinoihin on tarkasteltu vuoden 2008 YVA-selostuksessa esitetyllä tavalla huomioiden tämän hetkiset arviot sähkömarkkinoiden, polttoainemarkkinoiden, päästökaupan ja huoltovarmuuden tulevasta tilasta tilanteesta, jossa uusi ydinvoimalaitos on käytössä.

### 7.16.2 Vaikutukset

Pohjoismaiset sähkömarkkinat pohjautuvat perinteisesti alueen runsaasti vesivoimavaroihin. Normaalitilanteessa vesivoimalla tuotetaan noin puolet pohjoismaiden sähköntarpeesta. Toinen puoli katetaan pääsääntöisesti ydin- ja lämpövoimalla, tuontienergialla sekä kasvavissa määrin tuulivoimalla.

Suomi on energiatasapainoltaan vuositasona sähköntuotaja, vuosittaisen nettotuonnin ollessa 2000-luvulla keskimäärin noin 11 TWh. Perinteisesti suurin osa tuontisähköstä on ollut peräisin Venäjän markkinoilta. Viime vuosina alhainen sähkön kysyntä Pohjoismaissa yhdessä runsaan vesitilanteen kanssa on laskenut sähkön markkinahintaa pohjoismaisessa sähköpörssissä. Samaan aikaan Venäjän vientisähkön hintaan vaikuttavat kapasiteettimaksut ovat kohonneet. Nämä tekijät ovat johtaneet venäläisen sähköntuonnin kannattavuuden laskuun ja tuonnin merkittävään supistumiseen. Sähköalijäämää on katettu Suomessa muista Pohjoismaista tuotavalla sähköllä.

Rakenteilla oleva viides ydinvoimalaitosyksikkö (Olkiluoto 3) valmistuessaan yhdessä kasvavan tuulivoimatuo-

tannon kanssa nostaa Suomen sähköntuotannon omavaraisuutta 2020-luvulle tultaessa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vuoden aikainen kokonaissähköntuotanto vastaa paremmin kokonaiskulutusta. Uusi ydinvoimalaitosyksikkö ja lisääntyvä tuulivoimatuotanto hillitsevät myös sähkön hintakehitystä Pohjoismaissa tarjoamalla markkinoille muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan edullista sähköä.

Valtioneuvoston julkaisemassa päivitetystä kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa linjataan, että sähkön tuotannon ja kulutuksen osalta saavutetaan omavaraisuus 2020-luvulla, kun periaatepäätöksen saaneet ydinvoimalaitosyksiköt käynnistyvät ja pienimuotoinen tai muuten hajautettu sähköntuotanto yleistyy. (*Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a*)

Uusi ydinvoimalaitos ei suoranaisesti syrjäytä olemassa olevaa kapasiteettia, mutta vähentää kalliimpien tuotantomuotojen vuosittaisia tuotantomääriä ja saattaa sitä kautta johtaa lauhdekapasiteetin ennakoitua nopeampaan poistumiseen. Sähköntuotantoon uudella ydinvoimayksiköllä on kuitenkin nettomääräisesti lisäävä vaikutus Suomessa.

Lisääntynyt, muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan edullinen, tuotanto hillitsee sähkön hintakehitystä pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Sähkön markkinahintaan pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla vaikuttaa kuitenkin ratkaisevasti siirtoyhteyksien kehittyminen Manner-Euroopan markkinoille ja näin kysynnän kehittyminen Pohjoismaiden ulkopuolelta pohjoismaiselle sähköntuotannolle. Erillisesti tarkasteltuna uusi ydinvoimalaitos laskee sähkön markkinahintaa Suomessa ja Pohjoismaissa. Edullisempi markkinahinta voi kuitenkin vauhdittaa sähkömarkkinaintegraatiota Manner-Euroopan ja Pohjoismaiden välillä, jolloin sähkön kysyntä pohjoismaisilla markkinoilla tuotetulle sähkölle kasvaa. Tällä on hintoja nostava vaikutus Pohjoismaiden alueella. Uuden ydinvoimalaitoksen euromääräistä vaikutusta sähkön markkinahintaan Suomessa on vaikea arvioida yksiselitteisesti.

Fennovoiman ydinvoimalaitos parantaa sähkön tuotannon huoltovarmuutta vähentämällä Suomen riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja tuontisähköstä. Huoltovarmuuskeskuksen mukaan uraani voidaan huoltovarmuuden kannalta rinnastaa kotimaiseen primäärienergian polttoainetarastojen ja polttoaineen hankintasopimusten avulla. Uraanin hankintalähteet ovat monipuolisia ja poliittisesti vakaita alueilla. Ydinsähköntuottajat pyrkivät turvaamaan polttoainehuollon pidempiaikaisilla sopimuksilla. Polttoainetta voidaan varastoida voimalaitospaikalla ja voimalaitoksella on yleensä useiden kuukausien tai jopa vuoden kulutusta vastaava määrä polttoainetta. Fennovoiman ydinvoimalaitoksen sijoittuminen uudelle paikkakunnalle parantaa huoltovarmuutta myös sähkönsiirron kannalta mahdollisten vikatilanteiden varalta.

## 7.17 Yhteisvaikutukset muiden tiedossa olevien hankkeiden kanssa

Arviointia varten on tunnistettu ne lähialueella sijaitsevat hankkeet, joilla voi olla yhteisvaikutuksia arvioitavan noin

1 200 megawatin ydinvoimalaitoshankkeen kanssa.

Rajakiiri Oy:n suunnittelema merituulipuisto sijaitsee Raahen terästehtaan edustalla Maanahkiaisen vesialueella. Merituulipuiston suunnittelualue ulottuu etelässä lähimmillään noin neljän kilometrin etäisyydelle Hanhikiven niemestä. Noin viiden kilometrin etäisyydellä Hanhikiven niemestä itään Parhalahden kylän alueelle on suunnitteilla Puhuri Oy:n tuulipuistohanke. Lisäksi lähialueille on suunnitteilla 15 muuta maatuulipuistoa. (*Pöyry Finland Oy 2013*) Tuulipuistohankkeiden lisäksi alueelle on suunnitteilla Morenia Oy:n maa-aineksen otto Yppäriin edustan merialueelta.

Ydinvoimalaitos ja seudulle suunnitteilla olevat tuulipuistohankkeet muodostavat yhdessä jopa valtakunnan tasolla merkittävän energiantuotantoalueen. Nykyinen maa-seutu- ja luontomiljöön hahmottuu jatkossa suurimittakaavaisena energiantuotantovyöhykkeenä.

Muita yhteisvaikutuksia ydinvoimalaitoksen ja tuulipuistojen kanssa voisi aiheutua voimajohtoreittien osalta. Ydinvoimalaitos- ja tuulipuistohankkeisiin liittyviä voimajohtoreittejä suunnitellaan yhteistyössä. Ydinvoimalaitoksen voimajohdoille tehdään oma erillinen YVA-menettely, joten niiden vaikutuksia ei arvioida tämän YVAN puitteissa.

Hankkeella voi olla yhteisvaikutus alueelle suunnitellun Parhalahden tuulipuistohankkeen kanssa virkistystoiminnan osalta, koska sekä ydinvoimalaitos että tuulipuistohanke rajoittavat sijaintialueidensa maankäyttöä heikentäen näin metsästyshankkeiden mahdollisuuksia. Sidosryhmiltä saatujen tietojen mukaan molemmat alueet ovat tällä hetkellä aktiivisessa metsästyksessä.

Merituulipuistohankkeen ja maa-aineksen ottohankkeen ruoppauksilla voi olla yhteisvaikutuksia kalastoon ja sitä kautta kalastukseen veden samentumisen seurauksena, mikäli ruoppaukset toteutettaisiin samaan aikaan.

Fennovoiman ja TVO:n ydinvoimalaitoshankkeilla ei ole yhteisvaikutuksia hankealueiden lähiympäristöön.

## 7.18 Nollavaihtoehto

### 7.18.1 Arviointimenetelmät

Nollavaihtoehtoon ympäristövaikutuksia on arvioitu vuoden 2008 YVAN pohjalta vaihtoehtoisten sähköntuotantomuotojen ympäristövaikutusten perusteella. Vuoden 2008 YVAssa käytetyt oletukset on päivitetty vastaamaan nykytilannetta. Arvio perustuu julkisiin selvityksiin sähköntuotantorakenteen kehityksestä sekä eri tuotantomuotojen ympäristövaikutuksista. Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutuksia on havainnollistettu päästölaskelmin, joissa on otettu huomioon vastaavan sähkömäärän tuottaminen muilla tuotantotavoilla. Nollavaihtoehtoon vaikutuksia on tarkasteltu sekä paikallisesti että koko sähkömarkkina-alueen tasolla.

### 7.18.2 Nollavaihtoehtoon paikalliset vaikutukset

Nollavaihtoehtona on Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen toteuttamatta jättäminen. Tällöin tässä ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetyt hankkeen paikalliset vaikutukset eivät toteudu.

### 7.18.3 Sähköenergian tarve ja säästämahdollisuudet Suomessa

Vuonna 2010 sähkön kokonaiskulutus Suomessa oli noin 88 TWh. Kotimainen tuotanto kattoi tästä noin 88 prosenttia eli 77,5 TWh, lopun ollessa tuontienergiaa.

Kansallisen energia- ja ilmastostrategian vuonna 2013 julkaistussa päivityksessä sähkön kysynnän ennakoidaan päätyvän 94 TWh tasolle vuoteen 2020 mennessä. Tämä on 9 TWh vähemmän kuin mitä vuonna 2008 julkaistussa strategiassa oli ennakoitu. Vastaavasti uudessa päivityksessä vuoden 2030 sähkönkulutuksen on arvioitu asettuvan 102 TWh tasolle, kun vastaava vuoden 2008 strategiassa oli asetettu 107 TWh tasolle. Kuvassa (Kuva 7-52) on esitetty sähkönkulutuksen kehittyminen 2000-luvulla sekä energia- ja ilmastostrategian mukainen kysynnän kasvuennuste. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a)

Suomen energiantuotantokapasiteetin kehittyminen pohjautuu ydinvoiman sekä tuulivoiman kapasiteetin kasvuun. Suomen kansallisten energia- ja ilmastotavoitteiden mukainen energiantuotannon kehitys linjaa tuulivoimalla tuotetun sähkön määrän 6 TWh tasolle vuoteen 2020 mennessä ja edelleen 9 TWh vuoteen 2025 mennessä. Tavoitteeseen ylätäminen edellyttää kapasiteetin saattamista vastaavasti noin 2 000 MW tasolle vuoteen 2020 ja 3 000 MW tasolle vuoteen 2025 mennessä. Olkiluodon kolmas ydinvoimalaitosyksikkö nostaa Suomen sähköntuotantokapasiteettia porrasmaisesti valmistuessaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a)

Kuvassa 7-53 on esitetty Suomen sähköntuotantokapasiteetin kehittyminen tällä hetkellä tiedossa olevien tavoitteiden, investointien sekä laitospoistumien valossa. Ydinvoiman osalta kuvassa on esitetty ainoastaan Olkiluodon kolmannen ydinvoimalaitosyksikön vaikutus. Periaatepäätöksen saaneiden ydinvoimayksiköiden toteutuessa Suomen sähköntuotantokapasiteetti kasvaisi merkittävästi kuvaajan tilannetta enemmän. Pidemmällä aikavälillä olemassa olevista yksiköistä Loviisassa sijaitsevien kahden yksikön (kaksi 495 MW yksikköä) käyttöluvut umpeutuvat 2020-luvun lopulla sekä 2030-luvun alussa. Vastaavasti Olkiluodossa sijaitsevien OL1 ja OL2 reaktorien (yhteisteholtaan 1 745 MW) käyttöikä täytyynee vuoden 2040 tienoilla.

Näiden yksiköiden yhteenlaskettu teho on noin 2 700 MW. Kaukolämmön kysynnän ei oleteta tarkasteluajanjaksolla merkittävästi muuttuvan, jolloin yhteistuotantokapasiteetin on kuvaajassa oletettu pysyvän nykyisellä tasolla.

#### 7.18.3.1 Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma

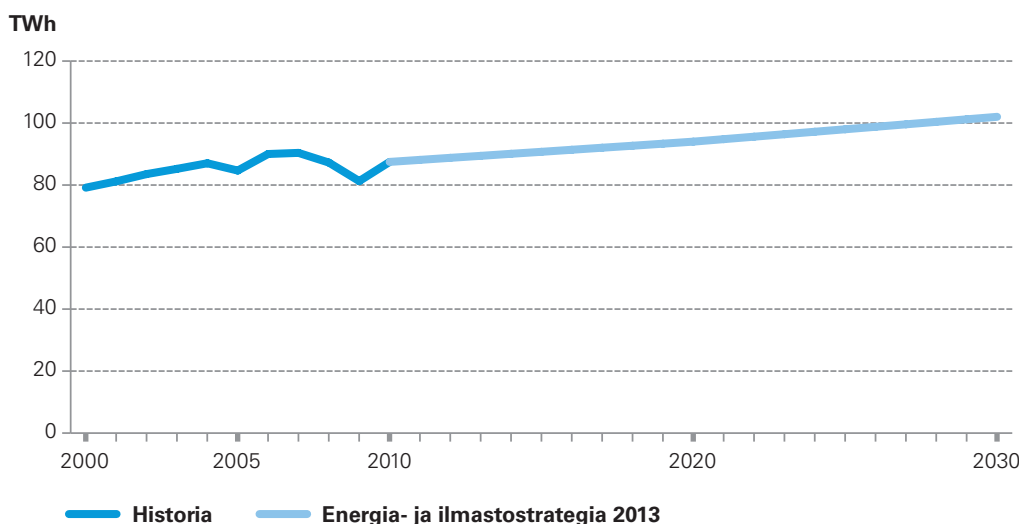
Euroopan komissio antoi ehdotuksen direktiiviksi energiapalveluista ja energian tehokkaasta loppukäytöstä 10.12.2003. Direktiivi tuli voimaan 17.5.2006. Direktiivin mukaisesti jäsenvaltioiden oli asetettava 9 prosentin kansallinen ohjeellinen energiansäästön kokonaistavoite vuosille 2008–2016. Energiapalveludirektiivin soveltamisalan energian loppukäyttö oli 197,7 TWh ja sen perusteella laskettu Suomen kansallinen 9 prosentin energiansäästötavoite energiamääränä 17,8 TWh vuoteen 2016 mennessä. Valtioiden tulee direktiivin yhdeksän vuoden voimassaoloaikana raportoida EU:n komissiolle kolmen vuoden välein säästötavoitteen toteutuminen kansallisessa energiatehokkuuden toimintasuunnitelmassa (NEEAP) (Kauppa- ja teollisuusministeriö ym. 2007).

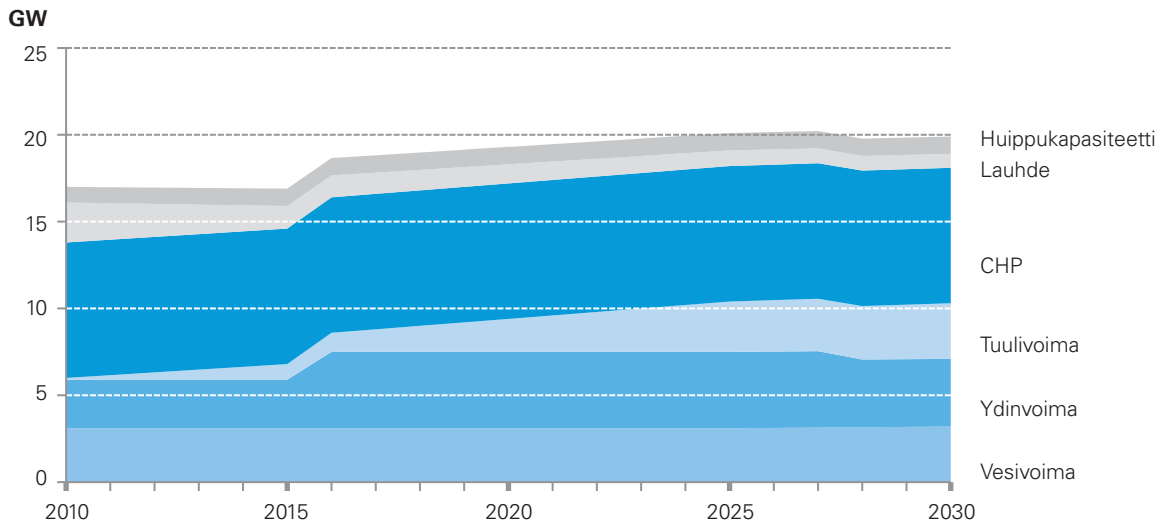
Kesäkuussa 2011 komissiolle toimitettiin toinen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma (NEEAP-2), jossa esitetään vuonna 2010 toteutuneet energiasäästöt sekä säästötavoite vuodelle 2016. Päivitettyyn suunnitelmaan on koottu energiatehokkuustoimet, joille energiansäästövaikutus on laskettavissa sekä keskeisimpiä toimia, joille ei suoranaisesti pystytä energiansäästövaikutusta arvioimaan. Suunnitelmassa vuodelle 2010 laskettu energiansäästö on 12,1 TWh, mikä direktiivin mukaisella laskentatavalla vastaa 6,1 prosenttia energiansäästöä. Näillä toimilla arvioidaan energiansäästön nousevan vuoteen 2016 mennessä 12,5 prosentin tasolle sekä vuoteen 2020 mennessä lähes 18 prosentin tasolle. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011)

Uusi energiatehokkuusdirektiivi tuli voimaan 5.12.2012 korvaten aiemman energiapalveludirektiivin sekä CHP-direktiivin. Uudella direktiivillä tähdätään EU:n vuodelle 2020 asettaman 20 prosentin energiansäästötavoitteen saavuttamiseen. Uuden direktiivin edellyttämä kansallinen

Kuva 7-52.

Sähkönkulutuksen kehittyminen 2000-luvulla sekä energia- ja ilmastostrategian mukainen näkemys kysynnän kehityksestä vuoteen 2030. (Tilastokeskus 2011, Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a)





**Kuva 7-53.** Sähköntuotantokapasiteetin kehittyminen Suomessa tällä hetkellä tiedossa olevien tavoitteiden, investointien sekä laitospoistumien valossa. CHP tarkoittaa sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.

lainsäädäntö on saatettava voimaan viimeistään 5.6.2014. Työ- ja elinkeinoministeriö on asettanut työryhmän valmistelemaan uuden direktiivin täytäntöönpanoa. Energiasäästötoimenpiteiden odotetaan kiristyvän uuden direktiivin myötä sekä siirtyvän voimakkaammin aiemmin soveltuista vapaaehtoistoimista velvoitepohjaisiksi. Direktiivin tavoitteena on saavuttaa seitsemän vuoden voimassaoloaikana 79,8 TWh kumulatiiviset säästöt, joista uusilla toimilla katetaan 60 TWh (2,1 TWh vuotuiset säästöt). Energiasäästösopimustoiminnalla on tästä tavoitteesta arvioitu katettavan 28 TWh. Vuositasolla tämä tarkoittaa noin 1 TWh uutta säästöä edellisvuosien voimassa olevien säästöjen lisäksi. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013b)

#### 7.18.4 Fennovoiman osakkaiden energiasäästötoimet

Fennovoiman osakkaiden energiasäästötoimia selvitettiin vuonna 2007 osakkaille suunnatulla kyselyllä. Vaikka osakkaat ovat toteuttaneet energiatehokkuuden parantamistoimenpiteitä, on osakkaiden sähkön käytön tehostamispotentiaali pieni verrattuna niiden sähköntarpeeseen, eikä säästötoimilla voida korvata suunnitteilla olevaa ydinvoimalaa.

#### 7.18.5 Sähkön tuotanto- ja kustannusrakenne pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla

Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla laitosten ajojärjestys ja tuotettavan sähkön tuotantomuodot määräytyvät muuttuvien tuotantokustannusten mukaan (Kuva 7-54). Muun muassa vesi- ja tuulivoiman muuttuvat kustannukset ovat hyvin alhaiset, sillä näiden tuotantomuotojen voimanlähteenä hyödynnetään kustannuksiltaan ilmaisia uusiutuvia luonnonvaroja. Myös ydinvoiman polttoainekustannusten osuus tuotantokustannuksista on pieni. Fossiilisia polttoaineita käytävillä voimalaitoksilla sekä biomassalaitoksilla

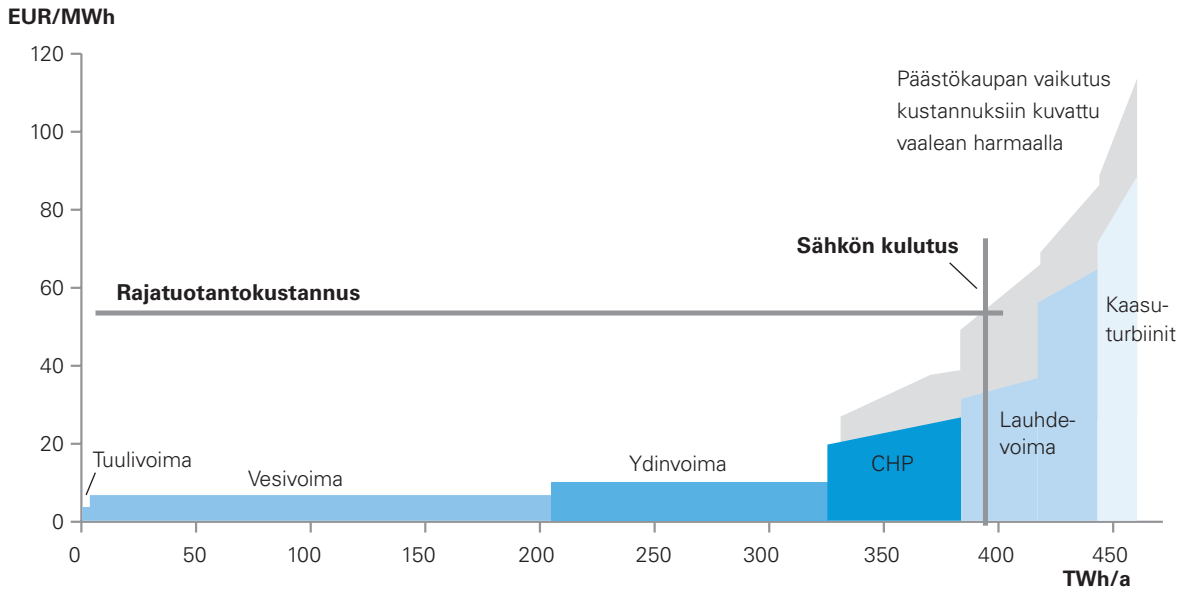
polttoainekustannusten osuus tuotantokustannuksissa on suhteellisen suuri. Fossiilisia polttoaineita käyttävien laitosten tuotantokustannuksia nostaa myös päästökaupan luoma kustannuskomponentti. Päästöoikeuden kustannus riippuu markkinaperusteisesti muodostuvasta päästöoikeuden hinnasta sekä laitoksen käyttämän polttoaineen päästökertoimesta.

Uusi, muuttuvilta tuotantokustannuksiltaan edullinen ydinvoimakapasiteetti korvaisi kalliimpia tuotantomuotoja. Ensimmäisenä se vähentäisi kustannuskäyrän oikeanpuoleiseen päähän sijoittuvaa, fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa sähkön erillistuotantoa (Kuva 7-54). Kuvassa esitetty rajatuotantokustannus kuvaa kalleimman kysynnän täyttämiseksi tarvittavan tuotantomuodon muuttuvaa tuotantokustannusta (hintaa, jolla laitos tarjoaa sähköä markkinoille) eli muodostuvaa sähkön markkinahintaa.

#### 7.18.6 Nollavaihtoehdon vaikutukset päästöihin

Mikäli uutta ydinvoimayksikköä ei rakenneta Suomeen, sen tuotannosta osa korvataan todennäköisesti kotimaisella sähkön erillistuotannolla. Merkittävä osa tuottamatta jääneestä sähköstä korvautuu fossiilisiin polttoaineisiin pohjautuvalla erillistuotannolla muissa Pohjoismaissa ja Manner-Euroopassa.

Kuvassa 7-55 on esitetty nollavaihtoehdossa Suomessa ja muualla syntyvät rikkidioksidi-, typen oksidi- ja hiukaspäästöt sekä hiilidioksidipäästöt. Jos Fennovoiman ydinvoimalaitoshanke ei toteudu, vastaava sähkömäärä tuotetaan muilla sähköntuotantomuodoilla. Tällöin on oletettu, että noin 20 prosenttia Fennovoiman ydinvoimalaitoksen suunnitellusta 9,5 TWh sähköntuotantomäärästä korvattaisiin Suomessa tuotettavalla sähkön erillistuotannolla. Loput 80 prosenttia tuotettaisiin muissa maissa. Sähkön erillistuotannon on oletettu olevan hiililauhdetuotantoa pohjoismaisten sähkömarkkinoiden laitosten ajojärjestyksen mukaan (luku 7.18.5). Suomen rajojen ulko-

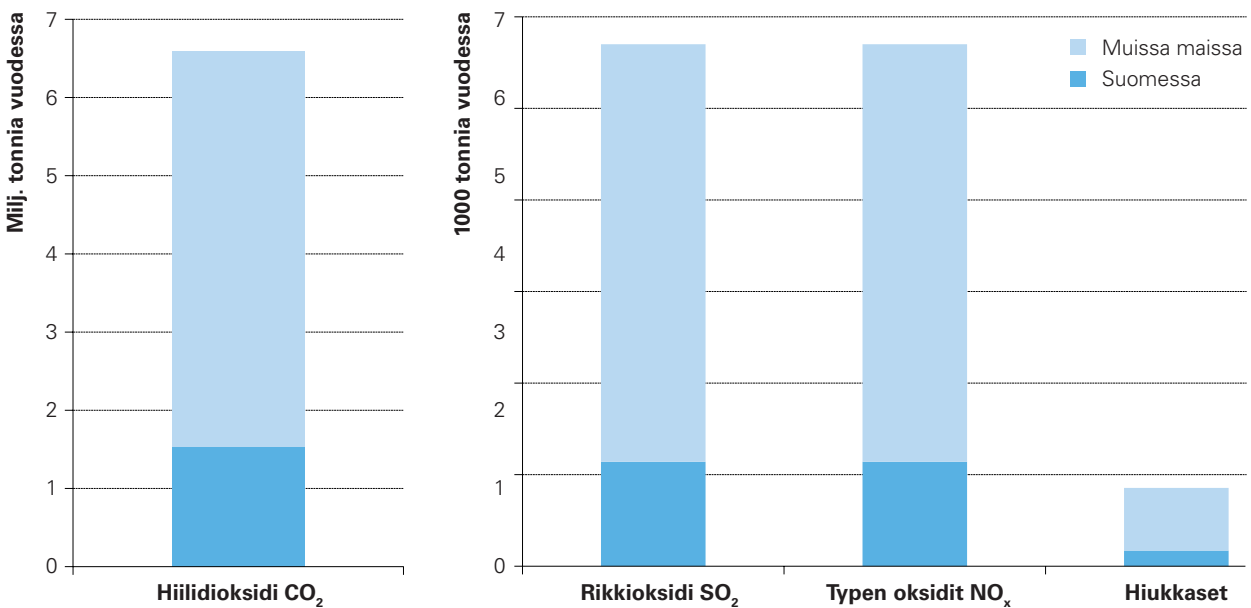


**Kuva 7-54.** Sähköntuotantomuotojen muuttuvat kustannukset sekä ajojärjestys pohjoismaissa. CHP tarkoittaa sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.

puolella tuotetun sähkön tuottamisessa aiheutuvat päästöt on laskettu kivihiihilauhdetuotannon päästöjen mukaan.

Fennovoiman laitosta korvaavasta tuotannosta Suomessa ja muissa maissa syntyisi vuodessa hiilidioksidipäästöjä vajaa seitsemän miljoonaa tonnia, rikkidioksidi- ja typen oksidi-

päästöjä molempia vajaa kuusi tuhatta tonnia sekä hiukkaspäästöjä hieman alle tuhat tonnia. Rikkidioksidi-, typen oksidi- ja hiukkaspäästöjen vaikutukset ovat lähinnä paikallisia, kun taas hiilidioksidipäästöjen vaikutus on globaali.



**Kuva 7-55.** Fennovoiman laitosta korvaavan tuotannon (9,5 TWh) Suomessa ja muissa maissa syntyvät hiilidioksidi-, rikkidioksidi-, typen oksidi- ja hiukkaspäästöt.



# 8

## Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi





Ympäristövaikutusten arviointia varten on tehty selvitys ympäristön nykytilasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä olemassa olevien tietojen ja YVA-työtä varten tehtyjen selvitysten perusteella. Arvioitavana olevan hankkeen ominaisuudet ja ympäristövaikutusten kannalta olennaiset tekijät on selvitetty käytettävissä olevien suunnittelutietojen perusteella. Lisäksi on tehty ympäristövaikutuksia koskevia selvityksiä, mallilaskelmia, haastatteluja sekä vastaavista hankkeista ja toiminnoista saatuihin kokemuksiin ja tutkimustuloksiin perustuvia asiantuntija-arvioita. Arvioinnissa on hyödynnetty vuoden 2008 YVA-selostusta, vuonna 2009 laadittuja periaatepäätöshakemuksen lisäselvityksiä, Hanhikiven niemeltä merialueen ja luonnon tutkimustuloksia ja raportteja ja vesilupahakemuksia varten tehtyjä selvityksiä soveltuvin osin.

Hankkeen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu vertaamalla nollavaihtoehdon ja toteutusvaihtoehdon aiheuttamia muutoksia nykytilanteeseen. Lisäksi toteutusvaihtoehtoa on verrattu vuonna 2008 YVA-menettelyssä tarkasteltuun noin 1 800 megawatin voimalaitokseen. Vaikutusten mer-

kittävyttä on arvioitu nykytilaan aiheutuvan muutoksen suuruuden perusteella sekä vertaamalla tulevan toiminnan vaikutuksia ympäristökuormitusta koskeviin ohje- ja raja-arvoihin, ympäristölaatuunormeihin ja alueella nykyisin valitsemaan ympäristökuormitukseen. Erityistä painoa on asetettu YVA-menettelyn aikana saadun palautteen perusteella tärkeiksi koettujen vaikutusten sekä hankkeesta aiheutuvien sosiaalisten vaikutusten selvittämiseen ja kuvaamiseen.

Vaikutusten merkittävyttä on arvioitu seuraavien tekijöiden perusteella:

- vaikutuksen alueellinen laajuus
- vaikutuksen kohde ja sen herkkyys muutoksille
- vaikutuksen kohteen merkittävyys
- vaikutuksen palautuvuus tai pysyvyys
- vaikutuksen intensiteetti ja aiheutuvan muutoksen suuruus
- vaikutukseen liittyvät pelot ja epävarmuudet
- erilaiset näkemykset vaikutuksen merkittävyydestä.

**Taulukko 8-1.** Noin 1 200 megawatin ydinvoimalaitoksen ominaisuuksien vertailu vuonna 2008 laaditussa YVA:ssa arvioituun 1800 megawatin ydinvoimalaitokseen.

Selite	Noin 1200 MW:n ydinvoimalaitos	Noin 1800 MW:n ydinvoimalaitos
<b>Laitostyyppi</b>	Painevesireaktori	Painevesireaktori
<b>Sähköteho</b>	noin 1 200 MW	noin 1 800 MW
<b>Lämpöteho</b>	noin 3 200 MW	noin 4 900 MW
<b>Hyötysuhde</b>	noin 37%	noin 37%
<b>Polttoaine</b>	Uraanidioksidi UO <sub>2</sub>	Uraanidioksidi UO <sub>2</sub>
<b>Vesistöön johdettava lämpöteho</b>	noin 2 000 MW	noin 3 100 MW
<b>Vuosittainen energiantuotanto</b>	noin 9 TWh	noin 14 TWh
<b>Jäähdytysveden tarve</b>	noin 40–45 m <sup>3</sup> /s	noin 65 m <sup>3</sup> /s
<b>Käyttöveden määrä</b>	550–650 m <sup>3</sup> /vrk	550–650 m <sup>3</sup> /vrk
<b>Polttoaineen käyttö</b>	20–30 t/v	30–50 t/v
<b>Käytetty ydinpolttoaine</b>	1 200–1 800 t (koko laitoksen käyttöaikana)	2 500–3 500 t (koko laitoksen käyttöaikana)
<b>Matala- ja keskiaktiivinen jäte</b>	noin 5 000 m <sup>3</sup> (koko laitoksen käyttöaikana)	noin 6 000 m <sup>3</sup> (koko laitoksen käyttöaikana)
<b>Radioaktiiviset päästöt ilmaan</b>	Tritium (T) 3 900 GBq/v Hiili-14 (C-14) 300 GBq/v Jodit (I-131ekv.) 0,49 GBq/v Jalokaasut 46 000 GBq/v Aerosolit 0,051 GBq/v	Tritium (T) 519 GBq/v Hiili-14 (C-14) 363 GBq/v Jodit (I-131ekv.) 0,05 GBq/v Jalokaasut 830 GBq/v Aerosolit 0,004 GBq/v
<b>Muut ilmapäästöt</b>	Dieselgeneraattori: jonkin verran hiilidioksidi-, typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä Liikenne: jonkin verran hiilidioksidi-, typenoksidi-, häkä- ja hiukkaspäästöjä	Dieselgeneraattori: jonkin verran hiilidioksidi-, typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä Liikenne: jonkin verran hiilidioksidi-, typenoksidi-, häkä- ja hiukkaspäästöjä
<b>Radioaktiiviset päästöt veteen</b>	Tritium (T) 9 100 GBq/v Muut beta ja gamma 0,065 GBq/v	Tritium (T) 55 000 GBq/v Muut beta ja gamma 25 GBq/v
<b>Melu</b>	Rakentamisen aikana melua syntyy rakennustöistä ja työmaaliikenteestä. Käyttövaiheessa merkittävimmät melulähteet ovat generaattorimuuntajat, turbiinirakennus, merivesipumppaamo ja liikenne. Laitoksen layout on päivittynt, minkä vuoksi käytön aikainen melu suuntaa pohjoiseen pois päin loma-asutuksesta.	Rakentamisen aikana melua syntyy rakennustöistä ja työmaaliikenteestä. Käyttövaiheessa merkittävimmät melulähteet ovat generaattorimuuntajat, turbiinirakennus, merivesipumppaamo ja liikenne.
<b>Liikenne</b>	Rakentamisen aikana noin 5 000 ajoneuvoa/vrk Käytön aikana noin 600 ajoneuvoa/vrk	Rakentamisen aikana noin 5 000 ajoneuvoa/vrk Käytön aikana noin 600 ajoneuvoa/vrk

## 8.1 Vertailu vuoden 2008 YVAssa arvioituun laitokseen

Taulukossa 8-1 on esitetty tässä YVAssa tarkasteltavan noin 1 200 megawatin laitoksen ominaisuuksien vertailu vuoden 2008 YVAssa arvioituun noin 1 800 megawatin laitokseen. Taulukossa 1 800 megawatin laitoksen lukuarvot perustuvat vuoden 2008 YVAan ja sen jälkeen tarkentuneeseen tietoon laitoksen ominaisuuksista. Nyt tarkasteltavan noin 1 200 megawatin laitoksen tiedot perustuvat AES-2006-ydinvoimalaitostyyppin alustaviin laitostietoihin, jotka tulevat tarkentumaan suunnittelun edetessä.

## 8.2 Ympäristövaikutusten vertailu

Taulukossa 8-2 on esitetty tässä YVAssa tarkastellun noin 1 200 megawatin laitoksen keskeiset ympäristövaikutukset suhteessa nykytilanteeseen. Samalla vaikutuksia on verrattu vuoden 2008 YVAssa tarkastellun noin 1 800 megawatin laitoksen ympäristövaikutuksiin.

Erot nyt arvioitujen 1 200 megawatin laitoksen vaikutusten ja aiemman arvioitujen 1 800 megawatin laitoksen vaikutusten välillä johtuvat pääosin hankkeen teknisen suunnittelun päivityksistä, uusista ympäristön nykytilanteista ja muuttuneesta lainsäädännöstä. Laitoksen kokoluokalla tai tarkentuneella laitostyyppillä ei arvioinnin perusteella ole merkittäviä vaikutuksia laitoksesta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin.

**Taulukko 8-2.** Arvio noin 1 200 megawatin voimalaitoksen merkittävimmistä vaikutuksista suhteessa nykytilanteeseen ja vaikutusten vertailu vuoden 2008 YVAssa tarkastellun 1 800 megawatin voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin.

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön</b>	<p>Länsirannan loma-asutus ja osa lounaisrannan loma-asutuksesta poistuu, eikä lounaisrantaa voi enää käyttää virkistystarkoituksiin.</p> <p>Uusi tieyhteys ei aiheuta merkittäviä maankäyttöliisiä muutoksia.</p> <p>Raahen seudun merkitys vahvana teollisuuspaikkakuntana vahvistuu, mikä voi lisätä maankäytön kehittämisen edellytyksiä.</p>	<p>Vaikutuksissa maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen ei ole eroja, sillä rakentamisen ja rakenteiden laajuus ja mittasuhteet ovat samansuuruisia.</p>
<b>Päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset ilmanlaatuun</b>	<p>Rakentamisen aikana ei synny radioaktiivisia päästöjä.</p> <p>Käytön aikana radioaktiivisten aineiden ilmapäästöjen vaikutus ympäristössä on erittäin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen päästöt allittavat kaikki sille asetetut radioaktiivisten päästöjen päästörajat ja säteilyannos jää selkeästi alle valtioneuvoston asetuksessa (VNA 717/2013) säädetyn raja-arvon. Lisäksi Fennovoima tulee määrittämään ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat.</p> <p>Muilla päästöillä, kuten liikenteen päästöillä, varavoimantuotannon päästöillä ja rakentamisen aikaisella pölyllä ei ole merkittäviä vaikutuksia ilmanlaatuun.</p>	<p>AES-2006 -ydinvoimalaitostyyppin alustavien laitostietojen mukaan radioaktiivisten aineiden päästömäärät ovat suuremmat kuin 1800 MW:n laitoksen arvioidut päästöt.</p> <p>Radioaktiivisten aineiden päästöistä aiheutuvan säteilyn vaikutus on kuitenkin samaa suuruusluokkaa.</p> <p>Muut ilmapäästöt ja niiden vaikutus ovat samaa tasoa.</p>

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Vaikutukset vesistöihin ja kalatalouteen</b>	<p><b>Vesistö</b></p> <p>Rakentamisen aikana ei synny radioaktiivisia päästöjä.</p> <p>Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten prosessivesien päästöjen vaikutus mereen on erittäin pieni. Fennovoiman ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen päästöt alittavat kaikki sille asetetut radioaktiivisten päästöjen päästöraajat. Lisäksi Fennovoima tulee määrittämään ydinvoimalaitokselle omat päästötavoitteet, jotka ovat päästörajoja alhaisemmat.</p> <p>Vesistöarakentaminen aiheuttaa veden väliaikaista same-nemista Hanhikiven niemen merialueella. Pohjaeläimet häviävät tilapäisesti ruoppausalueilta. Näkinpartaisniityt häviävät jäähdytysveden purkurakenteiden alueelta.</p> <p>Jäähdytysveden vaikutusalueella vesikasvillisuuden ja kasviplanktonin tuotanto kasvaa. Merialueen avoimuuden ja vähäravinteisuuden vuoksi vaikutukset jäävät alueellisesti melko vähäisiksi. Jäähdytysveden purkamisen ei arvioida aiheuttavan alusveden hapettomuutta tai merkittäviä sinileväkukintoja. Jäähdytysvesien purulla voi olla lämmenneellä alueella haitallisia vaikutuksia näkinpartaisniityihin pitkällä aikavälillä alueen rehevöitymisen kasvaessa.</p> <p>Hankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia veden laatuun.</p> <p><b>Kalatalous</b></p> <p>Rakennusvaiheessa vesistöiden aiheuttama melu karkottaa kaloja ja kalastus työkohteiden läheisyydessä estyy melun, veden samentumisen ja liikenteen vuoksi. Ruopattavilla alueilla menetetään karisiian ja silakan kutualueita. Suunnitellun meriläjäytysalueen kalataloudelliset vaikutukset jäävät vähäisiksi.</p> <p>Käytön aikana veden lämpötilan kohoaminen seuraus-ilmiöineen suosii pitkällä aikavälillä Hanhikiven niemen lähialueella kevätkutuisia kalalajeja. Haitalliset vaikutukset karisiian ja silakan kutualueisiin rajoittuvat purkualueen lähelle. Kesäaikana pyydysten limoittuminen lisääntyy ja siian pyynti vaikeutuu erityisesti Hanhikiven niemen pohjoispuolisella pyyntialueella. Talvella sula-alue vaikeuttaa jäältä kalastusta, mutta toisaalta sula-alue pidentää avovesikalastuskautta ja houkuttelee alueelle talvella siikaa ja taimenta.</p>	<p>Radioaktiivisten aineiden päästöistä aiheutuvan säteilyn vaikutus on samaa suuruusluokkaa.</p> <p>Vesistö- ja kalatalousvaikutukset ovat samankaltaisia, mutta merkittävydel-tään hiukan lievempiä kuin 1 800 MW:n voimalaitoksessa.</p> <p>Jäähdytysvesien merivettä lämmittävä vaikutus ulottuu jonkin verran pienem-mälle alueelle.</p>
<b>Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin</b>	<p>Kallioperän louhinta vähentää Hanhikiven niemen alueen geologista arvoa. Kaavoissa esitetyn mukaisesti kalliosta pyritään jättämään edustavia osia näkyville. Maaperään ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia. Maaperän pilaantumiskit ehkäistään teknisin keinoin.</p> <p>Pohjaveden pinta ja painetaso voivat laskea rakennustöiden seurauksena ja käytön aikana rakenteiden kuivatuksen vuoksi. Pohjaveden laatuun voi aiheutua vaikutuksia lähinnä rakentamisen aikana mm. räjäytysaineiden käytön ja kallioperän injektoinnin seurauksena. Vaikutukset pohjaveteen jäävät melko paikallisiksi ja vähäisiksi ottaen huomioon tarvittavat haittojen ehkäisy- ja lieventämiskeinot.</p>	<p>Rakentamisen ja rakenteiden laajuus ja mittasuhteet ovat samansuuruisia, jolloin vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin ovat samaa tasoa.</p>

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Vaikutukset kasvilisyyteen, eläimiin ja suojelukohteisiin</b>	<p>Osa Hanhikiven niemen metsä- ja ranta-alueista muuttuu rakennetuksi ympäristöksi ja niiden lajisto häviää tai muuttuu. Rakentaminen aiheuttaa maankohoamisrannikon metsien kehityssarjan (erittäin uhanalainen luontotyyppi) osittaista pirstoutumista. Luonnonsuojelun alueet ja luonnonsuojelulain perusteella suojellut merenrantaniityt jäävät rakentamisen ulkopuolelle. Rakentamistöiden ja liikenteen melu voivat häiritä pesiviä ja levähtäviä lintuja.</p> <p>Käytön aikana lämpimien jäähdytysvesien mereen johtaminen voi välillisesti aiheuttaa merenrantaniityjen umpeenkasvua. Uhanalaisen ruijanesikon kasvupaikat voivat heiketä umpeenkasvun seurauksena.</p> <p>Ydinvoimalaitoksen rakentamisesta tai toiminnasta ei aiheudu merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Natura 2000 -alueen suojeluperusteena oleville luontotyypeille tai lajeille eikä Natura 2000-alueen eheyteen. Rakentamistöiden ja toiminnan melualue rajoittuu alle kilometriin, joten hankkeesta ei aiheudu väliaikaistakaan melun aiheuttamaa haittaa Natura 2000 -alueen linnustolle. Ruoppauksista aiheutuu veden samentumaa, jonka ei kuitenkaan arvioida ulottuvan Natura 2000 -alueelle. Hanhikiven niemen edustan merialueella veden sameuden arvot nousevat myös luonnostaan melko korkeiksi myrskyjen aikana tai runsaiden sateiden johdosta. Jäähdytysvesien vaikutukset eivät ulotu Natura 2000 -alueelle.</p>	<p>Vaikutukset ovat lähes samat.</p> <p>Noin 1200 MW laitoksen jäähdytysveden lämmittävä vaikutus ulottuu jonkin verran pienemmälle merialueelle.</p> <p>Parhalahti-Syölätinlahden ja Heinikarintammen Natura 2000 -alueelle ei kohdistu aiemmin arvioidusta poikkeavia vaikutuksia.</p>
<b>Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön</b>	<p>Rakentamisen aikana maisemavaikutuksia tulee lähinnä maisemassa kauas erottuvista nostureista sekä lisääntyvistä liikenteestä.</p> <p>Voimalaitos sijoittuu näkyvälle paikalle avomerelle työntyvän niemen kärkeen ja muuttaa maisemaa merkittävästi. Seudun rantavyöhykkeellä ei ole tällä hetkellä teollisuutta tai muita raskaita rakenteita.</p> <p>Hanhikiven valtakunnallisesti arvokkaan muinaisjäänneksen asema maisemassa ja lähiympäristön luonne muuttuu merkittävästi. Esteetön pääsy muinaisjäännekselle säilytetään. Takarannan maakunnallisesti arvokkaan merenrantaniityn asema maisemassa muuttuu.</p>	<p>Vaikutuksissa ei ole eroja, sillä rakentamisen ja rakenteiden laajuus ja mittasuhteet ovat samansuuruisia.</p>
<b>Vaikutukset liikenteeseen ja liikenneturvallisuuteen</b>	<p>Rakentamisen aikana liikennemäärät kasvavat merkittävästi. Hanhikiven niemen pohjoispuolella valtatie 8 liikennemäärät lisääntyvät noin 64 prosenttia. Eteläpuolella lisäys on hieman pienempi, noin 39 prosenttia.</p> <p>Käytön aikana kokonaisliikennemäärä valtatiellä 8 ydinvoimalaitokselle johtavan tien risteyksellä lähetyksillä lisääntyy noin 15 prosenttia. Raskaan liikenteen määrän lisäys on noin kuusi prosenttia.</p> <p>Valtatieltä ydinvoimalaitokselle rakennettava uusi tie suunnitellaan siten, että se soveltuu ydinvoimalaitoksen edellyttämän liikenteen käyttöön. Risteysalue valtatieltä suunnitellaan turvallisiksi ja sujuviksi muun muassa ryhmittymiskaistojen ja nopeusrajoitusten avulla.</p>	<p>Voimalaitoksen liikennemäärät ja vaikutukset liikenneturvallisuuteen ovat samat.</p> <p>Vuodesta 2008 vuoteen 2013 valtatie 8 liikennemäärät ovat kasvaneet ja toisaalta kasvuennusteet hieman muuttuneet, minkä seurauksena 1 200 MW:n laitoksen aiheuttama lisäys valtatie liikennemääriin on aikaisempaa arviota hieman pienempi.</p>

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Meluvaikutukset</b>	<p>Melumallinnuksen mukaan hankkeen aiheuttama melu alittaa asuin- ja loma-asuinalueille annetut melun ohjearvot sekä rakentamisen että käytön aikana.</p> <p>Mallinnetussa meluisimmassa rakentamisvaiheessa melun päiväajan keskiäänitaso on lähimmillä loma-asutustonteilla noin 40 dB(A) alittaen selvästi loma-asutuksen ohjearvon 45 dB(A). Lähimpien luonnonsuojelualueiden (Hanhikiven niemen luoteisniitty ja Siikalahden merenrantaniitty) kohdalla melutaso voi mallinnuksen mukaan olla noin 50–53 dB(A).</p> <p>Rakentamisen aikaisen vilkkaimman vaiheen liikenteen aiheuttamat ohjearvojen tasolla 50 ja 55 dB(A):n olevat melun leviämisaalueet ovat melko kapeita eikä niiden vaikutuspiirissä sijaitse asuinkiinteistöjä. Noin 45 dB(A):n vyöhyke ulottuu tielinjauksen viereen rajautuvalle luonnonsuojelualueelle sekä linnustollisesti arvokkaalle alueelle pieneltä matkalta.</p> <p>Laskennan mukaan ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikana laitosalueelta kantautuva melu on varsin vähäistä asuin- ja loma-asuinkohteissa. Keskiäänitaso lähimmillä loma-asuintonteilla on alle 30 dB(A). Samoin laitoksen liikenteestä aiheutuva melu on vähäistä ja alittaa selvästi asumisen melun ohjearvot.</p>	<p>Melulähteet ja -suuruus ovat samankaltaiset ja liikennemäärät yhtä suuret. Laitoksen layout on päivittynyt, minkä vuoksi käytön aikainen melu suuntaa pohjoiseen poispäin loma-asutuksesta. Rakentamisen aikainen melutilanne on samankaltainen kuin aiemmassa melumallinnuksessa.</p>
<b>Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan</b>	<p>Rakennusvaiheessa kohdistuu merkittäviä kiinteistövero- tuloja Pyhäjoen kunnalle ydinvoimalaitoksen valmistu- misasteen mukaan. Työllistävä vaikutus talousalueella on noin 480–900 henkilötyövuotta vuodessa. Hankkeen myötä talousalueen elinkeinoelämä piristyy ja yksityisten ja julkisten palveluiden kysyntä kasvaa.</p> <p>Käyttövaiheen kiinteistöverotulot ovat noin 4,2 miljoonaa euroa vuodessa Pyhäjoen kunnalle. Työllistävä vaikutus talousalueella on 340–425 henkilötyövuotta vuodessa. Verotulot kasvavat uusien asukkaiden, piristyneen elinkei- notoiminnan ja lisääntyneen rakentamisen seurauksena. Väestöpohja ja asuntokanta kasvavat.</p> <p>Käyttövaiheessa voimalaitoksen normaalikäytöstä ei aiheudu säteilyvaikutuksia lähiympäristön ihmisten tervey- teen. Ydinvoimalaitoksen laitosalueella liikkuminen ja vir- kistystoiminta on kielletty, joten aluetta ei voi enää käyttää esimerkiksi metsästykseseen. Lämpimästä jäähdytysvedestä johtuva sulan ja heikenneen jään alue rajoittaa talvella jäällä tapahtuvaa toimintaa, kuten kalastusta ja ulkoilua. Toisaalta avovesikalastuskausi pitenee.</p> <p>Lähiseudun asukkaiden ja toimijoiden näkemykset ydinvoimalaitoshankkeesta vaihtelevat suuresti ja alueille on syntynyt hanketta vastustavia ja kannattavia ryhmit- tymiä. Usein vastuksen syynä ovat ydinvoimalaitokseen liittyvät riskikäsitukset ja pelot sekä vakaumus ydinvoiman eettisestä kyseenalaisuudesta. Hankkeen kannattajat korostavat sen positiivisia taloudellisia vaikutuksia ja ympäristöystävällisyyttä.</p>	<p>Vaikutuksissa ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, terveyteen ja virkistys- käyttöön ei ole merkittäviä eroja. 1 800 MW:n laitoksen rakentamisvai- heen työllisyysvaikutukset ja kiinteistö- verotulot arvioitiin vuonna 2008 hieman pienemmiksi, sillä investoinnin suuruus arvioitiin olevan noin 4 000 miljoonaa euroa. 1 200 MW:n laitoksen investoinnin suuruus arvioi- daan olevan 4 000–6 000 miljoonaa euroa.</p>

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Jätteiden ja niiden käsittelyn vaikutukset</b>	<p>Rakentamisen aikana ei synny radioaktiivisia jätteitä.</p> <p>Voimalaitosjätteen käsittelystä ja loppusijoituksesta ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia, kun tilat suunnitellaan ja käsittely toteutetaan asianmukaisesti. Jätteiden loppusijoitusta valvotaan ja radioaktiiviset aineet muuttuvat aikaa myöten ympäristölle vaarattomiksi.</p> <p>Huolellisen suunnittelun ja toteutuksen avulla käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä ja välivarastoinnista ei aiheudu merkittäviä ympäristövaikutuksia. Kymmeniä vuosia kestävä välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen tilaa seurataan säännöllisesti. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutukset käsitellään aikanaan omassa YVA-menettelyssä.</p> <p>Tavanomaisten tai vaarallisten jätteiden käsittelystä laitoksella ei aiheudu ympäristövaikutuksia.</p>	<p>Voimalaitosjätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen määrä on pienempi, jolloin vaikutukset jäävät vähäisemmiksi.</p> <p>Tavanomaisten ja vaarallisten jätteiden määrissä ei ole merkittäviä eroja. Oikein käsiteltyinä ympäristövaikutuksia ei synny.</p>
<b>Käytöstäpoiston vaikutukset</b>	<p>Purkamistoimenpiteiden aikaiset vaikutukset ovat vähäisiä, kun työhön osallistuvien henkilöiden säteilysuojelusta huolehditaan. Purkuvaiheen aikana syntyvä jäte on samankaltaista kuin laitoksen käytön aikana syntyvä jäte ja se voidaan myös käsitellä samaan tapaan. Suurin osa ydinvoimalaitoksen purkamistoimenpiteiden aikana syntyvistä jätteistä on ei-radioaktiivisia.</p> <p>Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston ympäristövaikutukset arvioidaan aikanaan omassa YVA-menettelyssä.</p>	<p>Vaikutuksissa ei ole merkittävää eroa, sillä mm. laitosrakenteet, purkamismenetelmät ja jätemäärät ovat samankaltaisia.</p>
<b>Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset</b>	<p>Onnettomuustilanteen arvioinnissa on mallinnettu suuren radioaktiivisen päästön leviäminen ympäristöön noudattaen valtioneuvoston asetuksessa 717/2013 esitettyjä vaatimuksia. Tällainen onnettomuus ja siitä aiheutuva radioaktiivinen päästö on erittäin epätodennäköinen. Kyseisen päästön seurauksena aiheutuneet säteilyannokset ihmiselle eivät aiheuta välittömiä terveysvaikutuksia. Päästön seurauksena väestön suojelutoimenpiteitä on tehtävä enintään 15 kilometrin etäisyydellä laitokselta. Lyhytaikaisia käyttörajoituksia voidaan joutua antamaan maatalous- ja luonnontuotteille. Sisävesikalojen käyttöä ravintona voidaan joutua rajoittamaan päästön leviämissuunnassa noin 300 kilometrin etäisyydellä laitoksesta. Poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan päästön kulkeutumissuunnassa aina 1000 kilometriin saakka.</p> <p>Muita mahdollisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita ovat lähinnä kemikaalivuodot, joista voi aiheutua maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Lisäksi säteilyvaaraa aiheuttavia tilanteita voi syntyä esimerkiksi tulipalon tai työvirheen seurauksena.</p>	<p>Mallinnuksen tulokset ovat riippumattomia laitostyyppistä ja koosta. Siten seuraukset arvioidussa vakavassa onnettomuustilanteessa ovat samat.</p> <p>Muiden poikkeus- ja onnettomuustilanteiden riski on samaa tasoa.</p>

	<b>1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset</b>	<b>Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin</b>
<b>Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset</b>	<p>Onnettomuustilanteen arvioinnissa on mallinnettu suuren radioaktiivisen päästön leviäminen ympäristöön noudattaen valtioneuvoston asetuksessa 717/2013 esitettyjä vaatimuksia. Tällainen onnettomuus ja siitä aiheutuva radioaktiivinen päästö on erittäin epätodennäköinen.</p> <p>Vakavan onnettomuuden aiheuttaman radioaktiivisen päästön seurauksena, epäsuotuisissa sääolosuhteissa, Ruotsin rannikolla asuva voi saada korkeintaan 4 mSv:n säteilyannoksen koko elinikänsä aikana, jos mitään väestönsuojelutoimenpiteitä eikä ravinnon käyttörajoituksia ole asetettu. (Vertailuna suomalaisen henkilön vuotuinen säteilyannos on keskimäärin 3,7 mSv.) Laskeuman seurauksena poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan Ruotsissa, Norjassa ja Venäjän luoteisosissa. Sisävesikalojen käyttöä voidaan joutua rajoittamaan Pohjois-Ruotsin rannikkoseuduilla.</p>	Mallinnuksen tulokset ovat riippumattomia laitostyyppistä tai koosta. Siten seuraukset arvioidussa vakavassa onnettomuustilanteessa ovat samat.
<b>Ydinpolttoaineen tuotantoketjun vaikutukset</b>	<p>Ydinpolttoaineen tuotantoketjun ympäristövaikutukset eivät kohdistu Suomen alueelle. Näitä vaikutuksia arvioidaan ja säädellessään kussakin maassa sen oman lainsäädännön mukaisesti.</p> <p>Uraanikaivostoiminnan ympäristövaikutukset liittyvät uraanimalmin säteilyyn, malmista vapautuvan radonkaasun säteilyvaikutuksiin, kaivosjätteisiin, pölyämiseen ja jätevesiin. Konversio- väkevöinti- ja polttoainennippujen tuotantovaiheiden mahdolliset ympäristövaikutukset liittyvät vaarallisten kemikaalien käsittelyyn sekä vähäisemmässä määrin radioaktiivisten aineiden käsittelyyn. Tuotantoketjun eri vaiheiden ympäristövaikutuksia, kaivoksilta lähtien, hallitaan lainsäädännön velvoitteiden lisäksi enenevässä määrin myös kansainvälisten standardien ja ulkopuolisten tahojen suorittamien auditointien avulla.</p> <p>Ydinpolttoaineen tuotantoketjussa kuljetettavat välituotteet ovat korkeintaan heikosti radioaktiivisia. Radioaktiivisten materiaalien kuljetukset tapahtuvat kansallisten ja kansainvälisten radioaktiivisten materiaalien kuljetuksia ja varastointia koskevien säännösten puitteissa. Myös kemikaaliturvallisuudesta huolehditaan asianmukaisin toimenpitein.</p>	Vaikutukset ovat pääpiirteittäin samat.
<b>Vaikutukset energiamarkkinoihin</b>	<p>Uusi ydinvoimalaitos osaltaan edistää Suomen sähköomavaraisuutta.</p> <p>Fennovoiman ydinvoimalaitos parantaa sähkön tuotannon huoltovarmuutta vähentämällä Suomen riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja tuontisähköstä sekä ylläpitämällä kotimaista sähköntuotantokapasiteettia. Fennovoiman ydinvoimalaitoksen sijoittuminen uudelle paikkakunnalle parantaa huoltovarmuutta myös sähkönsiirron kannalta mahdollisissa vikatilanteissa.</p>	Sähkön kysynnän ennuste on laskenut verrattuna vuoden 2008 tilanteeseen. Toisaalta hankkeen laitoskoko on pienentynyt. Vaikutuksissa ei ole merkittäviä eroja.

	1 200 MW voimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset	Vertailu 1 800 MW voimalaitoksen ympäristövaikutuksiin
<b>Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa</b>	<p>Ydinvoimalaitos ja seudulle suunnitella olevat tuulipuisto-hankkeet muodostavat yhdessä jopa valtakunnan tasolla merkittävän energiantuotantoalueen. Nykyinen maaseutu- ja luontomiljö hahmottuu jatkossa suurimittakaavaisena energiantuotantovyöhykkeenä.</p> <p>Hankkeella voi olla yhteisvaikutus alueelle suunnitellun Parhalahden tuulipuistohankkeen kanssa virkistystoiminnan osalta, koska sekä ydinvoimalaitos että tuulipuistohanke rajoittavat sijaintialueidensa maankäyttöä heikentäen näin metsästysmahdollisuuksia.</p> <p>Merituulipuistohankkeen ja maa-aineksen ottohankkeen ruoppauksilla voi olla yhteisvaikutuksia kalastoon ja sitä kautta kalastukseen veden samentumisen seurauksena, mikäli ruoppaukset toteutettaisiin samaan aikaan.</p> <p>Voimajohtojen rakentamisen ja käytön aikaiset ympäristövaikutukset arvioidaan erillisessä YVA-menettelyssä.</p>	<p>Vuonna 2008 YVAssa arvioitiin yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa, mutta silloiset hankkeet olivat eri kuin tässä YVAssa.</p>

### 8.3 Hankkeen toteuttamiskelpoisuus

Hanke on ympäristövaikutusten kannalta toteuttamiskelpoinen. Ympäristövaikutusten arvioinnissa hankkeen toteutusvaihtoehdon ei todettu aiheuttavan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, ettei niitä voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

Hankkeen toteuttamisella on myös positiivisia ympäristövaikutuksia, kuten aluetaloudelliset vaikutukset ja hiilidioksidipäästöttömän energiantuotantomuodon lisäksi.

### 8.4 Vertailu hankkeen toteuttamatta jättämiseen

Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutuksia on selvitetty nollavaihtoehdon vaikutuksia kuvaavassa luvussa.

Mikäli hanke ei toteudu, jäävät hankkeen aiheuttamat haitalliset ja myönteiset vaikutukset toteutumatta. Hanhikiven niemen alue säilyy nykyisen kaltaisena. Positiiviset taloudelliset vaikutukset (muun muassa työllisyyden parantuminen ja verotulot) jäävät toteutumatta. Korvaavasta säh-

köntuotannosta syntyy luvussa 7.18.6 kuvattuja ympäristövaikutuksia, kuten päästöjä ilmaan.

### 8.5 Ympäristövaikutusten arvioinnin epävarmuudet

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Laitoksen yksityiskohtaista teknistä suunnittelua ei ole vielä tehty, mutta vuoden 2008 ympäristövaikutusten arviointiin verrattuna useat tekniset ratkaisut ovat täsmentyneet (muun muassa jäähdytysvesijärjestelyt ja laitoksen layout). Arviointimenetelmien kuvauksen yhteydessä on arvioitu myös niihin liittyviä epävarmuuksia. Ympäristövaikutusten arviointiin liittyvät tyypilliset epävarmuudet tunnetaan varsin hyvin ja ne on voitu ottaa huomioon vaikutuksia arvioitaessa. Kaikki vaikutusten arvioinnissa tehdyt lähtöoletukset on tehty siten, että on valittu aina pahin mahdollinen tilanne ympäristövaikutusten kannalta.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tehdyissä arvioinneissa ympäristövaikutusten merkittävyys ja suuruusluokka on selvitetty luotettavasti, eikä johtopäätöksiin sisälly merkittäviä epävarmuuksia.





# 9

## Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen



Hankkeen haittojen ehkäisemisen ja lieventämisen keinoja on esitetty kunkin vaikutusarviointiosion kohdalla. Yhteenveto merkittävimpien vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinoista on esitetty taulukossa 9-1.

**Taulukko 9-1.** Hankkeen haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen.

Vaikutus	Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen
<b>Päästöt ilmaan ja vaikutukset ilmanlaatuun</b>	<p>Ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen päästöt alittavat kaikki sille asetetut radioaktiivisten ilmapäästöjen päästörajat. Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa päästöjen minimoimiseksi ja päästöt pidetään niin pieninä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Radioaktiivisten aineiden päästöjä tarkkaillaan jatkuvasti mittauksin ja näytteenotoin.</p> <p>Liikenteen aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää rajoittamalla ydinvoimalaitoksen rakennettavan tien nopeusrajoitus riittävän alhaiseksi. Muiden päästöjen, kuten varavoiman osalta, noudatetaan energiantuotannolle asetettuja päästörajoja.</p>
<b>Vesistövaikutukset</b>	<p>Rakentamisen aikaisten haittojen minimoinnissa voidaan ajautua tilanteeseen, jossa haittojen pienentäminen lisää vesistöiden kestoa vuodella. Rakentamisajan pidentyminen vuodella arvioidaan olevan kokonaisuudessaan ympäristön kannalta haitallisempi vaikutus kuin lyhyemmällä rakentamisajalla.</p> <p>Hanhikiven niemen merialueella tehtävien vesistö-rakennustöiden sameusvaikutuksia tarkkaillaan jatkuvatoimisilla mittauksilla. Rakentamisen aikaisen meriläjitystoiminnan sameusvaikutuksia voidaan ohjata tai rajoittaa jatkuvatoimisten mittauspöjijujen avulla vallitsevan virtaustilanteen mukaisesti.</p> <p>Ydinvoimalaitos suunnitellaan siten, että sen päästöt alittavat selvästi laitokselle asetetut radioaktiivisten päästöjen päästörajat. Käytön aikana syntyvien radioaktiivisten prosessivesien käsittelyssä käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa päästöjen minimoimiseksi ja päästöt pidetään niin pieninä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Puhdistettujen prosessivesien radioaktiivisuutta tarkkaillaan mittauksin ja näytteenotoin ennen mereen laskemista.</p> <p>Toiminnan aikana vesistöön johdettavasta lämpökuormasta johtuvan avovesialueen ja heikon jään alueen sijainti riippuu talvella paljolti meriveden virtaussuunnista, joten niiden sijaintiin ei voida vaikuttaa. Heikoista jäistä voidaan varoittaa kyltein.</p>
<b>Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen</b>	<p>Meriveden lämpenemisestä kalastolle ja kalastukselle koituvaa yleistä haittaa voidaan kompensoida kalatalousmaksulla. Ammattimaiselle kalastukselle aiheutuvat haitat voidaan korvata kalastajakohtaisesti.</p> <p>Kalojen kulkeutumista jäähdytysveden ottoon voidaan vähentää erilaisin teknisin keinoin sekä jäähdytysveden ottorakenteiden teknisellä suunnittelulla. Teknisiä keinoja ovat mm. tiheäsolmuisen verkon asentaminen ottokanavan eteen ja erilaiset kalojen karkottimet.</p>
<b>Vaikutukset maa- ja kallioperään</b>	<p>Louhintatyöt pyritään toteuttamaan niin, että alueen geologisesti arvokkaasta kalliosta jää edustavia osia näkyville.</p> <p>Pohjaveden pinnankorkeuteen ja painetasoon kohdistuvia vaikutuksia voidaan rajoittaa ulottumaan vain rakennettavalle alueelle. Samalla estetään pohjaveden virtaussuunnan muuttumista niin, että merivesi ei pääse sekoittumaan pohjaveteen. Näin ehkäistään pohjaveden laatuun kohdistuvia vaikutuksia.</p>

Vaikutus	Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen
<b>Vaikutukset luontoon</b>	<p>Rakentamisen aikaisten haittojen minimoinnissa voidaan ajautua tilanteeseen, jossa haittojen pienentäminen pidentää rakentamisaikaa. Rakentamisajan pidentymisen arvioidaan olevan kokonaisuudessaan ympäristön kannalta haitallisempaa kuin lyhyemmän rakentamisajan.</p> <p>Rakentamisen aikana työmaa-alueet rajataan aidoilla ja merkinnöillä. Pääsy voimalaitosalueen ranta-alueille estetään paitsi vesistöarakentamiseen liittyville ranta-alueille. Samoin pääsy estetään sellaisille työmaa-alueille, joilla esiintyy suojeltavia lajeja ja luontokohteita. Työntekijät koulutetaan ja ohjeistetaan huomioimaan liikkumisen rajoitukset luonnossa ja luonnonsuojelualueilla.</p> <p>Mahdollisia linnustolle aiheutuvia meluhaittoja ehkäistään meluvaikutusten kohdalla esitetyllä tavalla.</p> <p>Lämpimien jäähdytysvesien mereen johtamisesta voi olla seurauksena kasvillisuuden muutoksia jäähdytysvesien vaikutusalueelle sijoittuvilla merenrantaniityillä. Merenrantaniittyjen umpeenkasvua voidaan ehkäistä niittyjen laidunnuksella tai raivaamalla pois järviruokoa ja pensaita. Hanhikiven niemen merenrantaniittyjen säilyttämisellä pyritään turvaamaan, että luontotyypin esiintyminen alueella ei ole vain Parhalahti-Syöläinlahden ja Heinikarinlammen Natura 2000 -alueen varassa.</p>
<b>Maankäyttö- ja maisemavaikutukset</b>	<p>Voimalaitoksen sijoittumista alueen maisemakuvaan voidaan parantaa arkkitehtuurilla, rakennusten sijoittelun suunnittelulla ja istutuksilla sekä pintamateriaalien ja -värien valinnalla. Myös vesistöstruktuurit suunnitellaan mahdollisimman vähän maisemasta erottuviksi.</p>
<b>Liikennevaikutukset</b>	<p>Rakentamisen aikaisia haittoja voidaan lieventää liikenteen ohjauksella sekä ajoittamisella. Käytön aikaisia vaikutuksia voidaan vähentää järjestämällä henkilökunnalle linja-autokuljetuksia työpaikalle.</p> <p>Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa esim. ryhmittymiskaistojen, nopeusrajoitusten, liikennevalojen ja kevyenliikenteen väylien avulla.</p>
<b>Meluvaikutukset</b>	<p>Laitoksen suunnittelun edetessä tehdään meluntorjuntasuunnitelma, jossa huomioidaan muun muassa rakennusajan toimintojen sijoittelu sekä rakennus- ja toiminta-ajan liikennetiheyden vaihtelu. Melua ehkäiseviä toimia ovat esimerkiksi meluvallit rakennustyömaan äänekkaiden toimintojen ja liikennereittien ympärillä ja liikenteen nopeuden rajoittaminen.</p>
<b>Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan</b>	<p>Rakennustyön aikaisia sosiaalisia vaikutuksia voidaan lieventää hajauttamalla työntekijöiden majoittumista myös lähikuntiin sekä järjestämällä erilaisia koulutuksia niin ulkomaalaisille kuin paikkakuntalaisille.</p> <p>Ydinvoimaan liittyviä pelkoja ja uhkakuvia voidaan lieventää asianmukaisella tiedottamisella, jotta asukkailla olisi tarpeeksi tietoa ydinvoimalaitoksen toiminnasta ja turvallisuudesta. Aktiivisella sidosryhmävuoropuhelulla voidaan tehostaa tiedonkulkua hankevastaavan ja paikallisten asukkaiden välillä. Lisäksi voidaan järjestää erilaisia yleisötapahtumia ja infotilaisuuksia paikkakunnalla.</p>
<b>Jätteet ja niiden käsittelyn vaikutukset</b>	<p>Voimalaitosjättiloihin suunnitellaan järjestelmät, joiden avulla jätteiden turvallinen käsittely ja siirtäminen sekä radioaktiivisten aineiden määrän ja laadun seuranta voidaan toteuttaa.</p> <p>Käytetyn ydinpolttoaineen jätehuollon kaikissa vaiheissa varmistetaan polttoaineen pitäminen turvallisessa tilassa.</p>
<b>Laitoksen käytöstäpoiston vaikutukset</b>	<p>Käytöstäpoiston ympäristövaikutukset arvioidaan aikanaan omassa YVA-menettelyssä. Laitoksen käytön alkuvaiheessa tehdään käytöstäpoistosuunnitelma, jonka tarkoituksena on erityisesti varmistaa, ettei purettavista radioaktiivisista laitososista aiheudu vaaraa ympäristölle. Säteilyturvakeskus hyväksyy suunnitelman ja siihen kuuden vuoden välein tehtävät päivitykset.</p>

Vaikutus	Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen
<b>Poikkeus- ja onnettomuus-tilanteiden vaikutukset</b>	<p>Laitos suunnitellaan siten, että vakavan onnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni. Syvyysuuntaista puolustusperiaatetta noudattamalla minimoidaan radioaktiivisten päästöjen riskiä. Onnettomuuksia ja häiriötilanteita estetään tiukoilla toiminnan laatu- ja turvallisuusvaatimuksilla sekä noudattamalla jatkuvan parantamisen periaatetta. Onnettomuudesta johtuvan päästön seurauksia voidaan pienentää merkittävästi väestön suojelutoimenpiteillä, kuten sisätiloihin suojaautuminen, joditabletit, lähialueen asukkaiden evakuointi ja kulkurajoitukset. Elintarviketuotannon suojaustoimenpiteillä ja elintarvikkeiden käyttörajoituksilla voidaan merkittävästi pienentää ravinnon kautta saatavaa säteilyannosta.</p> <p>Kemikaalien sekä radioaktiivisten jätteiden käsittelyssä syntyviä mahdollisia onnettomuustilanteita ehkäistään teknisin toimenpitein sekä henkilökunnan koulutuksella.</p>
<b>Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset</b>	<p>Vakavan onnettomuuden seurauksena saattaa poronlihan ja sisävesikalojen radioaktiivisuus nousta tasolle, joka edellyttää tilapäisten käyttörajoitusten asettamista. Käyttörajoituksia noudattamalla poronlihan ja sisävesikalojen radioaktiivisuus ei aiheuta vaaraa ihmisille.</p> <p>Sisävesikalojen käyttöä saatetaan joutua rajoittamaan Pohjois-Ruotsin rannikkoseuduilla. Käyttörajoitukset voidaan rajata suurimman laskeuma-alueen tiettyihin järviin ja jokiin.</p> <p>Poronlihan käyttöä voidaan joutua rajoittamaan Ruotsissa, Norjassa ja Venäjän luoteisosissa. Poronlihan aktiivisuutta voidaan kuitenkin pienentää estämällä poroa syömästä jäkälää, johon cesium rikastuu. Tämä saattaa edellyttää porojen siirtämistä pois pahimmilta laskeuma-alueilta. Porot voidaan myös pitää aitauksissa ja ruokkia puhtaalla ravinnolla sen ajan, kunnes laskeuma-alueen radioaktiivisuustaso pienenee riittävästi.</p>

# 10

## Ympäristövaikutusten seurantaohjelma



Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaan. Ydinvoimalaitoksen osalta myös ydinenergiain perusteella annetut säädökset ja ohjeet edellyttävät hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaan ja raportointia.

## 10.1 Radioaktiivisten päästöjen tarkkailu ja ympäristön säteilytarkkailu

### 10.1.1 Radioaktiivisten aineiden päästömittaukset

Ydinvoimalaitoksen normaalin käytön aikana hyvin pieni osuus syntyneistä radioaktiivisista aineista vapautuu laitoksesta päästönä ympäristöön. Ilmakehään päästetään laitoksen ilmanvaihdon poistoilmaa ja prosesseista poistettuja, puhdistettuja kaasumaisia aineita. Merkittävin päästöreitti ilmaan on laitoksen ilmastointipiippu.

Ydinvoimalaitoksen prosessien poistovedet käsitellään voimalaitoksen nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksessa, josta ne johdetaan säteilykontrollin kautta jäähdytysvesikanavaan ja edelleen mereen.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä tarkkaillaan laitoksen sisäpuolella tehtävien prosessi- ja päästömittausten avulla, sekä tarkkailemalla ympäristössä esiintyvää säteilyä ja radioaktiivisia aineita. Näin varmistetaan siitä, että päästöt ilmaan tai veteen eivät ylitä Säteilyturvakeskuksen vahvistamia laitoskohtaisia päästörajoja. Käytettävät mittausmenetelmät valitaan niin, että mittausten luotettavuus ja tarkkuus ovat niin hyvät kuin parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla on saavutettavissa. Päästöreittejä voidaan seurata myös yksittäisen vian sattuessa järjestelmissä. Näytteenottoihin ja mittauksiin liittyvät järjestelyt ja toiminnot toteutetaan siten, että myös vakavan onnettomuuden aikana saadaan riittävät tiedot radioaktiivisten aineiden päästöistä.

Tarkat tulokset radioaktiivisten aineiden päästömittauksista raportoidaan Säteilyturvakeskukselle määräajoin (neljännesvuosi- ja vuosiraportit). Merkittäviä radioaktiivisten aineiden päästöreittejä ilmaan seurataan säteilymittausjärjestelmillä, jotka ovat kiinteästi asennettuja ja jatkuvatoimisia. Lisäksi radioaktiivisten aineiden päästövirtauksesta suoritetaan tarpeen mukaan näytteenkeräys erilliseen näytteenotto- ja mittausjärjestelmään. Ilmastointipiipussa on näytteenottolaitteisto, jonka hiukkasmaisia aineita keräävät suodattimet vaihdetaan ja analysoidaan laboratoriossa määrävälein.

Kaasusta otetaan säännöllisesti myös isotooppikohtaisia näytteitä tarkempaa analyysiä varten. Varsinaisten päästöreittien lisäksi ydinvoimalaitoksen sisällä olevia merkittäviä kaasujen kulkeutumiskehityksiä, kuten aktiivisten huonetilojen ja säiliöiden poistoilmakanavia sekä kaasujen puhdistus- ja viivästysjärjestelmiä, seurataan jatkuvasti säteilymittauksin.

Myös laitokselta mereen päästettävien jätevesien aktiivisuutta tarkkaillaan säteilymittausjärjestelmillä, jotka ovat kiinteästi asennettuja ja jatkuvatoimisia. Päästöreittejä pys-

tytään seuraamaan myös yksittäisen vian sattuessa järjestelmissä. Vesipäästöä valvova säteilymittausjärjestelmä sulkee automaattisesti ja luotettavasti päästölinjan, jos mitattava aktiivisuus ylittää päästölinjan aktiivisuudelle asetetun ylärajan tai jos mittausjärjestelmä on epäkuntoinen.

Poikkeuksellisia päästöreittejä (erilaiset välipiirit, sekundaariipiiri) valvotaan säteilymittausjärjestelmien lisäksi asianmukaisin näytteenottojärjestelmin sekä laboratorio-määrityksin. (YVL C.3)

### 10.1.2 Ympäristön säteilytarkkailu

Ydinvoimalaitoksen ympäristön radioaktiivisten aineiden määrien ja säteilytilanteen seurantaan kutsutaan ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilytarkkailuksi.

Voimalaitosalueen ja ympäristön säteilymittauksilla varmistetaan, ettei viranomaisohjeissa esitettyjä säteilyannosrajoja ylitetä. Säteilytarkkailuohjelman tarkoituksena on selvittää ydinvoimalaitoksen radioaktiivisista päästöistä ympäristölle ja ihmisille aiheutuva säteilyaltistus ja varmistaa, että se pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Toiminnanharjoittaja laatii ja toimittaa ympäristön säteilytarkkailua koskevan ohjelman Säteilyturvakeskukselle ydinenergiain mukaista ydinvoimalaitoksen käyttö lupaa hakiessaan. Säteilyturvakeskus hyväksyy ohjelman, seuraa tuloksia ja tekee laitospaikalla tarkastuksia.

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilytarkkailuohjelmaa tarkistetaan vähintään viiden vuoden välein. Voimalaitoksen toiminnan päättyessä ympäristön säteilytarkkailu suoritetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla.

Ennen ydinvoimalaitosyksikön käyttöönottoa laitospaikan ympäristössä tehdään perustilaselvitys, jossa kartoitetaan toimintaa edeltävä lähtötilanne ja ympäristöolosuhteet sekä ennakoidaan toiminnan vaikutuksia, kuten päästöjen määrää ja niiden leviämistä ympäristöön normaalin käytön aikana.

Ympäristön säteilytarkkailuohjelmassa määritellään ohjelman toteuttajat, näytteenotot ja mittaukset ja niiden suoritusasteisuus. Lisäksi ohjelmassa kuvataan menetelmät ja laitteet, näyte- ja nuklidikohtaiset havaitsemisrajat, laitteiden ja menetelmien kalibrointi sekä mittaus tulosten käsittely ja tallennus.

Säteilytarkkailuohjelma sisältää ulkoisen säteilyn mittaustuloksia sekä ulkoilman, ihmiseen johtavien ravintoketjujen eri vaiheita edustavien näytteiden ja ihmisen kehonsisäisen radioaktiivisuuden määrittämiä. Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi laitoksen maaympäristöön sijoitetaan määräajoin luetavia annosmittareita sekä jatkuvatoimisia, varmennettuja säteilyannosnopeuden mittausasemia. Niiden mittaus tiedot siirretään ydinvoimalaitoksen lisäksi myös valtakunnalliseen säteilyvalvontaverkkoon, jonka mittaus tieto on reaaliaikaisesti luettavissa sisäasiainministeriössä ja Säteilyturvakeskuksessa. Tämän lisäksi ympäristössä tehdään määräajoin gammaspektrometrisiä mittauksia ja laitoksen lähietäisyyteen sijoitetuilla jatkuvatoimisilla ilmanäytteenkeräijillä tarkkailaan ilmassa hiukkasmuodossa olevia radioaktiivisia aineita.

Ympäristön radioaktiivisuutta mitataan säännöllisin väliajoin myös näytteenotoin. Näytteitä otetaan indikaat-

toriorganismeista, jotka keräävät tai rikastavat päästöjen sisältämiä radioaktiivisia aineita. Ravintoketjuihin liittyvät mittaukset kohdistetaan maaympäristössä ensisijaisesti laskeuman, maaperän, talousveden, viljan ja puutarhatuotteiden, luonnontuotteiden ja -kasvien, lihan, ruohon ja maidon radioaktiivisten aineiden määrittäisiin. Näytekohteet edustavat kattavasti niitä reittejä, joita pitkin radioaktiivisia aineita voi kulkeutua ihmiseen. Kohteet sijaitsevat 0–40 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta. Vesiympäristössä mittaukset kohdistetaan meriveden, sedimentoituvan aineksen ja pohjasedimentin, vesikasvien ja pohjaeläimien sekä kalojen radioaktiivisten aineiden määrittäisiin. Lähiympäristön asukkaiden kehonsisäisen aktiivisuuden mittauksilla varmistetaan, ettei ole olemassa merkittäviä tunnistamattomia altistusreittejä, joita pitkin radioaktiivisia aineita kulkeutuisi ympäristön asukkaisiin.

Säteilytarkkailuohjelman lisäksi tehdään päästötietoihin ja leviämisolosuhteisiin (sääolosuhteiden mittaustiedot) perustuvia säteilyannoslaskelmia, joiden avulla arvioidaan ympäristön väestölle aiheutunutta säteilyaltistusta. Arviot palvelevat esimerkiksi pelastustoimintaa mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Säteilyturvakeskus hyväksyy arvioinnissa käytetyt laskentaohjelmat. (YVL C.4)

## 10.2 Tavanomaisten päästöjen tarkkailu

Tavanomaisten päästöjen seuranta koskevat, juridisesti sitovat velvoitteet annetaan voimalaitoksen ympäristölupapäätöksen lupaehdoissa. Laitoksen vaikutuksia ympäristöön seurattava viranomaisten hyväksymien tarkkailuohjelmien mukaisesti. Tarkkailuohjelmat sovitaan yhdessä ympäristöviranomaisten kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat. Tarkkailuohjelmasta laaditaan ehdotus jo lupahakemusvaiheessa ja ohjelma pyritään saamaan hyväksytyksi lupapäätöksen antamisen yhteydessä.

Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikavälein hankkeen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat:

- tuottaa tietoa laitoksen ympäristökuormituksesta ja -vaikutuksista
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurauslaitoksen toiminnasta ja mitkä aiheutuvat muista tekijöistä
- selvittää, miten ympäristövaikutusten ennuste- ja arviointimenetelmät vastaavat todellisuutta
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos ennakoimattomia haittoja esiintyy.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan toiminnanharjoittajalle ja ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

Vaikka yksityiskohtaiset ympäristövaikutusten tarkkailuohjelmat laaditaan vasta ympäristölupavaiheessa, YVA-selostuksessa voidaan esittää ympäristötarkkailun sisältö pääpiirteittäin, koska käytännössä tarkkailu on varsin samantyyppisiä laitoksen sijainnista ja teknisistä ratkaisuista riippumatta. Seuraavissa luvuissa on esitetty ympäristövaikutusten seurannan pääpiirteet.

### 10.2.1 Vesistötarkkailu

#### 10.2.1.1 Rakentamisen aikainen tarkkailu

Hankkeen vesistö-rakennustöiden vaikutuksia tarkkaillaan vesilupaan liittyvän tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Tarkkailusuunnitelma laaditaan jo lupahakemusvaiheessa, ja siitä neuvotellaan viranomaisen kanssa niin, että suunnitelma saadaan hyväksytyksi vesilupapäätöksen antamisen yhteydessä.

Fennovoima on esittänyt ehdotuksensa tarkkailusuunnitelmista vesilupahakemuksissaan (*Fennovoima 2013a, 2013b, 2013c*). Meriveden sameutta mitataan vesistö-rakennustöiden aikana jatkuvatoimisilla mittareilla siten, että mittaus aloitetaan vähintään muutama päivä ennen töiden aloittamista ja jatketaan kaksi viikkoa töiden loppumisesta. Sameutta mitataan jatkuvatoimisesti myös Hanhikiven niemen luoteisosassa sijaitsevien ruoppausmassojen läjitysaldain vesistä ennen vesien mereen johtamista.

Meriläjäytysalueella veden samenenemisen leviämistä tarkkaillaan merialueelle sijoitettavan kahden jatkuvatoimisen mittarin avulla. Sameutta mitataan ainoastaan töiden aikana siten, että mittaus aloitetaan vähintään muutama päivä ennen töiden aloittamista ja jatketaan vähintään kaksi viikkoa töiden loppumisesta.

Pohjaeläintarkkailu kattaa vesistö-rakentamisen ja meriläjäytysalueen tarkkailun. Vaikutuksia pohjaeläimistöön tarkkaillaan vuosi ennen rakentamisaikaa, rakentamisen kolmantena vuotena sekä jälkitarkkailuna toisena vuotena rakentamisen päättymisestä. Rakentamisen aikaisen tarkkailun tavoitteena on selvittää vesistöiden aiheuttamat muutokset pohjaeläimistöissä. Jälkitarkkailun tavoitteena on seurata pohjaeläimistön toipumista vesistöistä. Samalla seurataan, tapahtuuko vesistö-rakenteiden tai -töiden seurauksena pysyviä muutoksia pohjaeläinkannoissa.

#### 10.2.1.2 Käytön aikainen tarkkailu

Jäähdytys- ja jätevesien johtamisen vaikutuksia vedenlaatuun, vesieliöstöön ja jäätalanteeseen tullaan tarkkailemaan Hanhikiven niemen merialueella, kun voimalaitos aloittaa toimintansa. Tarkkailua tehdään säännöllisin väliajoin laitoksen ympäristöluvassa määritellyn ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen hyväksymän ohjelman mukaisesti. Tarkkailun tuloksia verrataan nykytilanteeseen, josta on hyvät tiedot Fennovoiman tekemien selvitysten ja ennakkotarkkailun vuoksi.

Fysikaalis-kemiallisessa tarkkailussa otetaan useita vesinäytteitä vuodessa. Näytteistä määritetään muun muassa veden pH, happipitoisuus, sähkönjohtavuus,



veden sameus, hapenkulutus sekä ravinne- ja kiinto-aineepitoisuudet sekä kasviplanktonin määrää kuvaava a-klorofyllipitoisuus. Biologisilla tarkkailututkimuksilla seurataan hankkeen vaikutusalueen eliöstössä tapahtuvia muutoksia. Tällaiset muutokset voivat olla esimerkiksi rehevöitymisestä aiheutuvia. Biologiseen tarkkailuun sisältyy muun muassa kasviplanktonin perustuotannon ja lajijakauman, vesikasvillisuuden lajiston ja runsauden sekä pohjaeläinten lajiston ja määrän tarkkailu. Tarkkailussa kiinnitetään erityishuomiota vaikutusalueella sijaitsevien uhanalaisten näkinpartaislevyhdyskuntien tilan muutoksiin.

## 10.2.2 Kalataloudellinen tarkkailu

### 10.2.2.1 Rakentamisen aikainen tarkkailu

Vesistö rakentamisen vaikutuksia kaloihin ja kalastukseen tarkkaillaan ympäristöviranomaisten kanssa sovitulla tavalla. Tarkkailusuunnitelma laaditaan jo vesilupahakemusvaiheessa, ja siitä neuvotellaan viranomaisen kanssa niin, että suunnitelma saadaan hyväksytyksi vesilupapäätöksen antamisen yhteydessä.

Fennovoima on esittänyt ehdotuksensa kalataloustarkkailusta vesilupahakemuksissaan (*Fennovoima 2013a, 2013b, 2013c*). Kalataloustarkkailuun sisältyy kalaston rakenteen, poikastuotannon sekä ammatti- ja vapaa-ajankalastuksen seuranta. Kalaston rakennetta seurataan Coastal-koeverkkopyynnillä ja poikastuotantoa Gulf-Olympia-linjoilla sekä nuottaamalla. Kalastusta seurataan myös ammatti- ja vapaa-ajankalastajille suunnatulla kalastustiedustelulla.

### 10.2.2.2 Käytön aikainen tarkkailu

Jäähdytys- ja jätevesien johtamisen vaikutuksia kalastoon ja kalastukseen tarkkaillaan säännöllisesti voimalaitoksen käytön aikana. Tarkkailua tehdään ympäristöluvassa määritellyn ja Kainuun ELY-keskuksen kalatalousryhmän hyväksymän ohjelman mukaisesti. Tarkkailun tuloksia verrataan nykytilanteeseen, josta on hyvät tiedot Fennovoiman tekemien selvitysten ja ennakkotarkkailun vuoksi.

Käytön aikainen tarkkailu sisältää jo laitoksen rakennusvaiheessa aloitetun kalaston rakenteen, poikastuotannon sekä ammatti- ja vapaa-ajankalastuksen seurannan. Kalaston rakennetta seurataan Coastal-koeverkkopyynnillä ja poikastuotantoa Gulf-Olympia-linjoilla sekä nuottaamalla. Kalastusta seurataan myös ammatti- ja vapaa-ajankalastajille suunnatulla kalastustiedustelulla.

## 10.2.3 Ilmapäästöjen tarkkailu

Varavoimakoneiden ja varalämpölaitoksen tuotannosta syntyneet päästöt (rikkidioksidi, typen oksidit, hiukkaset, hiilidioksidi) määritetään ja raportoidaan ympäristöluvan määräämällä tavalla. Todennetut hiilidioksidipäästötiedot toimitetaan lisäksi myös Energiamarkkinavirastolle, joka toimii viranomaisena kasvihuonekaasujen päästöoikeuksiin liittyvissä asioissa.

## 10.2.4 Jätekirjanpito

Käytön aikana ydinvoimalaitoksella muodostuvien tavanomaisten jätteiden laadusta, määrästä ja käsittelystä pidetään vuosittaista jätekirjanpitoa jätelain edellyttämällä tavalla. Valvonta- tai lupaviranomainen voi antaa määräyksiä ja ohjeita siitä, miten kirjanpitovelvollisuus täytetään. Tavanomaisten jätteiden osalta kirjanpito ja raportointi tapahtuvat ydinvoimalaitoksen ja sen jätehuollosta vastaavan yrityksen ympäristölupapäätösten mukaisesti.

Radioaktiivisten jätteiden osalta kirjanpito perustuu Säteilyturvakeskuksen määräyksiin.

Rakentamisen aikaiselle jätehuollolle tehdään erillinen jätehuoltosuunnitelma ja toteutetaan jätekirjanpito.

## 10.2.5 Melutarkkailu

Rakentamisen ajalle tehdään melumittausuunnitelma, jossa esitetään melutarkkailu lähimmillä kesämökeillä ja luonnonsuojelualueilla. Rakentamisen aikaiset ympäristöluvassa sisältyvät todennäköisesti myös melutarkkailuun liittyviä vaatimuksia.

Ydinvoimalaitoksen rakentamisen jälkeen laitoksen ympäristössä tullaan tekemään melumittauksia, joilla varmistetaan, että laitoksen toiminnan aiheuttama melu pysyy viranomais- ja suunnitteluohjeiden rajoissa. Voimalaitoksen toiminnasta aiheutuva melutaso selvitetään mittauksin lähimmissä melulle altistuvissa kohteissa. Merkittävimpien ympäristön melutasoon vaikuttavien kiinteiden äänilähteiden äänitehotasot mitataan laitoksen normaalissa tuotantotilanteessa. YVA-menettelyssä ja mahdollisesti ympäristölupavaiheessa tehtyjä melun leviämismallinnuksia tarkennetaan tarvittaessa mittaustulosten perusteella.

## 10.3 Kasvillisuus- ja linnustotarkkailu

Rakentamisen ajalle ei esitetä erillistä luontoympäristöä koskevaa tarkkailua, koska melua ja vesistövaikutuksia tarkkaillaan oman tarkkailuohjelman mukaisesti. Seuraavassa esitetyt tarkkailut aloitetaan kuitenkin jo rakentamisaikana.

Jäähdytysvesien vaikutuksia läheisten merialueeseen rajautuvien suojelualueiden rantakasvillisuuteen tullaan tarkkailemaan. Tarkkailu esitetään toistettavaksi vähintään kaksi kertaa ennen toiminnan aloittamista nykytilan kartoittamiseksi. Tarkkailua tehdään säännöllisesti erikseen laadittavan tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailun tuloksia verrataan nykytilanteeseen. Tavoitteena on saada selville, tapahtuuko ranta-alueiden kasvillisuudessa tai umpeenkasvussa epäsuotuisia muutoksia, joihin on tarpeen puuttua hoitotoimin.

Linnustoa tarkkaillaan kerran rakentamisen aikana ja kahtena peräkkäisenä vuonna toiminnan alettua Hanhikiven niemen alueella. Tarkkailulla selvitetään laitoksen rakentamisen vaikutukset alueen linnustoon. Alueen nykyisestä linnustosta on hyvä kuva, joten nykytilaa ei ole tarpeen selvittää ennen rakentamisen aloittamista.

Natura 2000 -alueeseen liittyvä linnuston tarkkailuohjelma on tarpeen laatia voimajohtojen YVA-menettelyn yhteydessä. Varsinaisella laitoksella ei ole Natura 2000 -alueelle tai sen lajistoon ulottuvia vaikutuksia, joita olisi tarpeen tarkkailla.

## 10.4 Sosiaalisten vaikutusten seuranta

Hankkeen aikana on arvioitu vaikutuksia ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, terveyteen ja virkistyskäyttöön. Tässä työssä on hyödynnetty yleisötilaisuuksissa ja saa-

duissa lausunnoissa sekä mielipiteissä, ryhmähaastatteluisissa ja asukaskyselyssä esiin tulleita asioita. Arviointityön osana laadittujen selvitysten yhteydessä on käytetty mahdollisuuksien mukaan paikallista asiantuntemusta. Saatua tietoa käytetään suunnittelun ja päätöksenteon tukena sekä mahdollisten haittojen lieventämisessä ja ehkäisemisessä. Yhteistyö sidosryhmien kanssa on tärkeä osa vastuullisen yrityksen toimintaa. YVA-menettelyn aikana sovellettuja työtapoja ja syntyneitä kontaktiverkostoja voidaan jatkossakin hyödyntää sekä hankkeen sosiaalisten vaikutusten seurannassa että tiedonvaihdossa sidosryhmien kanssa. Sekä asukaskyselyn vastauksissa että ryhmähaastatteluisissa tuotiin voimakkaasti esille tarve avoimen ja aktiivisen vuoropuhelun jatkamisesta hankkeen edetessä.



# Lähdeluettelo

**Alabaster, J.S. & Lloyd, R. 1982.** Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London. 361 s.

**Auvinen, A. 2004.** Ympäristöperäisen ionisoivan säteilyn terveysvaikutukset. Duodecim 2004; 120.

**Auvinen, A. 2007.** Cancer risk from low doses of ionizing radiation. Säteilyturvakeskus. STUK-A 142.

**Brenk Systemplanung GmbH 2013.** Dispersion and Dose Calculations for Fennovoima Environment Impact Assessment Update for a New Nuclear Power Plant.

**Cameco 2013.** [[http://www.cameco.com/uranium\\_101/fuel-processing/enrichment/](http://www.cameco.com/uranium_101/fuel-processing/enrichment/)] (25.11.2013)

**CEEPRA 2013.** Collaboration Network on EuroArctic Environmental Radiation Protection and Research – projekti. [[www.ceepra.eu/fin](http://www.ceepra.eu/fin)] (Viitattu 11.12.2013)

**Energiatietoisuus 2006.** (Finnish Energy Industries) Hyvä tietää uraanista. [[http://energia.fi/sites/default/files/hyva\\_tietaa\\_uraanista\\_1.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/hyva_tietaa_uraanista_1.pdf)] (Viitattu 25.11.2013)

**E.ON 2008.** Konsolidierte Umwelterklärung 2007. Standort Kernkraftwerk Isar.

**Evropeitseva, N.V. 1947.** Lichinochnyi period nalima. Trudy Leningrad Obshchestva Estestvoispyt. 69, 4.

**Fennovoima Oy 2013a.** Hanhikiven ydinvoimalaitoksen satama, jäähdytysveden ottorakenteet ja meriväylä. Vesilupahakemus 05.02.2013.

**Fennovoima Oy 2013b.** Hanhikiven ydinvoimalaitoksen purkurakenteet. Vesilupahakemus 05.02.2013.

**Fennovoima Oy 2013c.** Hanhikiven ydinvoimalaitoksen meriläjitäsalue. Vesilupahakemus 05.02.2013.

**Fennovoima Oy 2009a.** Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus. Liite 3A1. Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 24 § perusteella edellytetyt lisäselvitykset. Fennovoima Oy.

**Fennovoima Oy 2009b.** Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus. Liite 3A2. 30.10.2009.

**FinNuclear ry 2013.** Fennovoiman pyynnöstä annettu arvio Hanhikivi 1 laitoshankkeeseen kytkettävissä oleva suomalainen osaaminen. Leena Jylhä, 18.11.2013, FinNuclear ry.

**Forsberg, C. & Ryding, S.-O. 1980.** Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. Arch. Hydrobiol. 89:189-207.

**Fortum 2012.** Loviisan voimalaitos vuonna 2012. [[http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/ydinvoima/loviisan\\_voimalaitos/vl-toiminta/sivut/default.aspx](http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/ydinvoima/loviisan_voimalaitos/vl-toiminta/sivut/default.aspx)] (30.10.2013)

**Ghirga, G. 2010.** Cancer in children residing near nuclear power plants: an open question. Italian Journal of Pediatrics 2010, 36:60. [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2944154/#B24>] (21.11.2013)

**Heinävaara, S., Toikkanen, S., Pasanen, K., Verkasalo, P. K., Kurttio, P., Auvinen, A. 2009.** Cancer incidence in the vicinity of Finnish nuclear power plants: an emphasis on childhood leukemia. Cancer Causes Control 2010. [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2839478/>] (21.11.2013)

**Husa, J., Teeriaho, J. & Kontula, T. 2001.** Luonnon ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet Pohjois-Pohjanmaalla. Alueelliset ympäristöjulkaisut 203. Suomen ympäristökeskus.

- Höglund, J. & Thulin, J. 1988.** Parasitangrepp i ögon hos fisk, som lever i kylvatten från kärnkraftsreaktorer. Naturvårdsverket, rapport 3539.
- IAEA 2013.** Published Safety Standards. International Atomic Energy Agency. [<http://www-ns.iaea.org/standards/documents/default.asp?s=11&l=90&sub=10>] (1.10.2013)
- IAEA 2009.** Nuclear Medicine in Thyroid Cancer Management: A Practical Approach IAEA-TECDOC-1608 s
- IAEA 2008.** The International Nuclear Event Scale (INES); User's Manual. 2008 Edition. Jointly prepared by IAEA and OECD/NEA. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2008.
- IAEA 2008a.** The management system for the processing, handling and storage of radioactive waste. Safety Guide No. GS-G-3.3. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2008.
- IAEA 2000.** Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency TECDOC 1162, Vienna.
- ICRP 2012.** Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(s), 2012. Elsevier. Ed. C.H. Clement.
- ICRP 2007.** The 2007 Recommendations of the International Commission Radiological on Radiological Protection. Annals of the ICRP, Vol 37, Nos 2-4 2007. ICRP Publication 103. Elsevier, Ed. J. Valentin.
- ICRP 2006.** Assessing dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and The Optimisation of radiological protection. ICRP Publication 101, Annals of the ICRP 2006; 36 (3).
- Ilmarinen, K., Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 2009.** Fennovoima Oy, Ydinvoimalaitoshanke, Vedenalaisen luonnon nykytilan kuvaus. Alleco Oy 2009.
- Ilmatieteen laitos 2012.** (Finnish Meteorological Institute) Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010. Ilmastotilastoja Suomesta, No. 2012:1. Ilmatieteen laitos, Helsinki 2012.
- Ilmatieteen laitos 2008a.** (Finnish Meteorological Institute) Saku, S. & Venäläinen, A. Arvio sääparametrien 1000 vuoden toistuvuustasoista mahdollisilla ydinvoimalaitosten sijoituspaikkakunnilla. Kesäkuu 2008.
- Johansson, M., Kahma, K. & Boman, H. 2008.** Ydinvoimalaitoksen paikkavaihtoehtoja koskevat meren pinnan ääri-ilmiöt. Merentutkimuslaitos.
- Johansson, M., Kahma, K., & Pellikka, H. 2010.** Ydinvoimalaitoksen paikkavaihtoehtoja koskevat meren pinnan ääri-ilmiöt, päivitys 2010. RE-02-0000008. Ilmatieteen laitos.
- Jäger, T., Nellen, W., Schöfer, W. & Shodjai, F. 1981.** Influence of salinity and temperature on early life stages of *Coregonus albula*, *C. lavaretus*, *Rutilus rutilus* and *Lota lota*. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int Explor. Mer. 178:345-348.
- Kaatsch, P., Spix, C., Schmiedel, S., Schulze-Rath, R., Mergenthaler, A. & Blettner, M. 2007.** Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums (UFOPLAN). Reaktorsicherheit und Strahlenschutz. Vorhaben StSch 4334: Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie).
- Kala- ja vesitutkimus Oy 2013a.** Fennovoiman ydinvoimalaitoksen vesistörekennustöiden kalatalousvaikutusarvio. Kala- ja vesimonisteita nro 92.
- Kala- ja vesitutkimus Oy 2013b.** Uhanalaisen meriharjuksen esiintyminen ja lisääntyminen Pyhäjoen edustan merialueella. Kala- ja vesimonisteita nro 84.
- Kala- ja vesitutkimus Oy 2012a.** Kalasto- ja poikastuotanto Pyhäjoen edustan merialueella vuonna 2012. Kala- ja vesimonisteita nro 85.
- Kala- ja vesitutkimus Oy 2012b.** Ammatti- ja vapaa-aikankalastus Pyhäjoen ja Raahen edustan merialueella vuonna 2011. Kala- ja vesimonisteita nro 83.
- Kala- ja vesitutkimus Oy 2012c.** Fennovoiman ydinvoimalaitoksen vesistörekennustöiden kalatalousvaikutusarvio.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö, Liikenne- ja viestintäministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, Valtiovarainministeriö & Ympäristöministeriö 2007.** Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP 2008–2010. 26.6.2007. [[http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/necap/finland\\_fi.pdf](http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/necap/finland_fi.pdf)]
- Koistinen, J. 2004.** Tuulivoimaloiden ympäristövaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Helsinki.
- Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. 2005.** (toim.) ”Perämeri Life. Perämeren toimintasuunnitelma.” Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2005.
- Langford, T.E.L. 1990.** Ecological effects of thermal discharges. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. London 1990.
- Lauri, H. 2013.** Virtausmalli Pyhäjoen edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin. YVA Oy.
- Lehtonen, H. 1989.** Made. Teoksessa: Toivonen, R. Kalamiehen tietokirja 2:248-256. WSOY.
- Leinikki, J. 2013.** Lausunto Hanhikiven ympäristön vesiluonnosta vuoden 2013 VELMU-hankkeen kartoitusaineistojen perusteella. Alleco Oy lausunto, joulukuu 2013.
- Leinikki, J. & Syväranta, J. 2012.** Pohjaeläinseelvitys rakennusaikaista seuranta varten Hanhikiven merialueella. Alleco Oy Raportti 6/2012.

- Leinikki, J. 2011.** Vesikasvillisuuden seurantalijat Haminan syväväylän varrella syyskuussa 2010. Alleco Oy. Teoksessa: Mattila, J., Raunio, J. & Anttila-Huhtinen, M. (2011). Haminan sataman vesistö- ja kalataloustarkkailut vuonna 2010. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 148/2011. [<http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/tutk148.pdf>]
- Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E. Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. ja Virolainen, E. 2002.** Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. BirdLife Suomen julkaisuja (No 4). BirdLife Suomi ry ja Suomen ympäristökeskus. Kartat osoitteessa: [<http://www.birdlife.fi/suojelu/paikat/finiba/kartat>].
- Liikennevirasto 2013.** (Finnish Transport Agency) Tierekisteri. [<https://extranet.liikennevirasto.fi/>] (27.8.2013)
- Luode Consulting Oy 2013.** Vedenlaatu ja virtaukset Hanhikiven edustan vedenottoaikoilla O1, O2, O3 ja tarkkailupaikoilla PP2 ja PP4. Tekninen mittausraportti 2011-2013. 8.11.2013.
- Luode Consulting Oy 2012.** Fennovoima, Läjitysalue selvitys sekä Hanhikiven edustan merialueelta tehdyn sedimenttinäytteenoton tulokset syksyltä 2012.
- Luoma S. 2009a.** Pyhäjoen Hanhikiven keväinen muutonseuranta ja Natura-alueiden nykytila keväällä 2009. Fennovoima Oy ydinvoimalaitoshanke.
- Luoma S. 2009b.** Pyhäjoen Hanhikiven syksyinen muutonseuranta. Fennovoima Oy ydinvoimalaitoshanke.
- Maanmittauslaitos 2013.** (The National Land Survey of Finland) Maastotietokanta, paikkatietoaineisto.
- Merentutkimuslaitos 2008.** (The Finnish Institute of Marine Research) Ydinvoimalaitoksen paikkavaihtoehtoja koskevat meren pinnan ääri-ilmiot.
- Museovirasto 2013a.** (National Board of Antiquities) Muinaisjäännösrekisteri- [<http://kulttuuriymparisto.nba.fi>] (23.10.2013)
- Museovirasto 2013b.** (National Board of Antiquities) Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (nk. RKY 2009). [[www.rky.fi](http://www.rky.fi)] (24.10.2013)
- Mustonen, R. 2012.** Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Säteilyturvakeskus. Vuosiraportti 2011. STUK-B 158.
- Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen, T.K., Kosunen, A., Markkanen, M., Paile, W. 2008.** Säteilysuojelun perussuosituksen 2007, Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103) STUK-A235/Helmikuu 2009.
- Neste Oil Oyj 2006.** Ympäristölupapäätös (LSY nro 29/2006/2).
- Neuman, E. & Andersson, J. 1990.** Biological investigations off the Oskarshamn nuclear power station during the 1980's. National Swedish Environmental Protection Board. Report 3846.
- NRC 1995.** U.S. Nuclear Regulatory Commission. Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants. NUREG-1465. February 1995.
- NRC 1988.** U.S. Nuclear Regulatory Commission. Source Term Estimation During Incident Response to Severe Nuclear Power Plant Accidents. NUREG-1228. October 1988.
- NRC 1975.** U.S. Nuclear Regulatory Commission. Reactor Safety Study – An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG75/014). October 1975.
- Oiva-paikkatietopalvelu 2012.** Luonnon ja maisemasuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet -paikkatietokanta.
- Oy Vesihydro Ab 1995.** Olkiluodon edustan merialueen kalataloudellinen tarkkailututkimus 1993-1994. Moniste.
- Paile, W. 2002.** Säteilyn terveysvaikutukset. Toim. Wendla Paile. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- Palomäki, A. 2009.** Pyhäjoen, Ruotsinpyhtään ja Simon edustan merialueiden kasviplanktonitutkimukset kesällä 2009. Ambiotica. Tutkimusraportti 130/2009.
- Pitkäranta, R. 2012.** Fennovoiman ydinvoimalahanke, Pyhäjoki. 2c pohjavesiselvitys vesilupaa varten. Sito Oy 25.9.2012.
- Platom Oy 2013a.** Waste management strategy. RE-00-0000189.
- Platom Oy 2013b.** Selvitys hyvin matala-aktiivisen voimalaitosjätteen käsittely- ja loppusijoitusmenetelmistä. RE-00-0000240.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2013a.** (The North Ostrobothnia ELY Centre) Parhalampi - Syölätinlahti ja Heinikarinpää – Natura-alueen kohdekuvaus. [[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura\\_2000\\_alueet/Parhalampi\\_\\_Syolatinlahti\\_ja\\_Heinikarinl\(4852\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Parhalampi__Syolatinlahti_ja_Heinikarinl(4852))]. 28.10.2013.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2013b.** (The North Ostrobothnia ELY Centre) Tienpidon ja liikenteen suunnitelma 2013–2017.
- Pohjois-Pohjanmaan liitto 2005.** (Council of Oulu Region) Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaava.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus ja Kainuun ympäristökeskus 2009.** . (The North Ostrobothnia Environment Centre and Kainuu Environment Centre) Oulujoen – Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015, yhteistyöllä parempaan vesienhoitoon.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1997.** (The North Ostrobothnia Environment Centre) Pohjois-Pohjanmaan perinnemaisemat. Alueelliset ympäristöjulkaisut nro 44.

- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2013.** (Regional State Administrative Agency of North Finland) Maa-aineksen ottaminen Yppäriin edustan merialueelta, Pyhäjoki. Päätös Nro 55/2013/2. Dnro PSAVI/73/04.09/2011. Annettu 20.6.2013.
- Posiva Oy 2012a.** Posiva rakentamislupahakemus liite 18 s. 22
- Posiva Oy 2012b.** Pääpiirteinen selvitys teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisusta sekä muista järjestelyistä, joilla ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan [YEA 32 §, kohta 5]. Liite 7.
- Posiva Oy 2012c.** Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Ympäristövaikutuksia koskeva ajantasalle saatettu selvitys (Kauppa- ja teollisuusministeriön lausunto Posiva Oy:n YVA-selostuksesta 1999). Liite 16.
- Pukkala, E., Sankila, R., Rautalahti, M. 2011.** Syöpä Suomessa 2011. Suomen Syöpäyhdistyksen julkaisuja nro 83. ISBN 978-952-5815-10-8.
- Pukkala, E., Sankila, R., Rautalahti, M. 2006.** Syöpä Suomessa 2006. Suomen syöpäyhdistyksen julkaisuja nro 71. Suomen Syöpäyhdistys, Helsinki 2006.
- Pyhäjoen kunta 2013.** (Municipality of Pyhäjoki) Pyhäjoen kunnan internet-sivut. [<http://www.pyhajoki.fi>] (14.11.2013).
- Pöllänen, R. 2003.** Säteily ympäristössä. Toim. Roy Pöllänen. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- Pöyry Finland Oy 2010.** Pyhäjoen laitospaikkavaihtoehdon viitasammakkoselvitys. Fennovoima Oy.
- Pöyry Environment Oy 2009.** Pyhäjoen Hanhikiven ydinvoimalaitoshanke. Natura-arviointi. Fennovoima Oy.
- Pöyry Environment Oy 2008.** Luontoselvitys ja luontovaikutusten arviointi. Fennovoima Oy.
- Pöyry Energy Oy 2009a.** Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykset Hanhikivi, Pyhäjoki. Kokoomaraportti vuosien 2008-2009 selvityksistä. Fennovoima Oy.
- Pöyry Energy Oy 2009b.** Hanhikiven alueen merkittävyys primäärisukessiometsien alueena. Fennovoima Oy.
- Pöyry Energy Oy 2008.** Ydinvoimalaitoshanke. Aluetaloudellisten vaikutusten taustaselvitys. Pöyry Energy Oy.
- Pöyry Energy Oy 2008a.** Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Fennovoima Oy. Tammikuu 2008.
- Pöyry Energy Oy 2008b.** Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Fennovoima Oy. Lokakuu 2008.
- Ramboll 2013.** Ilmanlaatu Raahen alueella 2012. [[http://www.raahe.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/testi/embeds/testiwwwstructure/19892\\_Ilmanlaatu\\_Raahessa\\_2012\\_RAPORTTI.pdf](http://www.raahe.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/testi/embeds/testiwwwstructure/19892_Ilmanlaatu_Raahessa_2012_RAPORTTI.pdf)].
- Ramboll Finland Oy 2007.** Olkiluodon edustan kalataloudellinen tarkkailu vuosina 2005-2006. Moniste.
- Rantataro, J., Kaskela, A., Alanen, U. & Hämäläinen, J. 2012.** Fennovoima, Akustis-seisminen luotaustutkimus. Geologian tutkimuskeskus. 1.10.2012.
- Rantavaara, A. 2005.** Elintarvikeketjun suojaustoimenpiteet laskeumatilanteiden varalle. STUK-A215. Helsinki 2005, 55 s. + liitteet 63 s.
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. ja Mannerkoski, I. (toim.) 2010.** Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. 685 s. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Raunio, A., Schulman, L. ja Kontula, T. 2008.** Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 1. Tulokset ja arvioinnin perusteet ja Osa 2. Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8/2008, Luonto.
- Risku, M. 1988.** Vesikasvien levinneisyys Suomen pohjoisella Perämerellä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. Nro 107.
- RKY 2009.** Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. Museovi-rasto. [[http://www.rky.fi/read/asp/r\\_default.aspx](http://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx)] (22.8.2013)
- Ruokanen I. 2006.** Maasta mereksi -hankkeen raportti. Toiminta Pohjois-Pohjanmaalla 2004–2006.
- Sandberg, J. 2004.** Ydinturvallisuus. Toim. Jorma Sandberg. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- Sandström, O. & Svensson, B. 1990.** Kylvattnets biologiska effekter. Forskningen i Biotestsjön, Forsmark, 1984 - 1988.
- Sierla, L., Lammi, E., Mannila, J. & Nironen, M. 2004.** Direktiivilajien huomioon ottaminen suunnittelussa. Suomen ympäristö 742. Ympäristöministeriö.
- Sito Oy 2013a.** Hanhikiven niemen pesimälinnustoselvitys 2013. Fennovoima Oy.
- Sito Oy 2013b.** Ruijanesikkotarkistus 2013. Fennovoima Oy.
- Sito Oy 2012.** Keltakurjenmiekkakartoitus satama-alueella ja jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden kohdalla. Julkaiseamaton aineisto.
- Sito Oy 2012a.** Fennovoiman ydinvoimalahanke, Pyhäjoki, Pohjatutkimusraportti. Laitosalue.
- Sito Oy 2012b.** Fennovoiman ydinvoimalahanke, Pyhäjoki, Pohjatutkimusraportti. Väylä, satama ja jäähdytysvedenottorakenne.
- Sito Oy 2011a.** Viitasammakkoseuranta 2011. Pyhäjoen laitosalue. Fennovoima Oy.
- Sito Oy 2011b.** Selvitys Hanhikivenniemen voimajohtosuunnittelussa huomioitavista ympäristökohteista. Fennovoima Oy.

**Sosiaali- ja terveysministeriö 1999.** (Ministry of Social Affairs and Health) Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.

**Sriram G., Mohan N.K. & Gopalasamy V. 2006.** Journal of Scientific & Industrial Research. Sensitivity study of Gaussian dispersion models. Vol. 65. April 2006, pp.321-324.

**SSK 2003.** Strahlenschutzkommission Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) zu § 49 StrlSchV, Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition.

**STUK 2013a.** Suomen ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuus. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi\\_FI/laitosten\\_sateilyturvallisuus/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/laitosten_sateilyturvallisuus/)] (30.10.2013)

**STUK 2013b.** Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2012. Erja Kainulainen (toim.). [<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b158.pdf>] (30.10.2013)

**STUK 2013c.** Ydinvoimalaitoksia koskeva säännöstö. Säteilyturvakeskus. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/saannosto/fi\\_FI/saannosto/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/saannosto/fi_FI/saannosto/)] (lokakuu 2013)

**STUK 2013d.** Ydinlaitos- ja säteilytapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/miten-ydinvoimalaitos-toimii/vakavuusasteikko/fi\\_FI/asteikko/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/miten-ydinvoimalaitos-toimii/vakavuusasteikko/fi_FI/asteikko/)] (lokakuu 2013)

**STUK 2013e.** Säteily ja syöpä. [[http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/sateilyn\\_terveysvaikutukset/fi\\_FI/syopa/](http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/sateilyn_terveysvaikutukset/fi_FI/syopa/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013f.** Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. [[http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen\\_radioaktiivisuus/fi\\_FI/keskimaarainen\\_sateilyannos/](http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen_radioaktiivisuus/fi_FI/keskimaarainen_sateilyannos/)] (16.8.2013)

**STUK 2013g.** Radon Suomessa. [[http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/fi\\_FI/pitoisuudet/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/fi_FI/pitoisuudet/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013h.** Kosminen säteily on peräisin avaruudesta. [[http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/taustasateily/fi\\_FI/kosminensateily/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/taustasateily/fi_FI/kosminensateily/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013i.** Luonnon radioaktiivisuus kehossa. [[http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen\\_radioaktiivisuus/fi\\_FI/luonnonradioaktiivisuus/](http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen_radioaktiivisuus/fi_FI/luonnonradioaktiivisuus/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013j.** Tshernobyl-laskeuma. [[http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/tshernobyl/fi\\_FI/laskeuma/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/tshernobyl/fi_FI/laskeuma/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013k.** Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus. [[http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi\\_FI/index/](http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013l.** Arviot väestölle aiheutuvasta annoksesta. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi\\_FI/annos/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/annos/)] (21.11.2013)

**STUK 2013m.** Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyaltistus. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi\\_FI/sateilyaltistus/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/sateilyaltistus/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013n.** Esimerkkejä säteilyannoksista [[http://www.stuk.fi/sateilyvaara/fi\\_FI/esim\\_annos/](http://www.stuk.fi/sateilyvaara/fi_FI/esim_annos/)] (marraskuu 2013)

**STUK 2013o.** Kosminen säteily on peräisin avaruudesta. [[http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/taustasateily/fi\\_FI/kosminensateily/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/taustasateily/fi_FI/kosminensateily/)] (21.11.2013)

**STUK 2013p.** YVL C.2 (luonnos 5) ydinlaitoksen työntekijöiden säteilynsuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta. Helsinki 16.5.2013

**STUK 2013q.** Ydinaineiden kuljetukset [<http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/kuljetukset/>] (viitattu 25.11.2013)

**STUK 2013r.** Säteilyvalvonnan tulokset. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi\\_FI/tulokset/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/tulokset/)] (18.11.2013).

**STUK 2013s.** Cesium, strontium ja tritium ympäristössä. [[http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/fukushima/fi\\_FI/cs-sr-h3-ymparistossa/](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/fukushima/fi_FI/cs-sr-h3-ymparistossa/)] (5.12.2013)

**STUK 2013t.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen. [[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi\\_FI/meri/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/meri/)] (5.12.2013)

**STUK 2013u.** Esimerkkejä luonnosta peräisin olevista säteilyannoksista. [[http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen\\_radioaktiivisuus/fi\\_FI/esimerkkeja/](http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihminen_radioaktiivisuus/fi_FI/esimerkkeja/)] (joulukuu 2013)

**STUK 2013v.** Cesium-137 -laskeuma kunnittain Suomessa. [[http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily\\_ymparistossa/tshernobyl/cesiumlaskeuma/fi\\_FI/laskeuma/](http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa/tshernobyl/cesiumlaskeuma/fi_FI/laskeuma/)] (joulukuu 2013)

**STUK 2012.** Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2011. Erja Kainulainen (toim.). [<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b145.pdf>] (30.10.2013)

**STUK 2012b.** Ohje VAL 2. Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa. 5.10.2012.

**STUK 2011a.** Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2010. Erja Kainulainen (toim.). [<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b129.pdf>] (30.10.2013)

**STUK 2011b.** Radon. [[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/fi\\_FI/katsaukset\\_files/88192704343903042/default/sisailman-radon-joulukuu2011.pdf](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/katsaukset_files/88192704343903042/default/sisailman-radon-joulukuu2011.pdf)] (21.11.2013)

**STUK 2011c.** Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2010. STUK-B132.

**STUK 2010.** Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2009. Erja Kainulainen (toim.). [<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b115.pdf>] (30.10.2013)

**STUK 2009a.** Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2008. Erja Kainulainen (toim.). [<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-b/stuk-b101.pdf>] (30.10.2013)



- STUK 2009b.** Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. [[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/fi\\_FI/katsaukset/\\_files/12222632510026360/default/katsaus\\_sateilyn\\_terveysvaikutukset\\_eloou\\_2009.pdf](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/katsaukset/_files/12222632510026360/default/katsaus_sateilyn_terveysvaikutukset_eloou_2009.pdf)] (21.11.2013)
- STUK 2009c.** Ihmisen radioaktiivisuus. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. [[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/fi\\_FI/katsaukset/\\_files/88192704349211461/default/ihmisen\\_radioaktiivisuus\\_maaliskuu\\_2009.pdf](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/katsaukset/_files/88192704349211461/default/ihmisen_radioaktiivisuus_maaliskuu_2009.pdf)] (21.11.2013)
- STUK 2007.** Säteilyturvakeskuksen lausunto Itä-Uudenmaan maakuntakaavaehdotuksesta. 23.8.2007.
- STUK 2005.** Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- STUK 2004.** Ydinturvallisuus. Toim. Jorma Sandberg. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- STUK 2004b.** Radioaktiivinen laskeuma ja ravinto. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- STUK 2002.** Säteilyvaara ja suojaus. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus, Helsinki.
- Suomen Luontotieto Oy 2012.** Pyhäjoen Hanhikiven ydinvoimalahankkeen suunnittelualan leppäkoselvitys 2012. Fennovoima Oy.
- Svobodá, Z., Lloyd, R., Máchová, J. & Vykusová, B. 1993.** Water quality and fish health. - EIFAC Technical Paper 54. 67 s.
- Söderman, T. 2003.** Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi - kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa. Ympäristöopas 109, Luonto ja luonnonvarat. Suomen ympäristökeskus.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013.** (National Institute for Health and Welfare) Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi -käsikirja. [<http://www.stakes.fi/FI/Etusivu.htm>] (10.11.2013).
- Teollisuuden Voima Oyj 2006.** Ympäristölupapäätös (LSY nro 13/2006/2).
- Tiehallinto 2007.** Tieliiikenne-ennuste 2006–2040.
- Tilastokeskus 2013a.** (Statistics Finland) Väestömäärä Hanhikiven niemen ympäristössä 31.12.2012. Tiedonanto 10.12.2013 Miia Huomo, Tilastokeskus.
- Tilastokeskus 2013b.** (Statistics Finland) StatFin-tilastotietokanta. [[http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/databasetree\\_fi.asp](http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/databasetree_fi.asp)] (10.11.2013).
- Tilastokeskus 2011.** (Statistics Finland) Energiatilasto Vuosikirja 2011. Tilastokeskus Energia 2012. [[http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yene\\_enev\\_201100\\_2012\\_6164\\_net.pdf](http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yene_enev_201100_2012_6164_net.pdf)]
- Tuohimaa, H. 2009.** Hanhikiven linnusto. Kooste viiden lintuharrastajan havainnoista vuosilta 1996–2009. Pöyry Environment Oy.
- Tuomi, L., Kahma, K. K. & Pettersson, H. 2011.** Wave hindcast statistics in the seasonally ice-covered Baltic Sea. Boreal. Env. Res. 451–472.
- Tuuliatlas 2013.** Suomen tuuliatlas. [[www.tuuliatlas.fi](http://www.tuuliatlas.fi)] (27.8.2013)
- TVO 2013.** OL1 ja OL2, tekniset tiedot. [<http://tvo.fi/page-515>] (30.10.2013)
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a.** (Ministry of Employment and the Economy) Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Taustaraportti. 21.3.2013. [[http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen\\_energia-\\_ja\\_ilmastostrategia\\_taustaraportti.pdf](http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_taustaraportti.pdf)]
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2013b.** (Ministry of Employment and the Economy) Energiatohokkuusdirektiivin toimeenpano. [<http://www.tem.fi/?s=5183>] (31.10.2013)
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2013c.** (Ministry of Employment and the Economy) Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto. 8/2013. [[http://www.tem.fi/files/36730/Energia-\\_ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](http://www.tem.fi/files/36730/Energia-_ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf)]
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2011.** (Ministry of Employment and the Economy) Suomen toinen kansallinen energiatohokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-2. Energiapalveludirektiivin (32/2006/EY) 14 artiklan mukainen raportointi Euroopan komissiolle. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia- ja ilmasto 32/2011. [[http://www.tem.fi/files/37646/TEMjul\\_32\\_2011\\_web\\_18092013.pdf](http://www.tem.fi/files/37646/TEMjul_32_2011_web_18092013.pdf)]
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2008.** (Ministry of Employment and the Economy) Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [[www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf)]
- Urenco 2013.** [<http://www.urengo.com/page/19/Nuclear-fuel-supply-chain.aspx>] (viitattu 25.11.2013)
- UNSCEAR 2010.** Summary of low-dose radiation effects on health. Scientific report. [[http://www.unscear.org/docs/reports/2010/UNSCEAR\\_2010\\_Report\\_M.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2010/UNSCEAR_2010_Report_M.pdf)] (21.11.2013)
- UNSCEAR 2000.** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report vol. II.
- Vahteri, P. 2000.** Olkiluodon edustan merialueen silakan kutualueselvitys vuonna 1999. Moniste.
- Vainio, M. & Kekäläinen, H. (toim.) 1997:** Pohjois-Pohjanmaan perinnemaisemat. Alueelliset ympäristöjulkaisut 112. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

**VitusLab (Research and consultancy on ocean and climate) 2012.** Hydrodynamical, wave and sediment modeling of Hanhikivi 2011. Denmark.

**VTT 2012.** (VTT Technical Research Centre of Finland) Liikennevälineiden yksikköpäästöt. LIPASTO-laskentajärjestelmä, VTT 2012. [<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>]

**Weckman 2006.** Tuulivoimalat ja maisema. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 5/2006.

**WNA 2013.** World Uranium Mining Production. [<http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/World-Uranium-Mining-Production/>] (25.11.2013)

**WNA 2013b.** World Nuclear Association: Naturally-Occurring Radioactive Material [<http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Radiation-and-Health/Naturally-Occurring-Radioactive-Materials-NORM/>] (joulukuu 2013)

**WNA 2011a.** Environmental Aspects of Uranium Mining. [<http://world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/Environmental-Aspects-of-Uranium-Mining/>] (25.11.2013)

**WNA 2011b.** Transport of Radioactive Materials [<http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Transport/Transport-of-Radioactive-Materials/>] (25.11.2013)

**WNA 2008.** Sustaining Global Best Practices in Uranium Mining and Processing. Principles for Managing Radiation, Health and Safety, Waste and the Environment. WNA Policy Document.

**WNA 2007.** World Nuclear Association. Information Papers. World Uranium Mining. July 2007. [<http://www.worldnuclear.org/info/inf23.html>] (toukokuu 2008)

**WNA 2006.** Information Papers. Energy balances and CO<sub>2</sub> implications. March 2006. [<http://www.world-nuclear.org/info/inf100.html>] (kesäkuu 2008)

**World Energy Council 2004.** Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment, A Special Report of the World Energy Council. [<http://www.worldenergy.org/documents/lca2.pdf>] (kesäkuu 2008)

**World Energy Council & Energiafoorumi ry 2005.** [<http://www.energiafoorumi.fi/content/root%20content/energiafoorumi.fi/liitteet/sahkonjalammone-linkaaritarkaste-lutpaatoksenteossa-julkaisu.pdf?SectionUri=%2Ffi>] (kesäkuu 2008)

**Ympäristöhallinnon Oiva-tietokanta (2013).** [<http://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>] (1.11.2013)

**Ympäristöministeriö 2007.** (Ministry of the Environment) Melutia -hankkeen 1. osaraportti: Meluselvitysten laskennalliset menettelyt. Ympäristöministeriön raportteja 20/2007.

**Ympäristöministeriö 2002.** (Ministry of the Environment) Ehdotus valtioneuvoston päätökseksi melutason ohjearvoista, muistio 26.10.1992.

## Kaavat

**Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava.** [<http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/file.php?fid=627>]

**Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan uudistaminen, 1. vaihemaakuntakaava.** [[http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/maakunnan\\_suunnittelu\\_ja\\_kehittaminen/maakuntakaavoitus/vireilla\\_oleva\\_maakuntakaava](http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/maakunnan_suunnittelu_ja_kehittaminen/maakuntakaavoitus/vireilla_oleva_maakuntakaava)]

**Pyhäjoen Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaava.** [[http://www.pyhajoki.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/pyhajoki/embeds/pyhajokiwwstructure/13983\\_PYHAJOKI\\_Osayleiskaavaselostus\\_liitteinen\\_28092010.pdf](http://www.pyhajoki.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/pyhajoki/embeds/pyhajokiwwstructure/13983_PYHAJOKI_Osayleiskaavaselostus_liitteinen_28092010.pdf)]

**Pyhäjoen ydinvoimalaitosalueen asemakaava.** [[http://www.pyhajoki.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/pyhajoki/embeds/pyhajokiwwstructure/13985\\_PYHAJOKI\\_Asemakaavaselostus\\_liitteinen\\_28092010.pdf](http://www.pyhajoki.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/pyhajoki/embeds/pyhajokiwwstructure/13985_PYHAJOKI_Asemakaavaselostus_liitteinen_28092010.pdf)]

**Raahen Hanhikiven ydinvoimalaitosalueen osayleiskaava.** [[http://www.raahe.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/testi/embeds/testiwwstructure/19739\\_RAAHE\\_Osayleiskaavaselostus\\_28092010.pdf](http://www.raahe.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/testi/embeds/testiwwstructure/19739_RAAHE_Osayleiskaavaselostus_28092010.pdf)]

**Raahen ydinvoimalaitosalueen asemakaava.** [[http://www.raahe.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/testi/embeds/testiwwstructure/19741\\_RAAHE\\_Asemakaavaselostus\\_28092010.pdf](http://www.raahe.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/testi/embeds/testiwwstructure/19741_RAAHE_Asemakaavaselostus_28092010.pdf)]

# **Liite 1**

## **Yhteysviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta**



Fennovoima Oy  
Salmisaarenaukio 1  
00180 HELSINKI

LAUSUNTO  
13.12.2013

TEM/1965/08.04.01/2013

<b>FENNOVOIMA OY SAAPUNUT</b>	
18. 12. 2013	
no. CR-00-0000420	käs. M15

**YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIOHJELMA FENNOVOIMA OY:N  
YDINVOIMAHANKKEELLE; YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO**

Fennovoima Oy on toimittanut 17.9.2013 työ- ja elinkeinoministeriölle (myöhemmin TEM tai ministeriö) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-menettely tai YVA) annetun lain (468/1994; YVA-laki) mukaisen arviointiohjelman (YVA-ohjelma) ydinvoimahankkeesta. YVA-ohjelma on hankkeesta vastaavan tahon suunnitelma tarvittavista selvityksistä ja arviointimenettelyn järjestämisestä ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Arviointiohjelma sisältää myös kuvauksen hankkeen arvioidun vaikutusalueen ympäristön nykytilasta.

Yhteysviranomaisena arviointimenettelyssä toimii työ- ja elinkeinoministeriö YVA-lain perusteella.

Kuulutus arviointimenettelyn käynnistymisestä julkaistiin 30.9.2013 Helsingin Sanomissa ja Hufvudstadsbladetissa, sekä laitoksen sijointupaikkakunnan lähialueella seuraavissa lehdissä: Kalajokilaakso, Kaleva, Keskipohjanmaa, Pyhäjokiseutu ja Raahen Seutu.

Kuulutus, arviointiohjelma, TEMin lausuntokierroksella saamat lausunnot ja mielipiteet ovat työ- ja elinkeinoministeriön internet-sivuilla osoitteessa [www.tem.fi](http://www.tem.fi)

Arviointiohjelma oli yleisön nähtävillä 30.9.–13.11.2013 seuraavissa kunnan- tai ympäristövirastoissa: Pyhäjoki, Raahen Seutu, Alavieska, Merijärvi, Siikajoki, Oulainen ja Kalajoki.

Ministeriö järjesti yhdessä hankkeesta vastaavan Fennovoima Oy:n kanssa yleisötilaisuuden Pyhäjoella 17.10.2013.

Arviointiohjelmasta pyydettyjä lausuntoja ja esitettyjä mielipiteitä käsitellään yhteenvetona kohdassa 3.

Hankkeeseen sovelletaan myös valtioiden välistä arviointimenettelyä, jossa varataan ns. Espoon sopimuksen (67/1997) piiriin kuuluville maille mahdollisuus osallistua ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Ympäristöministeriö vastaa kansainvälisen kuulemisen käytännön järjestelyistä. Ympäristöministeriö ilmoitti hankkeesta seuraaville maille: Ruotsi, Tanska, Norja, Saksa, Puola, Liettua, Latvia, Viro, Venäjä ja Itävalta.

YDINVOIMA OY TUNNUS	
1 Hanketiedot	
1.1 Hankkeesta vastaava	

Hankkeesta vastaava on Fennovoima Oy. Sen konsulttina on ympäristövaikutusten arvioinnissa toiminut Pöyry Finland Oy.

## 1.2 Hanke ja sen vaihtoehdot

Fennovoima valmistele ydinvoimalaitosyksikön rakentamista Pyhäjoen Hanhikiven laitospaikalle. Tarkastettava ydinvoimalaitosvaihtoehto, tyypinimeltään AES2006, on noin 1200 megawattia sähköteholtaan oleva ydinvoimalaitosyksikkö, jonka lämpöteho on 3200 megawattia. Tämän painevesireaktorin toimittaisi venäläinen Rosatom-konserni.

Tässä esityksessä kutsutaan Fennovoiman ydinvoimalaitoshanketta kokonaisuudessaan hankkeeksi.

Hankkeeseen kuuluvat myös laitosalueella tapahtuva uuden laitoksen toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi sekä matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen käsittely.

Mikäli hanke tullaan toteuttamaan, Fennovoiman tavoitteena on uuden ydinvoimalaitoksen laitosalueen maanrakennustöiden ja vesistö-rakentamisen aloittaminen vuonna 2015. Ydinvoimalaitoksen rakentamisajan on arvioitu olevan noin kuusi vuotta.

Nollavaihtoehtona on YVA-ohjelmassa esitetty hankkeen toteuttamatta jättäminen. Fennovoima ei toteuta ydinvoimahankkeen sijasta jotain muuntotyyppistä voimalaitosta. Nollavaihtoehdossa vastaava sähkön tarjonta katettaisiin sähkön tuonnin lisäämisellä ja/tai muiden toimijoiden voimalaitoshankkeilla.

## 2 Ydinvoimalaitoksen lupamenettelyt ja kaavoitus

Ydinlaitoksen lupamenettely kuvataan ydinenergialaissa. Päätöksenteon ja lupajärjestelmän periaatteena on muun muassa se, että turvallisuuden arviointi jatkuu ja tehtyjä arvioita täsmennetään koko menettelyn ajan.

Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen tarvitaan myös huomattava määrä muita lupia, kuten ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset luvat sekä kunnan rakennuslupa. Ydinvoimalaitoksen kaavoituksen on ol-

tava voimassa ennen kunnan rakennusluvan ja valtioneuvoston rakentamisluvan hakemista.

## 2.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Fennovoima laatii ympäristövaikutusten arviointiselostuksen arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen siitä antaman lausunnon perusteella. Menettely jatkuu arviointiselostuksen julkisella käsittelyllä. Yhtiö arvioi, että YVA-selostus valmistuu helmikuussa 2014.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely on yksi osa ydinenergialain (990/1987, YEL) mukaiseen periaatepäätökseen liittyvää ydinvoimalaitoksen turvallisuuden ja ympäristövaikutusten arviointia.

Fennovoima on vuonna 2008 toteuttanut YVA:n, jossa arvioitiin sähköteholtaan noin 1500 – 2500 megawatin suuruisen, yksi tai kaksi reaktoria käsittävän ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisia vaikutuksia kolmella vaihtoehtoisella sijaintipaikalla, joista Pyhäjoki oli yksi. YVA-menettelyn yhteydessä toteutettiin myös Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen. TEM on ottanut tämän prosessin huomioon tässä lausunnossa.

Koska nyt ympäristövaikutusten arvioinnin kohteena olevaa laitospaihtoehtoa ei ole mainittu alkuperäisessä periaatepäätöshakemuksessa laitospaihtoehtona, työ- ja elinkeinoministeriö edellyttää, että Fennovoima saattaa hankkeen ympäristövaikutusarviointit ajan tasalle tällä YVA-menettelyllä. Espoon sopimuksen mukainen kansainvälinen kuuleminen toteutetaan samanaikaisesti.

## 2.2 Periaatepäätös

Uusi ydinvoimalaitos on ydinenergialaissa tarkoitettu yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos, jonka rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että ydinlaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Ydinenergia-asetuksen (161/1988, YEA) mukaan periaatepäätöshakemukseseen on liitettävä mm. ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain mukainen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Periaatepäätöshakemuksessa esitetty hanke ei voi olla laajempi kuin mitä ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa on tarkasteltu.

Periaatepäätöshakemuksen käsittely ei perustu yksinomaan hakijan toimittamaan aineistoon, vaan viranomaiset hankkivat sekä ydinenergia-asetuksessa määriteltyjä että muita tarpeellisiksi katsomiaan selvityksiä, joissa hanketta tarkastellaan yleisemmistä lähtökohdista. Työ- ja elinkeinoministeriö pyytää periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten lausunnon suunnitellun laitoksen sijaintikunnan kunnanvaltuustolta ja naapurikunnilta sekä ympäristöministeriöltä ja ydinenergia-asetuksessa mainituilta muilta viranomaisilta. Lisäksi ministeriön on hankittava Säteilyturvakeskuksen (STUK) alustava turvallisuusarvio hankkeesta.

Valtioneuvosto teki Fennovoiman hankkeesta ydinenergialain 11 § mukaisen periaatepäätöksen 6.5.2010 ja eduskunta jätti sen voimaan 1.7.2010. Tässä periaatepäätöksessä ei kuitenkaan käsitelty Rosatom-vaihtoehtoa.

### 2.3 Rakentamislupa

Valtioneuvoston periaatepäätöstä seuraa varsinainen lupamenettely. Ydinvoimalaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää rakentamislupaa, jossa todetaan, että laitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Rakentamisluvan myöntämisen edellytyksenä on lisäksi, että laitosta koskevat suunnitelmat ovat turvallisuuden kannalta riittäviä ja työsuojelu sekä väestön turvallisuus on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa ja että sijoituspaikka on suunnitellun toiminnan kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa.

Hanketta koskevassa mahdollisessa rakentamislupapäätöksessä tulee esittää, miten YVA-selostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon (YVA-laki 13 §).

Rakentamislupahakemuksen yhteydessä tarkastetaan myös, että rakentamista varten on kaavoitettu alue ja että hakijalla on laitoksen toiminnan edellyttämä hallinta (ydinenergialaki 19 § 4)). Täten kaavoituksen on valmistuttava tähän vaiheeseen mennessä (vrt. YVA-laki 9 §).

Rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä järjestetään asianomaisten kuntien, viranomaisten ja kansalaisten kuuleminen.

6.5.2010 tehdyssä valtioneuvoston periaatepäätöksessä asetettiin ehto, jonka mukaan Fennovoiman on haettava rakentamislupaa viiden vuoden kuluttua siitä, kun eduskunta on pitänyt voimassa periaatepäätöksen. Siten Fennovoiman on haettava rakentamislupaa viimeistään 30.6.2015.

### 2.4 Käyttölupa

Ydinvoimalaitoksen käyttäminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää käyttölupaa. Luvan myöntämisen edellytyksenä on, että laitoksen käyttö on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista ja työsuojelu, turvallisuus ja ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon.

Käyttölupahakemuksen käsittelyn yhteydessä järjestetään asianomaisten kuntien, viranomaisten ja kansalaisten kuuleminen.

## 3 Yhteenvedo lausunnoista ja mielipiteistä

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta pyydettiin lausunnot seuraavilta tahoilta: ympäristöministeriö, ulkoasiainministeriö, sisäasi-

ainministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, puolustusministeriö, valtiovarainministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Säteilyturvakeskus, Pohjois-Suomen aluehallintovirasto (AVI), Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, Turvallisuus ja kemikaalivirasto (Tukes), Pohjois-Pohjanmaan liitto, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Energiateollisuus ry ET, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Akava ry, Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Suomen Yrittäjät ry, WWF, Greenpeace, Suomen Luonnonsuojeluliitto ry, Museovirasto, Fingrid Oyj, Posiva Oy ja Jokilaaksojen pelastuslaitos sekä seuraavat kunnat: Pyhäjoki, Raahe, Alavieska, Merijärvi, Siikajoki, Oulainen, Kalajoki.

TEM ei ole saanut vastausta seuraavista organisaatioista: ulkoasiainministeriö, Suomen ympäristökeskus, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Suomen Yrittäjät ry ja WWF sekä seuraavat kunnat: Raahe ja Alavieska.

Valtioiden välisessä Espoon sopimuksen mukaisessa arviointimenettelyssä ympäristöministeriö ilmoitti hankkeesta seuraaville muiden maiden viranomaisille:

Swedish Environmental Protection Agency (Ruotsi), Ministry of Environment (Tanska), Ministry of Environment (Norja), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Saksa), Ministry of Environment (Puola), Ministry of Environment (Liettua), Ministry of Environment (Latvia), Ministry of Environment (Viro), Ministry of Natural Resources (Venäjä) ja Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (Itävalta).

Ruotsi, Tanska, Norja, Puola, Saksa (Schleswig-Holsteinin ja Niedersachsenin osavaltiot), Latvia, Venäjä, Viro ja Itävalta osallistuvat YVA-menettelyyn ja ovat antaneet lausuntonsa YVA-ohjelmasta. Liettua ei osallistu menettelyyn, mutta se haluaa Suomelta hankkeen YVA-selostuksen sekä mahdollisen rakentamisluvan.

### 3.1 TEMin pyytämät viranomaislausunnot

*Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) lausunnon mukaan YVA-ohjelma on asiantuntevasti laadittu. STM edellyttää, että uudessa YVA-selostuksessa otetaan huomioon uudet ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyiden turvaamiseksi esitetyt vaatimukset, jotka on kirjattu lausunnoille keväällä 2013 lähetettyyn ehdotukseen valtioneuvoston asetukseksi (astunut voimaan 25.10.2013). Uusien vaatimusten myötä suunnitteluperustaisen ydinvoimalaitosonnettomuuden kokonaispäästöraja kasvaa ja samalla edellytetään, ettei pahankaan onnettomuuden sattuessa ole tarve tehdä evakuointia viittä kilometriä kauemmaksi laitokselta. Muilta osin sosiaali- ja terveysministeriöllä ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmasta.*

*Puolustusministeriö toteaa lausunnossaan, että pääosin nyt suunnitellun pienemmän laitoksen vaikutukset ovat samankaltaisia ja suu-*



ruudeltaan samantasoisia tai vähäisempiä kuin edellisessä vuonna 2008 arvioidussa vaihtoehdossa.

*Valtiovarainministeriöllä* ei ole lausuttavaa hankkeesta.

*Liikenne- ja viestintäministeriö* toteaa vaarallisten aineiden kuljetusten osalta, että radioaktiivisten aineiden kuljetuksissa tulee noudattaa lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994) ja sen nojalla annettuja asetuksia.

*Maa- ja metsätalousministeriö* toteaa, että meriveden pinnan noususkenaarioista on päivitettyä tietoa tältä vuodelta ja olisi syytä tarkistaa vuoden 2013 tilanne ja tarvittaessa päivittää korkeusskenaario. Lisäksi arviointiohjelmaan olisi tarpeellista lisätä selvä kannanotto voimalan vaaraa aiheuttavien toimintojen rakentamiskorkeudesta suhteessa merivedenpinnan noususkenaarioihin. Fennovoiman tarkoituksena on arvioida käytön aikaisia vaikutuksia muun muassa kalastoon, erityisesti vaelluskalakantoihin ja kalatalouteen. Maa- ja metsätalousministeriö pitää jopa tärkeämpänä kalatalouden kannalta, että hankkeen vaikutukset kalatalouteen arvioidaan myös rakentamisen aikana.

*Sisäasiainministeriön* antamassa lausunnossa sisäasiainministeriön pelastusosasto kehottaa huomioimaan soveltuvilta osiltaan vuonna 2008 asiasta antamansa lausunnon SM-2008-545/ym-0.

*Ympäristöministeriö* toteaa lausunnossaan mertensuojelulainsäädännössä tapahtuneen muutoksia vuoden 2008 jälkeen ja esittää tarkennuksia YVA-ohjelman ympäristövaikutusten tarkasteluun. Ministeriö muistuttaa myös uusimman tiedon huomioimisesta tarkastelussa ja avoimuudesta pitkäaikaisvaikutuksiin liittyvistä epävarmuuksista.

Kaavoituksen osalta ministeriö toteaa tietojen olevan ajan tasalla, mutta pyytää tuomaan esille arviointiselostuksessa mahdolliset hankkeesta johtuvat lisäkaavamuutostarpeet ja näiden vaikutukset. Ydinpolttoaineen osalta ministeriö haluaa tarkempaa kuvausta ydinjätehuollon toimenpiteistä ja loppusijoituksen järjestämisen vaihtoehdoista sekä tuoreen ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin sisältyvistä riskeistä.

Lisäksi ministeriöllä on viisi eriteltyä yksityiskohtaista huomautusta YVA-ohjelmaan. Edelleen se huomauttaa eräistä epäselvyyksistä käytetyn ydinpolttoaineen jäähdytysajoissa ja laitossopimusjuridiikassa.

Lopuksi ympäristöministeriö korostaa, että vaikka kysymyksessä on aiemman YVA-selostuksen ajantasaistaminen, tulee uuden YVA-selostuksen muodostaa oma kokonaisuutensa hankkeesta ja sen ympäristövaikutuksista. Myös olemassa oleva uusi tieto tulee hyödyntää täysimääräisesti ja uusi lainsäädäntö on huomioitava.

Säteilyturvakeskus (STUK) on ottanut lausunnossaan huomioon aiemman YVA-menettelyn, mutta toistaa kuitenkin joiltakin osin aiempaa lausuntoaan sen varmistamiseksi, että YVA toteutetaan kattavana. Fennovoiman arviointiohjelma kattaa STUK:n toimialaan liittyvät kysymykset. Arviointiohjelmaa on täsmennettävä voimalaitoksen kuvauksen, päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten suunniteluperusteiden sekä -tavoitteiden osalta ja esitettävä arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista.

YVA-selostuksessa on tarkasteltava sijaintipaikan soveltuvuuteen sekä paikan valintaan liittyviä kysymyksiä ja ydinjätehuollon vaihtoehtoja. Voimalaitosalueella toteutettavat ydinjätehuollon toimenpiteet on kuvattava kattavasti ympäristö- ja säteilyvaikutuksineen.

STUK on lausunnossaan esittänyt erillishuomautuksia koskien hankekuvauksen täsmenmistä organisaation, ydinpolttoaineen laatu- ja ympäristötavoitteiden sekä laitosvaihtoehdon osalta. STUK korostaa uusien asetusten, ohjeiden sekä vaatimusten huomioimista YVA-selostuksessa. Selostuksessa tulee viitata voimassa oleviin asetuksiin sekä kuvata muutosten mahdollisia vaikutuksia hankkeeseen.

STUK odottaa myös täydennyksiä valmiusjärjestelmää koskevaan tekstiosuuteen. Lainsäädännön ja STUK:in ohjeiston mukainen varautuminen ja toiminta valmiustilanteessa on kuvattava ja erotettava selkeämmin.

Fennovoiman on kuvattava YVA-selostuksessa sijaintipaikan osalta asutuksen täsmällinen jakautuminen lähiympäristössä sekä lähimmät herkät kohteet, kuten koulut, päiväkodit ja sairaalat.

YVA-ohjelmassa ei ole esitetty enimmäisarvioita reaktoriin ladatun ydinpolttoaineen määrästä ja sen keskimääräisestä palamasta. Arviot on esitettävä YVA-selostuksessa, koska niillä on merkitystä onnettomuustilanteiden radioaktiivisten päästöjen suhteen.

Käytön aikaisten radioaktiivisten päästöjen ja poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnille on esitettävä yhteenveto tarkastelujen perusteista. Arvioinnissa ja selostuksen laatimisessa on otettava huomioon etenkin vakavien onnettomuustilanteiden vaikutusten osalta, että aiempaan Fennovoiman YVA-menettelyyn verrattuna nyt on voimassa uusi valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitosten turvallisuudesta ja että STUK:in uusi YVL-ohje ydinlaitosten päästöjen rajoittamisesta on tullut voimaan menettelyn aikana.

YVA-selostuksessa on arvioitava, onko luonnon nykyisillä ja ennustettavilla olosuhteilla vaikutusta voimalaitoksen turvallisuuteen, radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen ympäristössä ja sijaintipaikan valintaan. Myös Hanhikivenniemen alueen niin sanottujen perustilaselvitysten tuloksia on esitettävä YVA-selostuksessa.

Meri- ja ilmaliikenteen sijainti ja mahdolliset vaikutukset ajatellun laitospaikan suhteen on kuvattava YVA-selostuksessa.

*Turvallisuus- ja kemikaalivirastolla (Tukes)* ei ole huomautettavaa päivitetystä YVA-ohjelmasta. Vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvät vaarat sekä varautuminen onnettomuustilanteisiin tullaan käsittelemään Tukesille tehtävässä kemikaaliturvallisuuslain mukaisessa lupamenettelyssä.

*Pohjois-Suomen aluehallintoviraston* lausunnossa arviointiohjelmaa pidetään kattavana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten osalta. Aluehallintovirasto korostaa kuitenkin muun muassa onnettomuusriskien, käytetyn ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen varastoinnin sekä rakentamisen aikaisten vaikutusten huomioimista arvioinnissa.

*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus* toteaa, että YVA-selostuksessa tulee erityisesti arvioida sitä, aiheuttaako YVA-menettelyssä oleva hanke tarvetta muuttaa voimassa tai vireillä olevia kaavoja. Koska kaavoitusmenettelyt ovat aikaa vieviä, tulisi tieto mahdollisista kaavanmuutostarpeista tuoda esille mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Aiemmissa lausunnoissaan ELY-keskus toi esiin, että hankkeen pitkäaikaisvaikutuksia on vaikea ennustaa ja että nämä vaikutukset koskevat Hanhikiven niemen pohjoispuolisia Takarannan merenrantaniittyjä, maankohoamisrannikon metsiä, muutoksia Heinikarinalammen lähellä ja voimalinjojen linnustolle aiheuttamia törmäysriskejä. Viimeiseen kohtaan tulee aikanaan lisätietoa voimajohtohankkeen YVA-menettelyssä. Muita näkökohtia olisi hyvä tarkastella käsiteltävänä olevan hankkeen arviointimenettelyssä. ELY-keskuksen mukaan arviointimenettelyssä on otettava huomioon uusimmat ilmastoskenaariot ja niiden vaikutukset merenpinnankorkeuksiin tulvakorkeuksia arvioitaessa.

*Museovirasto* on ottanut lausunnossaan esille muinaismuistolain nojalla rauhoitetun valtakunnallisesti merkittävän Hanhikiven rajamerkin riittävän suoja-alueen turvaamisen. Kivi sijoittuu aivan alempien kaavojen salliman ydinvoimalaitoksen rakentamisalueen EN-1 rajalle ja esteetön kulku kivelle tulee turvata kaikissa olosuhteissa. Myös rajalinja Pyhäjoen ja Raahen välillä sekä meren suuntaan tulee säilyttää avoimena kohteen ymmärtämiseksi. Lisäksi museoviraston mukaan voimajohtokäytävien selvitys on tarpeen tarkemman suunnittelun yhteydessä.

*Jokilaaksojen pelastuslaitos* toteaa, että YVA-ohjelmassa turvallisuusasiat on otettu huomioon, mutta rakentamisen aikaiset riskit sekä päivittäisten riskien hallinta on jäänyt vähemmälle huomiolle. Pelastuslaitos edellyttää rakentamisen aikaiseen turvallisuuteen monipuolista riskien analysointia sekä toivoo selvitystä suuronnettomuuksien vaikutuksista viiden ja kahdenkymmenen kilometrin vyöhykkeiden sisällä. Lisäksi pelastuslaitos toivoo arviota hankkeen turvallisuusorganisaation perustamisesta ja aikataulusta.

*Pohjois-Pohjanmaan liiton* mukaan ohjelmassa on kuvattu selkeästi hankkeen kehittyminen vuoden 2008 YVA:n jälkeen. Arviointiohjelma on selkeä kokonaisuus ja antaa hyvän pohjan hankkeen vaikutusten

yksityiskohtaisemmalle esittämiselle. Laitoshankkeen vaikutukset on selvitetty laajasti aiemman YVA:n sekä alueen kaavoituksen yhteydessä, joten uuden vaihtoehdon arvioinnissa on perusteltua keskittyä tuomaan esiin keskeiset erot vaikutuksissa.

*Pyhäjoen kunnan* lausunnon mukaan Pyhäjoen kunnalla ei ole huomautettavaa Fennovoiman ydinvoimalaitoksen YVA-ohjelmasta.

*Kalajoen ja Oulaisten kaupungeilla sekä Merijärven kunnalla* ei ole huomautettavaa Fennovoima Oy:n ydinvoimalaitoksen YVA-ohjelmaan.

*Siikajoen kunta* katsoo lausunnossaan, että nyt Fennovoiman esittämä YVA-ohjelma on kattava ja sen mukaisesti laadittuna hankkeen ympäristövaikutuksista on mahdollisuus saada hankkeen myöhempää lupaharkintaa varten riittävän kattavat tiedot. Kunta painottaa, että jäähdytysveden käytön huolellinen arviointi on erittäin tärkeää tällä Pohjanlahden suhteellisen matalalla ja suljetulla rannikkoalueella. Lopuksi kunta toteaa vielä, että hanke on Siikajoelle ja sen asukkaille erittäin merkittävä.

### 3.2 Muut TEM:n pyytämät lausunnot

*Elinkeinoelämän keskusliitolla* ei ole huomauttamista Fennovoiman ympäristövaikutusten arviointiohjelmaan.

*Energiateollisuus ry* toteaa, että arviointiohjelma on kattava, ammattitaidolla laadittu ja suunnitelma hankkeen ympäristövaikutuksista on riittävä. Energiateollisuuden mukaan Suomi tarvitsee lisää sähköntuotantokapasiteettia turvaamaan päästöttömän sähkön saannin myös tulevaisuudessa ja Fennovoiman hanke tukee niin tätä kuin myös päästöjen vähennystavoitettakin.

*Fingrid Oyj:n* lausunnossa todetaan Fingridin selvittäneen Fennovoiman kanssa periaatepäätöksen mukaisen laitoshankkeen kantaverkkoon liittämistä Fennovoiman toimittamien laitoksen suunnittelu-tietojen perusteella. Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen aiheuttama varavoimakapasiteetin lisäystarve selviää hankkeen suunnittelun edetessä ja Fennovoima on varautunut maankäyttösuunnitelmis-saan varavoimalaitoksen sijoittamiseen laitosalueelle.

*Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry:n* käsityksen mukaan Fennovoiman hankkeen YVA-ohjelma on asiantuntevasti laadittu ja se täyttää lainsäädännön vaatimukset. Hankkeen vaikutukset ilmas-topolitiikkaan ja energiamarkkinoihin ovat positiiviset, eikä laitoksen tarve ole vähentynyt vuoteen 2008 verrattuna. Tämä on hyvä tuoda perustellen esiin YVA-selostuksessa. SAK:n mukaan YVA-ohjelma painottuu käytön aikaisiin vaikutuksiin ja erityisesti rakentamisvaiheen vaikutukset työllisyyteen ja sosiaalisiin oloihin on myös perusteltua käsitellä YVA-selostuksessa riittävän syvällisesti.

*Akava ry* toteaa, ettei sillä ole lausuttavaa Fennovoiman hankkeesta.

*Posiva Oy* toteaa lausunnossaan, ettei sen tehtävänä ole vastata kaiken Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta vaan huolehtia ainoastaan omistajiensa Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oyj:n Suomessa tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta.

*Greenpeace* nostaa lausunnossaan esille tarpeen edellisen YVA-ohjelman jälkeen tapahtuneiden muutosten huomioimisesta nykyisessä YVA-menettelyssä. Näitä muutoksia *Greenpeacen* lausunnon mukaan ovat tarkentunut käsitys vakavan ydinonnettomuuden vaikutuksista, matalammat sähkönkulutuksen kasvuennusteet, laitostyyppin ja -toimittajan muutos, tarkentunut rakennuspaikka sekä *Posivan* nykyisten omistajien negatiivinen näkemys ydinjätteen varastoinnista.

YVA-ohjelmaan tulisi myös sisällyttää arvio INES 7-luokan onnettomuudesta ja vaikutuksista kaikissa mahdollisissa sääolosuhteissa sekä näiden aiheuttamista evakuointitarpeista. Lisäksi varavoiman tarvetta ja vaikutuksia sähköverkkoon tulisi arvioida yllättävän alasajon sattuessa sekä selvittää varautumisesta luonnonkatastrofeihin ottaen huomioon ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset laitoksen käyttöaikana. Ydinpolttoaineen hankinnan osalta *Greenpeace* hakee arviota vaihtoehtoisista toimittajista laitoksen koko käyttöiän aikana, selvityksen ydinpolttoaineen ominaisuuksista, soveltuvuudesta erilaisiin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisuihin sekä mahdollisesta sekaoksidiydinpolttoaineen käytöstä.

*Suomen luonnonsuojeluliiton (SLL)* mukaan *Fennovoiman* hanke ja sen toimintaympäristö ovat merkittävästi muuttuneet, mutta arviointiohjelma on yleispiirteinen ja sen perustelut ovat ennallaan verrattuna vuoden 2008 arviointiin. SLL painottaa yhteiskunnan kokonaisedun huomioimista hankkeen YVA-selostuksessa.

SLL ei pidä kotimaisen sähkönkulutuksen jatkuvaa kasvua uskottavana kehityssuuntana ja nostaa vahvasti esille energiansäästön ja -tehokkuuden parantamisen mahdollisuudet. Lausunnossaan SLL perääkin tulevaisuuden energiatrendien hahmottamiseen parannuksia sekä laskelmien laatimista tuoreiden kulutustietojen ja ennusteiden perusteella. SLL näkee myös mahdollisen ydinvoimalla tuotetun sähkön viennin ongelmallisena hyötyjen ja haittojen jakautumisen osalta.

Ympäristövaikutusten osalta SLL hakee *Fennovoimalta* esitystä vertailuluvuista muiden *Rosatomin* laitosten radioaktiivisista päästöistä veteen ja ilmaan. Lisäksi SLL pitää jäähdytysveden ottoa epäselvänä ja toteaa, ettei satama-altaan ruoppauksista ole tietoa tai selvityksiä. Muusta vedenhallinnasta SLL nostaa esiin käyttöveden hankinnan epäselvyyksiä ja kysyy miten makean veden hankinta aiotaan järjestää.

SLL pitää laitosaluetta liian matalana ydinvoimalaitokselle ja toteaa, ettei tien linjaamisen ja korottamisen vaikutuksia maisemaan ja lähi-

alueen luonnontilaan ole toistaiseksi arvioitu ja pyytää tätä suoritettavaksi uudessa arvioinnissa.

### 3.3 Kansainvälisen kuulemisen lausunnot

Ruotsin ympäristöviranomaisen - *Naturvårdsverket* – on lausuntoaan varten järjestänyt julkisen kuulemisen ja saanut lausunnon 15 viranomaisorganisaatiolta ja 13 järjestöltä, kolme nimilistää sekä 23 lausuntoa tai mielipidettä yksityishenkilöiltä.

Lausunnossaan *Naturvårdsverket* esittää yhteenvedon edellä mainituista lausunnoista ja mielipiteistä.

Ruotsin säteilyturvaviranomainen *Strålsäkerhetsmyndigheten SSM* ei esitä huomautuksia YVA-ohjelmaan, vaan se toteaa, ettei sillä ole uutta esille tuotavaa vuoden 2008 arviointiin verrattuna.

Ruotsin ilmatieteen laitos *Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut SMHI* toteaa lausunnossaan, että vakavassa reaktorionnettomuudessa radioaktiiviset päästöt leviävät hyvin laajalle alalle. Tämän vuoksi YVA-ohjelmassa esitetty tehtävien tarkastelujen rajautuminen vain 1000 kilometrin säteelle Pyhäjoelta on puutteellinen ja radioaktiivisten aineiden maantieteellistä leviämistä tulee laajentaa. Lisäksi SMHI kiinnittää huomiota normaalikäytön päästöihin erityisesti meriveteen ja mahdollisen satamatoiminnan aiheuttamiin riskeihin.

*Länsstyrelsen i Norrbotten län* kiinnittää lausunnossa huomionsa ilmastomuutokseen ja edellyttää YVA-selostuksessa pitkäaikaista tarkastelua veden korkeuden muutoksiin ja äärimmäisiin sääilmiöihin. Muita lausunnon antaneita lääninhallituksia ovat Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg ja Uppland.

*Nätverket kärnkraftfritt Bottenviken* esittää 13 kansalaisjärjestön, viiden puoluejärjestön ja eräiden yksityishenkilöiden lausunnossa syvän huolensa hankkeen johdosta. Se kiinnittää huomionsa voimallisuuden jäähdytysveden vaikutuksiin Pohjanlahden veteen ja esimerkiksi Perämeren muikun mätiin (Kalixlövrom), ahtojäiden vaikutuksiin sekä tehtäviin onnettomuustarkasteluihin.

*Skellefteåssa* on kerätty useiden paikallisten ja alueellisten ympäristönsuojelujärjestöjen, ydinvoimaa vastustavien järjestöjen ja poliittisten puolueiden toimesta noin 1000 hengen nimilistä. Sillä vaaditaan 22 kohdan lisäselvityksiä YVA-selostukseen. Nämä liittyvät Pohjanlahden ympäristöön, radioaktiivisiin päästöihin ja lämpöpäästöihin, koko uraanin hyödyntämisketjuun uraanin kaivostoiminnasta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen ja INES 7-luokan onnettomuuden seurauksiin.

*Norjan* ympäristöviranomaisena toimiva *ympäristöministeriö* on välittänyt Norjan säteilyturvaviranomaisen *Statens strålevernin* lausunnon, jossa pidetään hyvänä, että myös tässä YVAssa arvioidaan mahdollisen vakavan reaktorionnettomuuden radioaktiivisten päästö-

jen vaikutuksia jopa 1000 kilometrin säteellä. Norjan viranomaisen ottavat osaa arviointiprosessiin ja kommentoivat tarvittaessa YVA-selostusta.

*Tanskan ympäristöviranomaisen Ministry of Environment Agency ilmoittaa* Tanskan ottavan osaa ympäristövaikutusten arviointiin. Se liitti lausuntoonsa neljän muun viranomaisen ja kahden järjestön lausunnot.

*Saksasta Ministry of Energy, Agriculture, the Environment and Rural Areas Schleswig-Holstein* toteaa lausunnossaan, että se on toimivaltainen viranomaisen asiassa. Osavaltio toteaa, että uusi voimalaitostyyppi vaikuttaa sen ympäristövaikutuksiin ja osavaltio esittää kysymyksiä Fennovoimalle nyt käsiteltävänä olevan laitostyyppin onnettomuuskäyttäytymisestä ja esimerkiksi sen kestokyvystä ulkoisia tapahtumia vastaan. Lisäksi osavaltio on kiinnostunut sekä tuoreen että käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista ja voiko niillä olla vaikutuksia osavaltioon.

Myös *Niedersachsenin osavaltio* ilmoitti osallistuvansa menettelyyn ja olevansa kiinnostunut mahdollisista valtioiden välisistä ympäristövaikutuksista.

*Puolan ympäristöviranomaisen* lausunnossa ilmoitetaan Puolan osallistuvan ympäristövaikutusten arviointiin.

*Venäjän luonnonvara- ja ympäristöministeriö* ilmoittaa mahdollisesti osallistuvansa YVA-prosessiin.

*Viron ympäristöviranomaisena toimiva ympäristöministeriö* ilmoittaa osallistuvansa ympäristövaikutusten kansainväliseen arviointiin ja painottaa olevansa erityisesti kiinnostunut sellaisten onnettomuuksien käsittelystä, joilla voisi olla vaikutusta Viroon.

*Latvian ympäristöministeriö* ilmoittaa lausunnossaan maan osallistuvan ympäristövaikutusten arviointiin.

*Itävallan Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management* on lähettänyt Suomen valtiolle kirjeen, jossa Itävalta ilmoittautuu mukaan YVA-menettelyyn. Lisäksi se ilmoittaa pyrkivänsä järjestämään Itävallassa julkisen kuulemisen YVA-selostuksesta.

Kirjeen liitteenä on Environment Agency Austrian raportti "NPP Fennovoima (Hanhikivi 1) Expert Statement to the EIA Program", Vienna 2013. Tässä raportissa on esitetty kommentteja myös YVA-ohjelmaan. Käytännössä Itävalta edellyttää, että mahdolliset Fennovoiman hankkeen vaikutukset Itävaltaan on arvioitava. Tällöin olisi käytettävä radioaktiivisten päästöjen lähtökohtana onnettomuustilanteessa ns. worst case scenario-lähdetermejä (pahimman kuviteltavissa olevan onnettomuuden tapaus). Fennovoiman lähtökohtana olevan onnettomuuden lähdetermi 100 TBq Cs-137 käyttö ei ole ra-

portin mukaan riittävää. Raportissa esitetään sellaisia lähde-termejä, joilla olisi vaikutuksia Itävallan maaperälle.

Edelleen raportti edellyttää lisätietoja AES2006-laitoksen turvallisuudesta ja se toteaa, että tätä laitostyyppiä ei vielä ole käytössä missään, joskin Venäjällä on rakenteilla neljä tämän tyyppin laitosyksikköä.

### 3.4 Muut lausunnot ja mielipiteet

Tässä yhteenvedossa on tuotu esille muissa lausunnoissa tai mielipiteissä esitettyjä ja niissä painottuneita seikkoja ja näkökohtia. Yhteensä muita lausuntoja tai mielipiteitä jätettiin 24 kappaletta. Kotimaisista järjestöjä näistä oli neljä ja yksityishenkilöiltä saatiin 20 lausuntoa tai mielipidettä.

*Pro Hanhikivi ry* on esittänyt lausunnossaan, että Fennovoiman ydinvoimahanke on muuttunut siinä määrin, että hankkeen voidaan katsoa palanneen alkuun.

Pro Hanhikivi edellyttää Fennovoiman ottavan huomioon YVA-selostusta tehtäessä seuraavat aihepiirit: 1) Fennovoiman omistus on selvitettävä tarkemmin, 2) Mankala-yhtiön vastuut on kuvattava, 3) yhtiön ydinvoimaosaaminen on selvitettävä, 4) työllistämisaikutukset on selvitettävä, 5) mahdollisten lunastuslupien saamatta jäämisen vaikutukset on selvitettävä, 6) liityntä kantaverkkoon on esitettävä, 7) ydinjätehuollon ratkaisut on esitettävä tarkemmin ja 8) on esitettävä selvitys Fennovoiman hankkeen aiheuttamasta varavoiman ja säätövoiman tarpeesta.

Tämän lisäksi Pro Hanhikivellä on vaatimuksia YVA-menettelyn suhteen, hankkeen viestinnän ja osallistumisen suhteen, arvioitavien vaihtoehtojen ja hankekuvauksen suhteen, ympäristön nykytilan suhteen sekä käytettyjen menetelmien suhteen. Edelleen haittojen lieventämisen kuvausta tulisi syventää ja hankkeen vaikutusten seurannassa olisi syytä esimerkkien tasolla kuvata sitä, miten vuoden 2008 ympäristövaikutusten arvioinnin seuranta on toteutunut.

*Raahen Seutukunnan kehittämiskeskus* esittää lausunnossaan, että koko toimintansa ajan Fennovoima on aktiivisesti pitänyt yhteyttä alueen toimijoihin ja yhteisöihin ja tiedottanut avoimesti hankkeen etenemisestä ja mm. ympäristöön liittyvistä tutkimuksista ja selvityksistä hankealueella. Tästä avoimuudesta ja toimintapolitiikasta yhtiötä arvostetaan talousalueella suuresti. Kehittämiskeskuksen mielestä Hanhikivi 1-rakennusprojekti antaa talousalueelle ja laajemminkin koko Pohjois-Suomen elinkeinoelämälle ainutlaatuisen mahdollisuuden olla mukana kansainvälisessä suurinvestoinnissa omalla kotikentällä.

*BusinessOulu* esittää, että Fennovoiman ydinvoimalahankkeen alueelliset työllisyys-, talous- ja muut sosioekonomiset kerrannaisvaikutukset, mm. lisääntyvä kansainvälisyys, arvioidaan niiden tärkeyden



edellyttämässä laajuudessa parhaillaan laadittavana olevassa YVA-selostuksessa.

*Naiset Atomivoimaa Vastaan-liikkeen ja naiset Rauhan Puolesta -liikkeen* lausunnossa vastustetaan ydinvoiman lisärakentamista Suomeen ja muualle maailmaan. Ydinvoiman rakentaminen ja käyttö sisältää moni ratkaisemattomia ongelmia, kuten jätteen loppusijoitus ja uraanivarantojen rajallisuus. Ydinvoimalan käyttöön liittyy aina riski vakavasta ydinonnettomuudesta, jossa suuria määriä radioaktiivisia aineita vapautuu ympäristöön.

*Päivi Krekelän* antamassa lausunnossa nostettiin esille muun muassa kysymyksiä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta sekä ydinpolttoaineen hankinnasta ja näiden ympäristövaikutuksista. Lisäksi lausunnossa tuotiin esille lisätarkastelujen tarve ympäristöön, ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvista vaikutuksista. Lausunnossa pyydettiin myös Fennovoiman selvitystä hankkeen vaikutuksista sähköverkkoihin sekä Suomen energiamarkkinoihin huomioiden nykyiset vuoden 2008 jälkeen alentuneet ennusteet sähkönkulutuksen kehityksestä.

*Soili ja Jari Kauppilan* lausunnon mukaan laitospaikan mataluudesta aiheutuvat turvallisuusriskit on selvitettävä. Ydinjätteen välivarastoinnin turvallisuuden ja loppusijoituksen osalta lausunnossa pyydetään esitettäväksi selvää suunnitelmaa. Muina hankkeen vaikutuksina pyydetään selvitettäväksi vaikutukset asumisviihtyvyyteen, elinkeinon harjoittamiseen, turvallisuuteen, sosiaaliseen tilanteeseen sekä pakkolunastushakemusten vaikutus perustuslaillisiin oikeuksiin. Lisäksi lausunnossa nostetaan esille tarve asukaskyselyn järjestämisestä Parhalahden kylän asukkaille sekä vapaa-ajan asukkaille.

Muissa yksityishenkilöiden jättämissä lausunnoissa ja mielipiteissä käsiteltiin osin samoja aiheita ja vaikutuksia kuin edellä mainituissa lausunnoissa. Jätetyissä lausunnoissa ja mielipiteissä haluttiin myös lisäselvityksiä esimerkiksi kunnan velvoitteista, mahdollisen onnettomuustilanteen vaikutuksista sekä vakuutuksista ja korvauksista onnettomuuksien yhteydessä. Joissakin lausunnoissa ja mielipiteissä ei edellä mainittujen lisäksi ole esitetty YVA-ohjelmaan liittyviä näkökohtia, vaan niissä on vastustettu ydinvoiman käyttöä yleensä.

Muista maista lausuntoja tai mielipiteitä antoivat kaksi järjestöä sekä viisi yksityishenkilöä.

Ruotsalainen kansalaisjärjestö *MKG - Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning* keskittyy lausunnossaan käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn ja loppusijoitukseen. Järjestön mielestä uutta ydinvoimalaitosta rakennettaessa ydinjätteen pitkäaikainen kestävä ja ympäristöllisesti hyväksyttävä loppusijoitus pitää olla turvattu. Niin ikään järjestö toteaa YVA-ohjelmasta löytyvän hyvin vähän tietoa Fennovoiman aikomuksista suoriutua käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittelystä. Järjestö on huolissaan käytetyn ydinpolttoaineen

lupakäsittelyyn liittyvistä epävarmuuksista sekä Ruotsissa että Suomessa.

Saksalainen *Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg* on esittänyt lausunnossaan, että myös Saksassa järjestetään kuuleminen YVA-ohjelmasta. Järjestö vetoaa Espoon ja Århusin sopimukseen. Sen lisäksi esitetään kymmenen kohdan ohjelma lisäselvityksiksi, kuten INES 7-tason onnettomuuden ottamista tarkasteluun sekä ydinjätehuollon tarkempaa käsittelyä. Järjestö vastustaa ydinvoimalaitoksen rakentamista Pyhäjoelle.

Lisäksi viisi saksan kielellä lausuntonsa tai mielipiteensä kirjoittanutta yksityishenkilöä ovat kiinnittäneet samaan asiaan (Saksassa järjestettävä kuuleminen) huomiota kuin *Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg* on omassa lausunnossaan esille tuonut. Myös näissä on esitetty edellä mainittu kymmenen kohdan vaatimukset.

#### 4 Yhteysviranomaisen lausunto

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Fennovoiman ympäristövaikutusten arviointiohjelma kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla. Annetuissa lausunnoissa ohjelmaa on pidetty pääosin asianmukaisena ja kattavana. Ministeriö toteaa, että arviointiohjelmaa on kuitenkin tarkastettava ja ympäristövaikutusten arviointiselostus laadittava siten, että kaikki tässä luvussa esitetyt yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat huomioidaan asianmukaisesti.

Lisäksi lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty muitakin kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin hankkeesta vastaavan on syytä kiinnittää huomiota siltä osin kun on tarpeen YVA-selostuksen tekemisessä. Arviointiselostuksessa hankkeesta vastaavan on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava esille tulleisiin kysymyksiin huomioiden YVA-lain ja -asetuksen vaatimukset YVA-selostuksen sisällölle.

Lausunnoissa ja mielipiteissä YVA-ohjelmasta selkeästi osoitetut puutteet tai virheelliset tiedot on korjattava. Ministeriö esittää, että hankkeesta vastaava liittää YVA-selostukseen taulukon, jossa on eritelty yhteysviranomaisen esille tuomat asiat, hankkeesta vastaavan vastine niihin ja mahdollinen viittaus kyseiseen YVA-selostuksen kohtaan.

Kansainvälisessä arvioinnissa esitettyihin kysymyksiin on lisäksi vastattava YVA-selostuksen englanninkielisessä versiossa. Maiden omille kielille käännettävän materiaalin tulee olla riittävä ja sen tulee sisältää Espoon sopimuksen liitteen II tiedot. Arviointiselostukseen tulee liittää omana kappaleena kuvaus valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista. Materiaalista tulee käydä ilmi, miten Espoon sopimuksen puitteissa YVA-menettelyyn osallistuvien maiden kommentit on otettu

huomioon. Naapurimaa Ruotsin eri organisaatioiden lausuntoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee hankkeen eri toteuttamisvaihtoehtoja vertailla mahdollisimman monipuolisesti ja vertailu on esitettävä YVA-selostuksessa.

#### 4.1 Hankekuvaus ja vaihtoehdot

Arviointiohjelmassa kerrotaan suunnitellusta voimalaitoksesta lyhyesti sen teholuokka ja tyyppi. Lisäksi kuvataan painevesilaitoksen toimintaperiaate.

Ministeriö edellyttää, että arviointiselostukseen tulee sisällyttää valitun laitostyyppin syventävä tekninen erittely. Samoin on esitettävä tämän tyyppin ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelun perusteet radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamisen ja ympäristövaikutusten osalta sekä arvio voimassa olevien turvallisuusvaatimusten täyttämisen mahdollisuuksista. Ministeriö katsoo, että hankkeelle on eduksi, jos arviointiselostuksessa lyhyesti esiteltäisiin Fennovoiman omistus ja hankkeen rahoitus.

Useissa lausunnoissa ja mielipiteissä on kiinnitetty huomiota asutuksen sijoittumiseen alueella. Ministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa on havainnollisesti kuvattava asutuksen sijoittuminen voimalaitosta ympäröivällä alueella sekä esitettävä kuvaus suojavyöhykkeestä sekä sen vaikutuksesta asukkaisiin. Myös mahdolliset evakuoimistoimet on kuvattava yleispiirteisesti. Edelleen on kuvattava käynnissä olevat eräiden maa-alueiden lunastusmenettelyt ja mahdolliset avoinna olevat kaava-asiat.

Arviointiohjelmassa esitellään lyhyesti ns. nollavaihtoehto, jossa todetaan, että Suomen kasvava sähkön tarve katettaisiin tuonnin lisäämisellä tai muiden toimijoiden voimalaitoshankkeilla.

Useissa lausunnoissa on kuitenkin esitetty edellä mainitun lisäksi tarkasteltavaksi myös energiansäästöä ja energian käytön tehostamista sekä muita sähköntuotantovaihtoehtoja. Ministeriö toteaa, että hankkeesta vastaava on pelkästään osakkaille sähköä tuottava yritys. Tällöin sillä ei ole itsellään mahdollisuutta yhteiskunnan kannalta merkittäviin säästö- tai käytön tehostamistoimiin. Ministeriö katsoo, että arviointiselostuksessa voitaisiin arvioida lyhyesti hakijan omistajien omia energiansäästötoimia ja käytön tehostamistoimia.

#### 4.2 Vaikutukset ja niiden selvittäminen

YVA-ohjelmassa esitetään, että jäähdytys- ja jätevesien sekä veden oton vaikutukset veden laatuun, biologiaan ja kalastoon, erityisesti vaelluskalakantoihin ja kalatalouteen sekä muuhun eliöstöön arvioidaan. EU:n meristrategiadirektiivin (2000/56/EY) perusteella uudistettu merensuojelulainsäädäntö on huomioitava. Maa-alueilla on kuvat-

tava riittävässä määrin hankkeen vaikutukset eliöstöön ja esimerkiksi suojeltaviin lajeihin.

Ministeriö katsoo, että jäähdytysvesien vaikutukset ovat merkittävien normaalikäytön aikaisista ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutuksista. Tästä johtuen tehtävissä mallinuksissa tarkasteltaessa lämpenemisen ympäristövaikutuksia tulee käyttää saatavissa olevaa pohjamateriaalia laajasti hyväksi. Jäähdytysvesien laskenta tulee esittää konservatiivisesti. Laskentatulosten epävarmuudet tulee esittää havainnollisesti. Leviämislaskelmat tulee esittää havainnollisesti ja sen mallinnuksen menetelmät on kuvattava.

Uusi ydinvoimalaitos edellyttää voimansiirtoyhteyksien kehittämistä ja laitoksen yhdistämistä kantaverkkoon. Fingrid Oyj on selvittänyt ydinvoimalaitoksen kantaverkkoon liittämistä ja kantaverkossa tarvittavia verkkovahvistuksia perustuen Fennovoimalta saatuihin laitostietoihin. Laitoksen yhdistämisestä kantaverkkoon tehdään erillinen YVA vuonna 2014.

Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnissa ei tule rajoittua vain suojavyöhykkeeseen tai pelastustoiminnan varautumisalueeseen. Ministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa on esiteltävä erilaisia radioaktiivisia päästöjä aiheuttavia onnettomuustilanteita ja kuvattava havainnollistavien esimerkkien avulla vaikutusalueiden laajuutta sekä päästöjen vaikutuksia ihmisiin ja luontoon.

Arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n luokitusjärjestelmää (INES, The International Nuclear and Radiological Event Scale) ja YVA-selostuksessa tulee esittää selkeä yhteenveto tehtyjen tarkastelujen perusteista. Myös mahdollisen vakavan reaktorionnettomuuden jälkihoitotoimien kuvaus on sisällytettävä YVA-selostukseen. Arvioinnin tulee myös käsitellä radioaktiivisten aineiden mahdollisesti aiheuttamia ympäristövaikutuksia Itämeren alueen maihin sekä Norjaan ja Itävaltaan.

Suomessa on Valtioneuvoston asetuksessa ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013) 10 §:ssä asetettu vakavan onnettomuuden raja-arvoksi 100 TBq cesium-137 -päästölle ja tätä arvoa on käytetty lähdereterminä, jota on käytetty kuvaamaan suomalaisissa ympäristövaikutusten arvioinnissa INES 6 -luokan onnettomuutta. Useissa lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty myös INES 7 -luokan onnettomuuden sisällyttämisestä tehtäviin tarkasteluihin. TEM katsoo, että hankkeesta vastaavan on tarkoituksenmukaista esittää vertailua Suomessa käytetyn tarkastelun ja INES 7 -luokan sisältävän tarkastelun välillä.

Poikkeustilanteina tulee myös tarkastella mahdollisia ilmastomuutoksen aiheuttamia ilmiöitä ja niihin varautumista (merenpinnan vaihtelut, muut poikkeukselliset sääilmiöt), joita on tarkasteltu useissa lausunnoissa. Maankohoamisen vaikutukset sekä alueella esiintyvät ahtojäät tulee myös ottaa huomioon.

YVA-menettelyyn liittyvissä sosioekonomisissa tarkasteluissa tulee arvioida mm. YVA-ohjelman yleisötilaisuudessa edellytetyt hankkeen työllistämisaikutukset niin rakentamisen aikana kuin ydinvoimalaitoksen toiminta-aikana kaikkien paikkakuntien ja alueiden erityispiirteet huomioon ottaen. Käytetyt menetelmät on kuvattava ja niiden valinta perusteltava.

YVA-ohjelman mukaan hankkeesta vastaava selvittää ydinpolttoaineen tuottamisen ja kuljetusten ympäristövaikutukset mukaan lukien raaka-ainan louhinta ja malmin rikastus, konversio, isotooppiväkevöinti ja ydinpolttoaineen valmistus. Ympäristövaikutusten arviointi perustuu olemassa oleviin selvityksiin. Ministeriö pitää perusteltuna, että hankkeesta vastaava tarkastelee yleisellä tasolla koko ydinpolttoaineen hankintaketjun ympäristövaikutuksia ja lisäksi yhtiön mahdollisuuksia vaikuttaa tähän ketjuun. Myös mahdollinen sekaoksidiydinpolttoaineen käyttömahdollisuus on kuvattava.

#### 4.3 Ydinjätehuolto

Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että selostuksessa tulee tarkastella ydinjätehuoltoa kokonaisuutena. Kokonaiskuvan saamiseksi on tarkoituksenmukaista tarkastella myös voimalaitosjätteiden huoltoa riittävästi. Tarkastelun tulee myös eritellä ydinvoimalaitoksen purkujätteiden käsittely. Loppusijoituslaitoksen rakenne tulee tehdä selväksi esimerkiksi sopivalla kuvituksella.

Käytetyn ydinpolttoaineen huolto tulee kuvata yleispiirteittäin, samalla tasolla kuin ydinpolttoainehuolto on kuvattu. Käytetyn ydinpolttoaineen huolto laitospaikalla on kuvattava ja käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin kuvaukseen tulee sisällyttää visualisointi. Käytetyn ydinpolttoaineen huollon kuvaukseen on sisällytettävä myös mahdolliset käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset pois Pyhäjoelta.

Ministeriö toteaa, että Fennovoiman YVA-ohjelman mukaan Fennovoiman hankkeen ympäristövaikutusten arviointi ei kata käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta. Tämä on ydinenergialain mukaan mahdollista. Täten Fennovoiman hankkeen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen ympäristövaikutusten arviointi tulee toteuttaa erikseen, kun Fennovoiman suunnitelmat ydinjätehuollon järjestämiseksi tarkentuvat. YVA-selostuksessa tulee kuitenkin kuvata Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen huollon suunnitelmien kehittyminen vuodesta 2008 nykyiseen tilanteeseen.

#### 4.4 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä

TEM katsoo, että ympäristövaikutusten arviointimenettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt voidaan hoitaa arviointiohjelmassa esitetyllä tavalla. Tiedotuksessa ja vuorovaikutuksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon riittävästi hankkeen koko vaikutusalue kuntarajoista riippumatta sekä kaikki väestöryhmät. Ministeriö pyytää edelleen harkitsemaan, miten osallistumisen vaikuttavuus tuodaan esille arviointiselostuksessa. Tehdyn asukaskyselyn otantamenetelmät ja toteu-

tustavat on kuvattava ja niiden käyttö perusteltava YVA-selostuksessa. Mahdolliset havaitut puutteet ja niiden korjaaminen on myös esitettävä.

Arviointiselostuksen valmistuttua työ- ja elinkeinoministeriö kuuluttaa siitä ja asettaa sen nähtäville sekä pyytää siitä viranomaisten lausunnot. Työ- ja elinkeinoministeriön YVA-selostuksesta yhteysviranomaisena antama lausunto toimitetaan tiedoksi vaikutusalueen kunnille ja asianomaisille viranomaisille.

## 5 Lausunnosta tiedottaminen

Työ- ja elinkeinoministeriö lähettää YVA-ohjelmaa koskevan lausuntonsa tiedoksi lausunnon antaneille viranomaisille ja niille yhteisöille, joilta se on lausunnon pyytänyt. Lausunto on nähtävissä suomeksi ja ruotsiksi internetissä osoitteessa [www.tem.fi](http://www.tem.fi)

Ministeriö toimittaa kopiot arviointiohjelmasta saamistaan lausunnoista ja mielipiteistä hankkeesta vastaavalle. Ministeriön saamat lausunnot ja mielipiteet ovat nähtävissä myös Internetissä.

Alkuperäiset asiakirjat säilytetään ministeriön arkistossa.



Jan Vapaavuori  
Elinkeinoministeri



Jorma Aurela  
Yli-insinööri

Tiedoksi:

Lausunnon antaneet viranomaiset ja ne yhteisöt, joilta TEM on pyytänyt ja saanut lausunnon



