



TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoisto

COPYRIGHT © PÖYRY FINLAND OY & VTT

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

SISÄLTÖ

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO	5
YVA-TYÖRYHMÄ	6
TERMIT JA LYHENTEET	7
TIIVISTELMÄ	11
1 JOHDANTO	15
2 HANKE JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	16
2.1 HANKKEESTA VASTAAVA	16
2.2 HANKKEEN TAUSTA JA TARKOITUS	16
2.3 HANKKEEN SUUNNITTELUVAIHE JA TOTEUTUSAIKATAULU	17
2.4 SIJAINTI JA MAANKÄYTTÖTARVE	18
2.5 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	19
2.5.1 Käytetty polttoaine	19
2.5.2 Purku- ja huoltojäte	23
2.6 ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	24
2.6.1 Toteutusvaihtoehdot	25
2.6.2 Nollavaihtoehto	26
2.6.3 YVA-ohjelmavaiheen jälkeen tehdyt muutokset vaihtoehtoihin	26
3 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY	27
3.1 YVA-MENETTELYN TARVE JA TAVOITE	27
3.2 YVA-MENETTELYN PÄÄVAIHEET JA AIKATAULU	27
3.3 YVA-MENETTELYN OSAPUOLET	28
3.4 SEURANTARYHMÄ	29
3.5 HAASTATTELUT	30
3.6 TIEDOTTAMINEN JA OSALLISTUMINEN	30
3.7 YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO YVA-OHJELMASTA	30
4 TUTKIMUSREAKTORIN YLEISKUVAUS	41
4.1 KÄYTTÖTARKOITUS	41
4.2 REAKTORIN RAKENNE JA TOIMINTA	41
5 TUTKIMUSREAKTORIN PURKAMINEN	44
5.1 VÄLITÖN PURKAMINEN	44
5.1.1 Purkustrategia	44
5.1.2 Työvaiheet ja toteutusaikataulu	45
5.1.3 Esityöt	46
5.1.4 Polttoaineen käsittely	46
5.1.5 Purkaminen ja paloittelu	47
5.1.6 Purku- ja huoltojätteen käsittely purkamisen yhteydessä	49
5.1.7 Lopputoimenpiteet ja tilojen valvonnasta vapautus	50
5.2 VIIVÄSTETTY PURKAMINEN	50
5.3 PURKAMISEN TURVALLISUUS JA SÄTEILYSUOJELU	51
6 KÄYTÖSTÄPOISTON YDINJÄTEHUOLTO	54
6.1 YDINJÄTEHUOLLON TURVALLISUUS JA SÄTEILYSUOJELU	54
6.2 KÄYTETTY POLTTOAINE	54
6.2.1 Pakkaus	56
6.2.2 Kuljetukset	58
6.2.3 Välivarastointi ja loppusijoitus Yhdysvalloissa	60
6.2.4 Välivarastointi Suomessa	61
6.2.5 Loppusijoitus Suomessa	63
6.3 PURKU- JA HUOLTOJÄTE	63
6.3.1 Pakkaus ja kuljetukset	64
6.3.2 Purkujätteen erityispiirteiden vaatimukset	66

6.3.3	Väliavarastointi	66
6.3.4	Loppusijoitus	69
6.3.5	Jätteiden valvonnasta vapautus	70
7	KÄYTÖSTÄPOISTON YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT	72
7.1	RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖT	72
7.2	KULJETUKSET JA LIIKENNE	72
7.3	MUUT PÄÄSTÖT ILMAKEHÄÄN	73
7.4	MUUT VESIPÄÄSTÖT JA JÄTEVEDET	73
7.5	JÄTTEET	73
7.6	MELU JA TÄRINÄ	73
7.7	KEMIKAALIT JA HAITTA-AINEET	74
8	HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET	75
8.1	KAAVOITUS	75
8.2	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI	75
8.3	YDINENERGIALAIN MUKAISET PÄÄTÖKSET JA LUVAT	75
8.3.1	Käyttölupa	75
8.3.2	Käyttöluvan ehtojen uudistaminen ja käytöstäpoisto	75
8.3.3	Ydinjätehuolto	77
8.3.4	Säteilylain mukainen turvallisuuslupa	78
8.3.5	Kuljetusluvut ja käytetyn polttoaineen siirto	78
8.4	VÄLIVARASTOINTIA JA LOPPUSIJAITUSTA KOSKEVA LUVITUS	79
8.5	MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN MUKAISET LUVAT	81
8.6	YMPÄRISTÖLUPA	82
8.7	MUUT LUVAT	82
8.8	HANKKEEN SUHDE MAANKÄYTTÖSUUNNITELMIIN SEKÄ LUONNONVAROJEN KÄYTTÖÄ JA YMPÄRISTÖNSUOJELUA KOSKEVIIN SUUNNITELMIIN JA OHJELMIIN	82
9	ARVIOINNIN LÄHTÖKOHDAT JA ARVIOINTIMENETELMÄT	83
9.1	ARVIOINNIN LÄHTÖKOHDAT	83
9.2	ARVIOINTIMENETELMÄT	84
9.2.1	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	84
9.2.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	84
9.2.3	Kuljetukset ja liikenne	84
9.2.4	Ilmasto ja ilmanlaatu	84
9.2.5	Melu ja tärinä	85
9.2.6	Kasvillisuus, eläimet ja suojelukohteet	85
9.2.7	Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet	85
9.2.8	Vesistöt	85
9.2.9	Ihmiset ja yhteisöt	85
9.2.10	Jätehuollon vaikutukset	86
9.2.11	Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön	86
9.2.12	Poikkeus- ja onnettomuusilanteet	86
10	YMPÄRISTÖN NYKYTILA	87
10.1	ESPOO, OTANIEMI	87
10.1.1	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	87
10.1.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	89
10.1.3	Liikenne	89
10.1.4	Ilmasto ja ilmanlaatu	91
10.1.5	Melu ja tärinä	92
10.1.6	Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	93
10.1.7	Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi	95
10.1.8	Vesistöt	96
10.1.9	Ihmiset ja yhteisöt	98
10.2	EURAJOKI, OLKILUOTO	99
10.2.1	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	99
10.2.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	101

10.2.3	<i>Liikenne</i>	102
10.2.4	<i>Ilmasto ja ilmanlaatu</i>	102
10.2.5	<i>Melu ja ääriä</i>	104
10.2.6	<i>Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet</i>	104
10.2.7	<i>Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi</i>	105
10.2.8	<i>Vesistöt</i>	105
10.2.9	<i>Ihmiset ja yhteisöt</i>	106
10.3	LOVIISA, HÄSTHOLMEN	107
10.3.1	<i>Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö</i>	107
10.3.2	<i>Maisema ja kulttuuriympäristö</i>	109
10.3.3	<i>Liikenne</i>	109
10.3.4	<i>Ilmasto ja ilmanlaatu</i>	110
10.3.5	<i>Melu ja ääriä</i>	111
10.3.6	<i>Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet</i>	111
10.3.7	<i>Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi</i>	112
10.3.8	<i>Vesistöt</i>	112
10.3.9	<i>Ihmiset ja yhteisöt</i>	114
10.4	IDAHO, BUTTE	114
11	PURKAMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	115
11.1	VAIKUTUKSET YHDYSKUNTARAKENTEeseen JA MAANKÄYTTÖÖN	115
11.2	VAIKUTUKSET MAISEMAAN JA KULTTUURIYMPÄRISTÖÖN	115
11.3	KULJETUKSET JA NIIDEN VAIKUTUKSET LIIKENTEeseen	115
11.4	PÄÄSTÖT ILMAAN JA NIIDEN VAIKUTUKSET	116
11.5	MELU- JA ÄÄRIÄVAIKUTUKSET	117
11.6	VAIKUTUKSET KASVILLISUUTEEN, ELÄIMIIN JA SUOJELUKOHEISIIN	118
11.7	VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN SEKÄ POHJAVESIIN	118
11.8	VAIKUTUKSET VESISTÖIHIN.....	119
11.9	VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN, ELINOLIOIHIN JA VIIHTYVYYTEEN	119
11.9.1	<i>Vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen</i>	119
11.9.2	<i>Yksilö- ja ryhmähaastattelut</i>	120
11.9.3	<i>Vaikutukset terveyteen</i>	123
11.9.4	<i>Työllisyysvaikutukset</i>	127
11.10	JÄTTEIDEN KÄSITTELYN VAIKUTUKSET	127
11.11	VAIKUTUKSET LUONNONVAROJEN KÄYTTÖÖN	127
11.12	POIKKEUS- JA ONNETTOMUUSTILANTEIDEN VAIKUTUKSET	127
11.12.1	<i>Säteilyonnettomuudet</i>	127
11.12.2	<i>Muut onnettomuustilanteet</i>	128
12	YDINJÄTEHUOLLON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	129
12.1	YDINJÄTEHUOLLON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET SUOMESSA	129
12.1.1	<i>Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön</i>	129
12.1.2	<i>Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön</i>	131
12.1.3	<i>Kuljetukset ja niiden vaikutukset liikenteeseen</i>	131
12.1.4	<i>Päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset</i>	132
12.1.5	<i>Melu ja ääriävaikutukset</i>	132
12.1.6	<i>Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin</i>	132
12.1.7	<i>Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin</i>	133
12.1.8	<i>Vaikutukset vesistöihin</i>	134
12.1.9	<i>Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen</i>	135
12.1.10	<i>Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset</i>	140
12.2	YDINJÄTEHUOLLON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET YHDYSVALLOISSA	146
12.3	VALVONNASTA VAPAUTUKSEN VAIKUTUKSET	148
13	NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUKSET	149
14	YHTEISVAIKUTUKSET	150
15	YHTEENVETO JA VERTAILU	151
15.1	YHTEENVETO JA VAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	151

15.2	MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI JA ARVIOINNIN EPÄVARMUUKSET	153
16	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA LIEVENTÄMINEN.....	154
17	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTAOHJELMA.....	156
17.1	PURKAMISEN SÄTEILYVALVONTA.....	156
17.2	SÄTEILYVAIKUTUSTEN SEURANTA ERI VARASTOINTI- JA LOPPUSIJOITUSVAIHTOEHDOLSSA	156
18	LÄHDELUETTELO	157

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

Hankkeesta vastaava:

Teknologian tutkimuskeskus (VTT)

Yhteyshenkilöt: Tutkimusalueen päällikkö Timo Vanttola ja tiimipäällikkö Petri Kotiluoto

Puhelin: 020 722 5020 (Vanttola) tai 020 722 6357 (Kotiluoto)

Sähköposti: etunimi.sukunimi@vtt.fi

Yhteysviranomainen:

Työ- ja elinkeinoministeriö

Yhteyshenkilö: Jaana Avolahti

Puhelin: 029 506 4836

Sähköposti: etunimi.sukunimi@tem.fi

YVA-konsultti:

Pöyry Finland Oy

Yhteyshenkilö: YVA-projektipäällikkö Minna Jokinen ja YVA-koordinaattori Anna-Katri Räihä

Puhelin: 040 570 2117 (Jokinen) tai 050 409 4934 (Räihä)

Sähköposti: etunimi.sukunimi@poyry.com

Arviointiohjelma on nähtävillä seuraavissa paikoissa:

Espoon kaupunki, Siltakatu 11 (Kauppakeskus Entresse 3.kerros), Espoon keskus

Helsingin kaupunki, Kaupungintalo, Pohjoisesplanadi 11–13, Helsinki

Kauniaisten kaupunki, Kauniaistentie 10, Kauniainen

Vantaan kaupunki, Kielotie 13, Vantaa

Lisäksi arviointiohjelma on saatavissa sähköisesti internetissä:

www.tem.fi > Energia > Ydinenergia

Kartat:

Maanmittauslaitos

YVA-TYÖRYHMÄ

Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laatimisesta on vastannut konsulttityönä Pöyry Finland Oy. Materiaalia YVA-selostukseen ovat tuottaneet myös VTT:n, Platom Oy:n ja Ramboll Finland Oy:n asiantuntijat.

Ympäristövaikutusten arviointiin osallistuneet keskeisimmät asiantuntijat ovat:

- DI Minna Jokinen (Pöyry), projektipäällikkö
- MMM Anna-Katri Räihä (Pöyry), projektikoordinaattori, liikennevaikutukset ja vaikutukset ilmanlaatuun
- DI Henni Simpanen (Pöyry), jätteiden ja niiden käsittelyn vaikutukset, radioaktiivisten päästöjen vaikutukset, säteilyturvallisuus, poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset
- FM Anna-Liisa Koskinen (Pöyry), tavanomaisten jätteiden vaikutukset sekä onnettomuus- ja häiriötilanteiden vaikutukset
- DI Carlo di Napoli (Pöyry), meluvaikutukset
- FM Soile Turkulainen & FM Sari Ylitulkkila (Pöyry), luontovaikutukset
- MMM Lotta Lehtinen (Pöyry), vesistövaikutukset
- FM Riku Hakoniemi (Pöyry), vaikutukset maaperään, kallioperään ja pohjavesiin
- FM & YTL Kalle Reinikainen (Pöyry), vaikutukset ihmisten terveyteen, viihtyvyyteen ja elinoloihin
- DI Saija Miettinen-Tuoma (Ramboll), vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen
- Maisema-arkkitehti Mariikka Manninen (Ramboll), vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön
- DI Olli Vilkamo (VTT), säteilyturvallisuus, poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset, ydinjätteet
- FT Petri Kotiluoto (VTT), purkujätteen aktiivisuus, säteilyturvallisuus
- DI Jukka Rossi (VTT), poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset
- DI Vesa Suolanen (VTT), käytetyn ydinpolttoaineen ja purkujätteen kuljetukset ja riskit
- ins. AMK Tero Lytsy & DI Timo Siiskonen, reaktorin purkamistoimenpiteet

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-selostuksessa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

Aktiivisuus (Bq)	Aktiivisuus ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tapahtuvien ydinhajoamisten lukumäärän aikayksikköä kohden. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq) = yksi hajoaminen sekunnissa.
Aktivoitunut jäte	FiR 1 -tutkimusreaktorin neutronisäteilyn aktivoimia osia ja laitteita, jotka on poistettu käytöstä.
Alikriittisyys	Alikriittisyydellä tarkoitetaan tilannetta, jossa fissioiden määrä ei pysty ketju-reaktiossa lisääntymään, eli ketjureaktio ei voi lähteä käyntiin (esimerkiksi käytetyn polttoaineen turvallisissa loppusijoitusolosuhteissa) tai ketjureaktio on itsensä sammuttava (esimerkiksi reaktorin teho laskee).
Ar-41	Radioaktiivinen argon-41-isotooppi
Becquerel (Bq)	Radioaktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä atomin hajoamista sekunnissa. $1 \text{ TBq} = 1 \text{ Bq} \times 10^{12}$
Blue Ribbon Commission	Yhdysvaltojen liittovaltion hallinnon nimittämä asiantuntijaryhmä, jonka tarkoitus on selvittää ydinjätteen loppusijoitusta Yhdysvalloissa ja ehdottaa uutta strategiaa.
Boorineutronikaappaushoito (BNCT)	Sädehoidon muoto, jolla hoidetaan syöpäpotilaita. Hoito kohdistuu esimerkiksi eräisiin aivokasvaimiin tai muihin pään ja kaulan alueen kasvaimiin.
Co-60	Radioaktiivinen koboltti-60-isotooppi
FiR 1	Espoon Otaniemessä sijaitseva TRIGA Mark II -tyyppinen tutkimusreaktori.
Fissio	Raskaan atomiytimen halkeaminen kahdeksi tai useammaksi kevyemmäksi ytimeksi, jolloin vapautuu myös neutroneja ja energiaa.
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i> . Kansainvälinen atomienergiajärjestö.
Huoltojäte	Ydinlaitoksen käytön aikana syntyvä radioaktiivinen jäte.
INL	<i>Idaho National Laboratory</i> . Yhdysvaltojen Idahossa sijaitseva ydintekninen tutkimuskeskus.
Ioninvaihtomassa, ioninvaihtomateriaali	Ioninvaihtomateriaali on reaktorin jäähdytteen puhdistuslaitteessa (ioninvaihtimissa) käytetty materiaali. Ioninvaihtimilla poistetaan radioaktiivisia aineita ja muita epäpuhtauksia reaktorin jäähdytteestä.
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 isotoopeina.
Loppusijoitus	Ydinjätteiden sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla siten, ettei sijoituspaikkaa tarvitse valvoa eikä jätteiden radioaktiivisuus aiheuta vaaraa luonnolle tai ihmisille
LO1, LO2	Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan ydinvoimalaitoksen reaktoriyksiköt (Loviisa 1 ja Loviisa 2).

Lämpöteho (reaktorin)	Ydinreaktorissa kehittyvän lämpöenergian kokonaismäärä aikayksikössä.
MAJ-varasto	Matala-aktiivisen jätteen varasto
manSv	Kollektiivisen annoksen yksikkö. Jos esimerkiksi 1000 hengen suuruudessa väestöryhmässä jokainen saa keskimäärin 20 mSv (= 0,02 Sv) säteilyannoksen, kollektiivinen annos on 20 manSv.
KAJ-varasto	Keskiaktiivisen jätteen varasto
Karakterisointi	Jätteen fysikaalisten, kemiallisten ja radiologisten ominaisuuksien määrittäminen, jonka avulla voidaan perustella tarve jätteen jatkojärjestelyille, jalostukselle, muokkaukselle tai sen soveltavuudelle myöhempään käsittelyyn, prosessointiin, varastointiin tai loppusijoitukseen. Radiologinen jätteen karakterisointi sisältää yksittäisten radionuklidien olemassaolon havaitsemisen sekä nuklidien kokonaismäärän määrittämisen jätteessä. Karakterisointi voidaan toteuttaa useilla eri menetelmillä.
Kiinteytyslaitos	Kiinteytyslaitoksessa nestemäisessä tai hienorakenteisessa muodossa oleva ydinjäte käsitellään siten, että lopputuloksena saadaan kiinteä ja yhtenäinen jätetuote.
Kontaminoitunut jäte	Käytöstä poistettua materiaalia, joka on likaantunut radioaktiivisista aineista.
KPA-varasto	Käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto
Kriittisen ryhmän yksilö	Väestön eniten altistuvaa ihmisryhmää edustava henkilö
Käytetty ydinpolttoaine	Ydinpolttoainetta sanotaan käytetyksi, kun se on poistettu reaktorista. Käytetty ydinpolttoaine on yleensä voimakkaasti säteilevää.
kW	Kilowatti, tehon yksikkö. 1 megawatti (MW) = 1 000 kW.
OL1, OL2, OL3, OL4	Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen nykyisin käytössä olevat reaktoriyksiköt (Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2), rakenteilla oleva reaktoriyksikkö (Olkiluoto 3) sekä suunnitteilla oleva reaktoriyksikkö (Olkiluoto 4).
ONKALO	Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila.
Polttoainesauva	Ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettuna suojaakuoren sisään polttoainesauvoihin.
Polttoaine-elementti	FiR 1 -tutkimusreaktorin tapauksessa polttoaine-elementillä tarkoitetaan yksittäistä polttoainesauvaa, ei polttoainesauvoista koottua polttoainenippua niin kuin tehoreaktoreiden tapauksessa.
Polttoainenippu	Polttoainenippu koostuu polttoainesauvoista, joihin ydinpolttoaineena käytettävä uraani on sijoitettu.
Purkujäte	Ydinlaitoksen purkamisessa syntyvä jäte, josta osa on radioaktiivista.
Radioaktiivinen jäte	Radioaktiivisella jätteellä tarkoitetaan radioaktiivisia aineita ja radioaktiivisten aineiden saastuttamia laitteita, tavaroita ja aineita, joilla ei ole käyttöä ja jotka radioaktiivisuutensa vuoksi on tehtävä vaarattomiksi.
Radioaktiivisuus	Radioaktiiviset aineet hajoavat spontaanisti kevyemmiksi alkuaineiksi tai saman alkuaineen sidosenergialtaan pienemmiksi isotoopeiksi. Prosessissa vapautuu ionisoivaa säteilyä, joka on joko sähkömagneettista säteilyä tai hiukkassäteilyä.
Sievert (Sv)	Säteilyannoksen yksikkö, jolla ilmaistaan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä

haittaa. Kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi millisievert (mSv), joka on sievertin tuhannesosa ja mikrosievert (μSv), joka on sievertin miljoonasosa.

Säteily	Säteily on joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä.
STUK	Säteilyturvakeskus
Säteilyannos	Säteilyannos on suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv).
Tarkastelualue	Alue, jolla ympäristövaikutuksia tarkastellaan.
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
TRIGA -reaktori	Yhdysvaltalaisen General Atomicsin valmistama tutkimukseen, koulutukseen ja isotooppiin tuotantoon käytettävä tutkimusreaktori, jonka reaktorisydän on paineettomassa avoimessa vesialtaassa.
Uraani	Alkuaine, jonka kemiallinen merkki on U. Uraania on maan kuorella keskimäärin 0,0004 % kaikista aineista (neljä grammaa tonnissa). Kaikki uraanin isotoopit ovat radioaktiivisia. Suurin osa luonnonuraanista on isotooppia U-238, jonka puoliintumisaika on 4,5 miljardia vuotta. Ydinvoimalaitoksen polttoaineeksi soveltuvaa isotooppia U-235 on luonnon uraanista noin 0,71 %.
Uraanitonni	Tuoreen polttoaineen uraanimäärä (tU).
U.S.DoE	<i>United States Department of Energy</i> . Yhdysvaltojen energiaministeriö.
U.S.NRC	<i>United States Nuclear Regulatory Commission</i> . Yhdysvaltojen ydinturvallisuutta valvova viranomaisena.
VLJ-luola	Matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila
Voimalaitosjäte	Yleisnimitys ydinvoimalaitoksen käytössä syntyville matala- ja keskiaktiivisille ydinjätteille. Voimalaitosjäte koostuu sekä huolto- että purkujätteestä.
VTT	Teknologian tutkimuskeskus
Vuosiannos	Ulkoisesta säteilystä vuoden ajanjaksona saatavan efektiivisen annoksen ja samana ajanjaksona kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista saatavan efektiivisen annoksen kertymän summa.
Ydinaine	Ydinenergian tuottamiseen soveltuvat erityiset halkeamiskelpoiset aineet ja lähtöaineet, kuten uraani, torium ja plutonium.
Ydinjäte	Yleisnimitys ydinlaitoksen käytössä syntyvälle radioaktiiviselle jätteelle. Ydinjäte on matala-aktiivista tai keskiaktiivista voimalaitosjätettä tai korkea-aktiivista polttoainejätettä. Ydinjätteisiin kuuluvat sekä ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet, käytetyn ydinpolttoaineen muodossa tai muussa muodossa olevat radioaktiiviset jätteet että ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena radioaktiivisiksi muuttuneet aineet, esineet ja rakenteet, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityisiä toimenpiteitä.
Ydinlaitos	Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuina, ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinenergian ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia.
Ydinmateriaali	Ydinaineet sekä niihin liittyvät aineet, laitteet, laitteistot, tietoaaineistot ja sopi-

mukset.

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.

YVA

Ympäristövaikutusten arviointi. Lain mukainen menettely eli YVA-menettely.

YVL-ohjeet

Säteilyturvallisuuskeskuksen julkaisemat viranomaisohjeet, joissa kuvataan säteily- ja ydinturvallisuusvalvonnan vaatimustasoa. Ydinenergian käyttöä koskevat turvallisuusvaatimukset kuvataan YVL-ohjeissa.

TIIVISTELMÄ

Hankekuvaus

Tausta ja tarkoitus

VTT valmistele Espoon Otaniemessä sijaitsevan FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistamista. Hankkeen tarkoituksena on lopettaa tutkimusreaktorin käyttö ja toteuttaa käytöstäpoiston toimenpiteet siten, että rakennus voidaan vapauttaa muuhun käyttöön.

Tutkimusreaktori on yhdysvaltalainen TRIGA Mark II -tyyppinen vesijäähdytteinen avoallasreaktori. Tutkimusreaktoria on käytetty jo yli 50 vuoden ajan tutkimukseen, opetukseen ja isotooppituotantoon. 2000-luvulla reaktorin merkittävin toimintamuoto on ollut erityisesti kaulan ja pään alueen syöpiä sairastaville annettu boorineutronisädehoito (BNCT) ja siihen liittyvä tutkimus. Hoidot on keskeytetty hoitotoiminnan organisoinnista vastanneen yrityksen ajaututtua konkurssiin tammikuussa 2012. Reaktorin ylläpito on aiheuttanut VTT:lle merkittävän taloudellisen rasitteen. Nähtävissä ei ole strategisia teknologisia kehityshankkeita, jotka edellyttäisivät reaktorin käytön jatkamista.

FiR 1 -tutkimusreaktori on ensimmäinen purettava ydinlaitos Suomessa. Muualla käytöstä on poistettu useita tutkimusreaktoreita, joista lähin toteutettu hanke on ollut kolmen reaktorin käytöstäpoisto Risön tutkimuskeskuksessa Tanskassa.

Arvioitavat vaihtoehdot

Toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kahta päävaihtoehtoa:

- VE1: Välitön purkaminen
- VE2: Viivästetty purkaminen

Hankkeeseen liittyy tutkimusreaktorin toiminnasta syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sekä muun radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen välivarastointi sekä loppusijoitus, joiden ympäristövaikutuksia tarkastellaan YVA-selostuksessa erillisinä alavaihtoehtoina. Välivarastoinnin ja loppusijoituksen toteutus voitaisiin hankkeen myöhemmässä vaiheessa hoitaa yhteistyössä VTT:n yhteistyökumppaneiden kanssa, joiden kanssa tästä tulee erikseen sopia. Ydinjätehuollon päävastuu on luvanhaltijalla (VTT).

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa ei toteuteta ja tutkimusreaktorin käyttö jatkuu. Tällöin käytöstäpoisto ja muut ydinjätehuollon toimenpiteet tapahtuisivat myöhemmin tulevaisuudessa.

Aikataulu

Tutkimusreaktori on edelleen käytössä muun muassa isotooppituotantoon. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi viimeistään alkuvuodesta 2016.

Ennen reaktorin sammuttamista reaktorin käyttölupaan ja sen ehtoihin haetaan muutosta Valtioneuvostolta. Ennen muutoshakemuksen jättämistä hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tulee olla päättynyt.

Hankkeen purkusuunnittelu ja suunnitelmien luvitus toteutetaan 2014–2016 aikana. Reaktorin sammuttamisen jälkeen käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan pois reaktorilta. Varsinaisen purkutyön arvioidaan kestävän noin 15–20 kuukautta ja se toteutetaan 2017–2018 aikana. Samalla purku- ja huoltojätteet kuljetetaan välivarastoitavaksi ja/tai loppusijoitettavaksi.

Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn 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 on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetään hankkeen ominaisuudet sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.

Hankkeen ympäristövaikutukset

Hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella voidaan todeta, ettei hankkeella ole merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Lähinnä ympäristövaikutuksia voisi syntyä reaktorin purkutoimenpiteiden aikana hyvin epätodennäköisesti syntyvissä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Mahdollisessa onnettomuustilanteessa kaasumaista radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan ympäristöön, mutta silloinkin säteilyvaikutukset ovat arvion mukaan hyvin vähäisiä ja rajautuvat pienelle alueelle. Vaikutukset kohdistuisivat lähinnä purkutöihin osallistuvaan henkilökuntaan.

Hankkeen päävaihtoehtojen (VE1: välitön purkaminen ja VE2: viivästetty purkaminen) välillä ei ole merkittäviä eroja, sillä purkamismenetelmät ovat samat toteutetaan käytöstäpoisto välittömästi tai viivästetysti. Näin ollen myös ympäristövaikutukset ovat samankaltaisia molemmissa vaihtoehtoissa. Säteilyturvallisuuden kannalta ei TRIGA-tyyppisillä tutkimusreaktoreilla ole havaittu eroja välittömän ja viivästetyn purkamisen välillä.

Käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehtojen välillä ei ole merkittäviä eroja syntyvissä ympäristövaikutuksissa. Vaihtoehtojen toteutettavuuteen vaikuttaa lähinnä luvitukseen liittyvät seikat ja hankkeiden aikataulujen yhteensopivuus.

Käytetty ydinpolttoaine

VTT on valmistellut käytetyn ydinpolttoaineen palautusta Yhdysvaltoihin (A1) pääasiallisena jätehuoltovaihtoehtona. Palautusohjelman mukaisesti Yhdysvaltojen energiaministeriö ottaa vastaan TRIGA-polttainetta ja varastoi sen Idaho National Laboratory (INL) -laitoksella. Yhdysvaltojen satamatoimintojen, maakuljetusten tai välivarastoinnin osalta kaikki ympäristövaikutukset on arvioitu vähäisiksi. Palautus edellyttää erillistä sopimusta Yhdysvaltojen energiaministeriön kanssa, jonka lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskevien kuljetusjärjestelyjen yksityiskohdista ja aikataulusta on sovittava.

Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomessa (A2) Olkiluodossa ei merkittävästi lisää Posiva Oy:n suunnitteleman loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä syntyviä ympäristövaikutuksia. Tutkimusreaktorin polttoaineen osuus Olkiluodon suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmäärästä on erittäin pieni ja lisäksi loppusijoituksessa tultaisiin ottamaan huomioon tutkimusreaktorin polttoaineen tietyt erityispiirteet, jotta pitkäaikaisturvallisuuden vaatimukset täyttyvät. Loppusijoitus Olkiluodossa edellyttäisi täsmennettyä sopimusta Posiva Oy:n kanssa ja tek-

nisiä selvityksiä, sillä FiR 1 -tutkimusreaktorin ydinpolttoaine poikkeaa koostumukseltaan ja mitoiltaan ydinvoimalaitosten käytetystä polttoaineesta ja vaatii erilaisia käsittelymenetelmiä. Lisäksi toteutus vaatisi Posivaa koskevan valtioneuvoston tekemän ja eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen laajentamista siten, että se koskisi myös tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen loppusijoitusta Olkiluodossa.

Käytetyn ydinpolttoaineen väliavarastointivaihtoehtojen (Loviisa tai Olkiluoto) välillä ei arvioida olevan eroja ympäristövaikutuksissa. FiR 1 polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna Loviisassa tai Olkiluodossa muutoinkin varastoitavaan polttoaineeseen. Kun FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastointi toteutetaan asianmukaisin teknisin ratkaisuin tarkkojen selvitysten perusteella, ei tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia eivätkä vaikutukset poikkea olemassa olevien väliavarastojen vaikutuksista. Käytetyn ydinpolttoaineen väliavarastointi (Loviisa tai Olkiluoto) edellyttää sopimusta kyseessä olevan voimayhtiön kanssa, yksityiskohtaista varastointisuunnitelmaa aikatauluineen sekä tarvittavien lupien hankintaa.

Purku- ja huoltojäte

FiR 1 purkujäte poikkeaa suomalaisten ydinvoimalaitosten purkujätteestä erityisesti sen sisältämien alumiinin ja grafiitin osalta. Purkujätteen erityispiirteillä on merkitystä lähinnä jätteen loppusijoitusolosuhteissa ja jätteen turvallinen loppusijoitus edellyttää lisäselvityksiä. Osa purkujätteestä voidaan viedä ulkomaille käsiteltäväksi ennen väliavarastointia ja loppusijoitusta Suomessa. Käsittelyn tarkoituksena on muuttaa jäte helpommin käsiteltävään ja loppusijoitettavaan muotoon.

Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Olkiluodossa (B1) tai Loviisassa (B2) tapahtuisi olemassa olevilla ydinvoimalaitosalueilla ja pääosin olemassa olevissa tai ilman tätäkin hanketta toteuttavien rakennusten tai rakenteiden sisällä olevissa toiminnoissa. FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen loppusijoitus ei lisää tai muuta näiden toimintojen ympäristövaikutuksia, kun jätteiden erityispiirteet otetaan huomioon loppusijoitusratkaisussa.

Purku- ja huoltojätteen väliavarastointi ei missään vaihtoehdossa aiheuta merkittäviä ympäristövaikutuksia. Olkiluodossa purku- ja huoltojäte voidaan varastoida olemassa olevissa tiloissa. Loviisan vaihtoehdossa saatetaan joutua rakentamaan erillinen maanpäällinen tai kallioon louhittava varastotila. Rakennustöistä voisi aiheutua lähinnä paikallisia ja tilapäisiä vaikutuksia. Purku- ja huoltojätteen Otaniemen väliavarastointivaihtoehto VTT:n käytössä olevissa maanalaisissa tutkimustiloissa ei edellytä merkittäviä rakennustöitä eikä siitä aiheudu rajoituksia tutkimustilojen muulle käytölle. Otaniemen väliavarastoinnilla ei ole vaikutuksia ympäristöön eikä alueen maankäyttöön.

FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen sijoittaminen Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosalueille vaatisi ydinvoimalaitosten käyttö lupiin muutosta, sillä laitoksilla nykyiset käyttöluvut mahdollistavat vain voimalaitoksella tuotettujen ydinjätteiden varastoinnin, käsittelyn ja loppusijoituksen alueella. FiR 1 purku- ja huoltojätteen luvitus voitaisiin toteuttaa voimalaitosten tulevien lupamuutosten yhteydessä. Loviisa 1 ja 2 -laitosten nykyiset käyttöluvut ovat voimassa vuoteen 2027 ja 2030. Loviisan käyttöluvan mukaan laitoksella saa väliavarastoida ja loppusijoittaa tarpeen mukaan vähäisiä määriä muusta kuin Loviisan voimalaitosalueen toiminnasta syntyneitä jätteitä. Olkiluoto 3 -laitoksen käyttönoton seurauksena jätekertymä usealta laitokselta voi aiheuttaa tarpeen laajentaa VLJ-luolaa arviolta 2030-luvulla, minkä yhteydessä myös FiR 1 -jätteet voitaisiin luvittaa. Yhteistyön ja aikataulun suunnittelussa olennaisia ovat erilai-

set lupaprosessit jätteiden välivarastointia ja loppusijoitusta varten sekä lain ja YVL-ohjeiden vaatimukset jättepakkauksille ja tiloille. Valmistelutyön laajuus riippuu toteutettavasta vaihtoehdosta ja on raskaampi, jos esimerkiksi täysin uusia tiloja välivarastoinnille rakennetaan. Otaniemen välivarastointitilan luvitus määritettäisiin tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvän käyttöluvan ehtojen muutoksen yhteydessä.

Purku- ja huoltojätteen osittainen vapautus valvonnasta (B3) tarkoittaa jätteiden luokitte-
telua tavanomaiseksi jätteeksi ja käsittelyä tai hyötykäyttöä tavanomaisen jätteen tavoin. Asianmukaisesta jätehuollosta ja materiaalihyötykäytöstä ei synny merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Kuljetukset

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kuljetuksista väestölle ja kuljetushenkilöstölle aiheutuva säteilyannos on suoraan verrannollinen altistusajaksi eli kuljetun matkan pituuteen, jos kuljetusnopeus on sama. Maantiekuljetusten väestöannokset ovat merkittävästi suuremmat kuin merikuljetuksissa. Käytetyn ydinpolttoaineen eri reittivaihtoehdoista suurin väestöannos aiheutui pisimmällä maantiekuljetuksen reitillä polttoainekuljetuksessa Loviisan ydinvoimalaitoksen alueelta Olkiluotoon. Purku- ja huoltojättekuljetuksen henkilöstölle ja väestölle aiheutuu tehtyjen laskelmien mukaan noin 60 prosenttia pienempi säteilyannos verrattuna polttoainekuljetukseen samalla reitillä. Yhteenvedona voidaan todeta, että säteilyturvallisuuden näkökulmasta FiR 1 käytöstäpoiston kuljetuksista ei missään vaihtoehdossa aiheudu henkilöstölle tai väestölle vaaraa ja myöhemmin ilmenevien vakavien terveyshaittatapausten esiintymisen riski on häviävän pieni.

Tiedotus ja osallistuminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Asukkaat ja muut asianomaiset voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle sekä myös hankkeesta vastaavalle tai konsultille.

YVA-menettelyä seuraamaan koottiin seurantaryhmä, jonka tarkoitus oli edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien välillä. Seurantaryhmä kokoontui YVA-ohjelma ja -selostusvaiheessa.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin Otaniemessä yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus, jossa esiteltiin arviointiohjelmaa. Tilaisuudessa yleisöllä oli mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arvioinnista. Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua.

Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä järjestettiin erilliset yksilö- ja ryhmähaastattelut, joiden avulla koottiin tietoa hankkeen sidosryhmiltä.

1**JOHDANTO**

VTT valmistelee Espoon Otaniemessä sijaitsevan FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistamista. Ydinlaitoksen käytöstäpoistolla tarkoitetaan reaktorin turvallista sammuttamista ja toimenpiteitä, joihin ryhdytään radioaktiivisten aineiden poistamiseksi laitokselta laitoksen käytön päätyttyä. Käytöstäpoistoa koskevien toimenpiteiden tavoitteena on lopputila, jossa laitoksen rakenteiden ja järjestelmien puhdistaminen radioaktiivisista materiaaleista on suoritettu niin kattavasti, ettei niistä aiheudu mitään vaaraa väestölle ja laitoksessa mahdollisesti työskenteleville henkilöille.

FiR 1 -tutkimusreaktori on yhdysvaltalainen TRIGA Mark II -tyyppinen vesijäähdytteinen avoallasreaktori, joka on käynnistetty vuonna 1962. Tutkimusreaktorin ydinpoltoaine on myös yhdysvaltalaisista alkuperää ja kuuluu Yhdysvaltojen energiaministeriön ydinmateriaalien leviämisen estämiseksi käynnistetyn käytetyn polttoaineen palautusohjelman piiriin. Tutkimusreaktorilla aikaansaadaan ydinreaktioita (jatkuva reaktoritoiminta) ja sen neutronisäteilyllä tuotetaan radioaktiivisia isotooppeja. Reaktorin enimmäislämpöteho on 250 kW, mikä on vain noin 0,006 prosenttia suuren ydinvoimalaitoksen yhden reaktoriyksikön (esimerkiksi Olkiluoto 3:n) lämpötehosta.

Tutkimusreaktorin pääasialliset käyttöalueet ovat olleet tutkimus, opetus, radioisotooppituotanto ja sädehoito. Reaktori on edelleen käytössä muun muassa isotooppituotantoon, viimeiset sädehoidot annettiin tammikuussa 2012. Tutkimusreaktorilla on voimassa oleva valtioneuvoston myöntämä käyttöluupa, jonka mukaisesti reaktorin käyttötoimintaa voitaisiin jatkaa vuoteen 2023 saakka. Päätös ryhtyä toimenpiteisiin reaktorin käytöstäpoistamiseksi tehtiin kesällä 2012, kun sädehoitoja antaneen Boneca Oy:n konkurssin jälkeen sädehoitotoiminnan rahoitusta ei pystytty varmistamaan. Tämän hetken suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi vuonna 2015, tai viimeistään alkuvuodesta 2016, jonka jälkeen käytöstäpoistoon liittyvät toimenpiteet aloitettaisiin.

FiR 1 -tutkimusreaktori on ensimmäinen purettava ydinlaitos Suomessa. Muualla käytöstä on poistettu useita tutkimusreaktoreita, joista lähin toteutettu hanke on ollut kolmen reaktorin käytöstäpoisto Risön tutkimuskeskuksessa Tanskassa.

Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto kuuluu Suomessa YVA-lain (laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/94) soveltamisalaan, koska YVA-asetuksen (asetus ympäristövaikutusten arvioinnista 713/2006, 6§, 7b) mukaisesti YVA-menettely koskee ydinvoimalaitoksia ja muita ydinreaktoreita, mukaan lukien näiden laitosten tai reaktoreiden purkamisen tai käytöstäpoistaminen.

YVA-menettelyssä tarkastellaan tutkimusreaktorin purkamisen lisäksi käytetyn ydinpoltoaineen sekä purkujätteen kuljettamisen, välivarastoinnin ja soveltuvin osin loppusijoittamisen ympäristövaikutuksia. Toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan tutkimusreaktorin välitöntä ja viivästettyä purkamista. Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käyttöä jatkettaisiin ja käytöstäpoisto toteutettaisiin myöhemmin.

Tässä ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista sekä suunnittelun aikataulusta, arvio hankkeen ympäristövaikutuksista ja sidosryhmien osallistuminen hankkeeseen YVA-menettelyn aikana.

2 HANKE JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT

2.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain tarkoittamana hankkeesta vastaavana toimii Teknologian tutkimuskeskus VTT. VTT on työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalaan kuuluva virasto ja osa Suomen innovaatiojärjestelmää. Tutkimuskeskus on puolueeton ja voittoa tavoittelematon asiantuntijaorganisaatio, joka toimii asiakkaisiinsa nähden riippumattomasti.

VTT on Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio, joka tuottaa monipuolisia teknologia- ja tutkimuspalveluja sekä kotimaisille että kansainvälisille asiakkailleen, yrityksille ja julkiselle sektorille. VTT:n palveluksessa oli vuoden 2013 lopussa 2 644 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2013 oli noin 279 miljoonaa euroa.

Lait Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy -nimisestä osakeyhtiöstä ovat presidentin vahvistamia ja ne astuvat voimaan 1.1.2015 (762/2014 ja 761/2014). Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:tä koskevassa laissa annetaan säännökset osakeyhtiön tarkoituksesta, asemasta, tehtävistä, taloudellisista toimintaperiaatteista, rahoituksesta ja tiedonantovelvollisuudesta sekä voimaantulosta. VTT tarkastelee työ- ja elinkeinoministeriön ohjauksessa muutoksen mahdollisia vaikutuksia tutkimusreaktorin käyttöluvan perusteiden, ydinvastuun ja ydinjätehuollon kannalta.

2.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Hankkeen tarkoituksena on lopettaa FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttö ja toteuttaa käytöstäpoiston toimenpiteet siten, että rakennus voidaan vapauttaa valvonnasta muuhun käyttöön. Käytöstäpoisto toteutetaan niin pian, kuin se on teknisesti ja lainsäädännöllisesti mahdollista. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi viimeistään alkuvuonna 2016, minkä jälkeen toteutettaisiin käytöstäpoiston edellyttämät toimenpiteet. FiR 1 -tutkimusreaktori on ensimmäinen purettava ydinlaitos Suomessa.

FiR 1 -tutkimusreaktori on ollut käytössä vuodesta 1962 (Kuva 2-1). Tutkimusreaktoria on käytetty jo yli 50 vuoden ajan tutkimukseen, opetukseen ja isotooppiin tuotantoon. 2000-luvulla reaktorin merkittävin toimintamuoto on ollut erityisesti kaulan ja pään alueen syöpiä sairastaville annettu boorineutronisädehoito (BNCT) ja siihen liittyvä tutkimus (ks. esim. Joensuu ym. 2011). Hoidot on keskeytetty hoitotoiminnan organisoinnista vastanneen Boneca Oy:n ajaututtua konkurssiin tammikuussa 2012.

Reaktorin ylläpito on aiheuttanut VTT:lle merkittävän taloudellisen rasitteen. Nähtävissä ei ole strategisia teknologisia kehityshankkeita, jotka edellyttäisivät reaktorin käytön jatkamista.



Kuva 2-1. Tasavallan presidentti Urho Kekkonen ampuu tehopulssin FiR 1 -tutkimusreaktorin avajaisissa vuonna 1962.

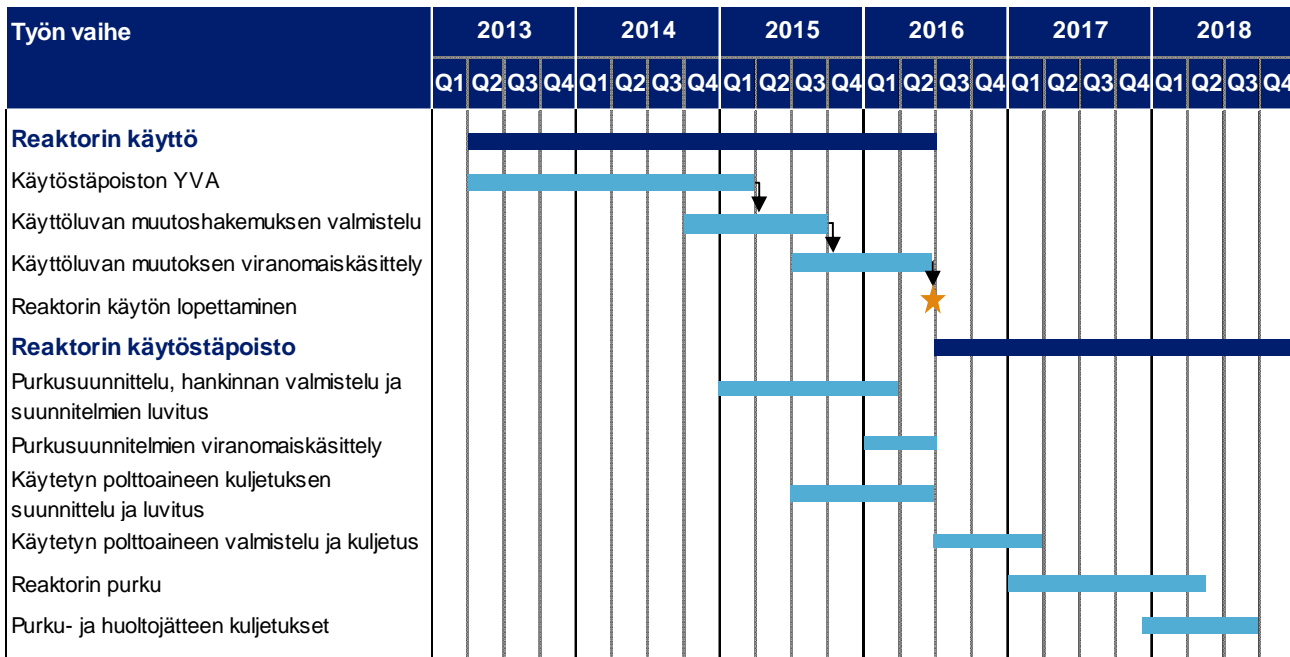
2.3 **Hankkeen suunnitteluvaihe ja toteutusaikataulu**

Tutkimusreaktori on edelleen käytössä muun muassa isotooppituotantoon. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi viimeistään alkuvuodesta 2016.

Ennen reaktorin sammuttamista reaktorin käyttöluvan ja sen ehtoihin haetaan muutosta Valtioneuvostolta. Ennen muutoshakemuksen jättämistä hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tulee olla päättynyt.

Hankkeen purkusuunnittelu ja suunnitelmien luvitus toteutetaan 2014–2016 aikana. Reaktorin sammuttamisen jälkeen käytetty ydinpoltoaine kuljetetaan pois reaktorilta. Varsinaisen purkutyön arvioidaan kestävän noin 15–20 kuukautta ja se toteutetaan 2017–2018 aikana. Samalla purku- ja huoltojätteet kuljetetaan välivarastoitavaksi ja/tai loppusijoitettavaksi.

Oheisessa kuvassa (Kuva 2-2) on esitetty tutkimusreaktorin purkamisen alustava aikataulu.



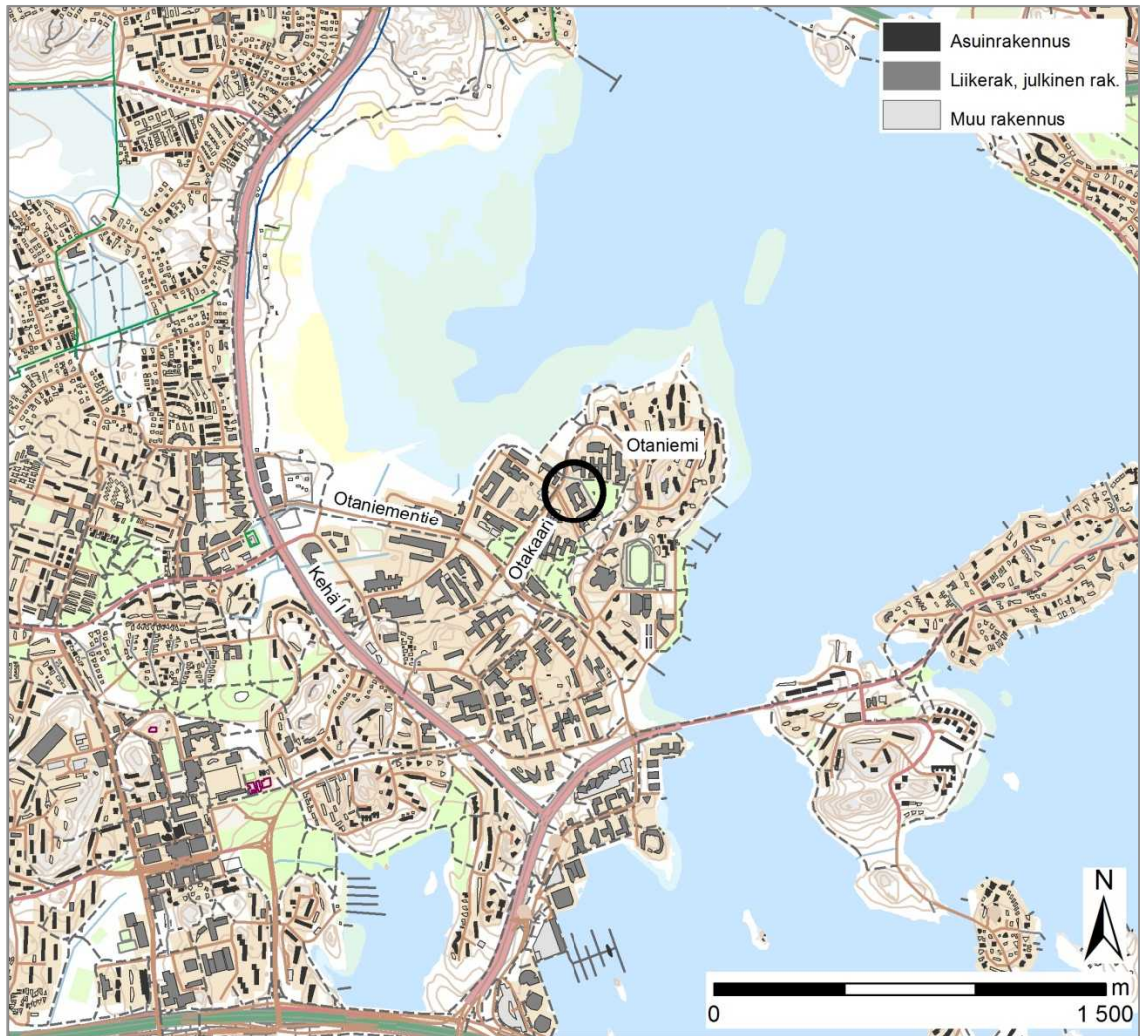
Kuva 2-2. FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisen alustava aikataulu.

2.4 Sijainti ja maankäyttötarve

FiR 1 -tutkimusreaktori sijaitsee Espoon Otaniemessä Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalueella (Kuva 2-3). Tutkimusreaktorin lähiympäristö on Otaniemen kampusalueen ydintä. Reaktorin lähistöllä sijaitsee Aalto-yliopiston tilojen lisäksi VTT:n tutkimustoiminnan tiloja sekä puistoaluetta. Tutkimusreaktorin alue sijaitsee noin yhdeksän kilometrin päässä Helsingin keskustasta.

FiR 1 -tutkimusreaktori sijaitsee VTT:n käytössä olevassa Aalto-yliopistokiinteistöt Oy:n omistamassa kolmikerroksisessa reaktorirakennuksessa, johon liittyvässä rakennuksessa on myös erillisiä laboratoriotiloja. Reaktorirakennuksen tilavuus on noin 5 500 m³ ja pohjapinta-ala on noin 400 m². Käytöstäpoiston jälkeen tilat vapautetaan muuhun käyttöön.

Otakaari 3 -kiinteistössä olevat materiaali- ja ydinjätetutkimustilat eivät kuulu tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon. Näiden tilojen puhdistus ja luovutus suunnitellaan erillisenä hankkeena, sillä niiden toimintaluvat perustuvat säteilylakiin ja ovat säteilyturvakeskukseen erikseen myöntämiä. Tämä liittyy myös rakenteilla olevan ydinturvallisuustalon muuttovalmisteluun.



Kuva 2-3. Tutkimusreaktorin sijainti Otaniemessä.

2.5 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Hankkeeseen liittyy tutkimusreaktorin toiminnasta syntyneen käytetyn polttoaineen sekä muun radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen mahdollinen erityiskäsittely, kuljetus, välivarastointi sekä loppusijoitus. Ydinjätehuollon päävastuu on luvanhaltijalla (VTT). Käytetyn polttoaineen ja muun radioaktiivisen jätteen välivarastoinnin ja loppusijoittamisen tai jatkokäsittelyn toteutus voitaisiin hankkeen myöhemmässä vaiheessa hoitaa yhteistyössä VTT:n yhteistyökumppaneiden kanssa, joiden kanssa tästä tulee erikseen sopia.

Seuraavassa on kuvattu tarkemmin tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyvän säteilytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen varastoinnin, jatkokäsittelyn sekä loppusijoittamisen mahdolliset yhteistyötahot.

2.5.1 Käytetty polttoaine

Käytetyn polttoaineen jätehuolto voidaan toteuttaa palauttamalla käytetty polttoaine Yhdysvaltoihin U.S.DoE:n (United States Department of Energy) palautusohjelman mukaisesti, jonka toteutusta VTT on valmistellut päävaihtoehtona. Ydinjätehuoltovastuu siirtyy Yhdysvalloille siinä vaiheessa, kun polttoainekuljetus saapuu vastaanottavan

maan satamaan. Toisena vaihtoehtona olisi pyrkiä toteuttamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomessa yhteistyössä Posiva Oy:n kanssa, mutta siihen liittyy useita rajoittavia tekijöitä.

Käytetyn ydinpolttoaineen jätehuoltomenetelmät on kuvattu tarkemmin luvussa 6.2.

Tutkimusreaktorilla on lisäksi käyttämätöntä polttoainetta, joka on mahdollista palauttaa Yhdysvaltoihin vastaavasti kuin käytetty polttoaine. Käyttämätöntä polttoainetta voitaisiin myös käyttää muissa vastaavissa tutkimusreaktoreissa.

2.5.1.1 Yhteistyö Yhdysvaltojen energiaministeriön kanssa

Ydinenergialain (990/1987) 6 a §:n mukaan Suomessa syntyneet ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen. Ydinenergialain 6 a §:n kohdan 2 mukaan tämä ei kuitenkaan koske ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena.

VTT:llä on Yhdysvaltojen energiaministeriön (United States Department of Energy, U.S.DoE) palautusohjelman mukainen tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen palautusmahdollisuus Yhdysvaltoihin (*U.S.DoE 2004a*). Palautusohjelman tavoitteena on erityisesti ydinmateriaalien leviämisen estäminen eli aikanaan Yhdysvalloista maailmalle rauhanomaiseen käyttöön jaetun uraanin kerääminen takaisin alkuperämaahan. Palautusohjelmassa Yhdysvallat kotiuttaa Yhdysvalloissa uraani-235-isotoopin suhteen korkeasti ja matalasti väkevöityä tutkimusreaktoreiden käytettyä polttoainetta noin 20 tonnia, eli noin 22 700 yksittäistä polttoaine-elementtiä. (*Federal register 1996*) Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) tukee teknisesti tutkimusreaktoreiden ydinpolttoaineen palautusohjelmia (*Goldman, Adelfang & Ritchie: IAEA Activities Related to Research Reactor Fuel Conversion and Spent Fuel Return Programs*).

Yhdysvaltojen energiaministeriön käytetyn ydinpolttoaineen palautusohjelmaa koskeva ympäristövaikutusten arvioinnin lausunto ja siihen liittyvä päätösasiakirja annettiin vuonna 1995 (*Federal register 1996*). Päätösasiakirjaa on täydennetty muun muassa polttoaineen palautusaikataulujen pidentämisen osalta. Kaikki päätökset vahvistavat ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen vastaanottamisen Yhdysvaltojen energiaministeriön laitoksilla. Lähes kaikki alumiinipäällysteinen käytetty polttoaine varastoidaan Savannah River Site -laitoksella ja ei-alumiinipäällysteinen polttoaine sekä kaikki TRIGA-polttoaine Idaho National Laboratory (INL) -laitoksella. (*Federal register 1996*)

Palautusohjelmassa Yhdysvaltoihin on tehty vuoden 1996 jälkeen noin 60 käytetyn ydinpolttoaineen palautuskuljetusta, jotka ovat sisältäneet yli 9 500 polttoaine-elementtiä. Näistä TRIGA-polttoainetta on ollut yli 1 500 polttoaine-elementin verran. Käytettyä polttoainetta on palautettu muun muassa Saksasta, Japanista, Italiasta, Sloveniasta, Iso-Britanniasta, Indonesiasta, Etelä-Koreasta ja Romaniasta. (*Wade 2008*) Suurin osa palautuksista on tehty Yhdysvaltojen Etelä-Carolinan sotilaalliseen satamaan ja kuljetettu sieltä maan sisäisenä kuljetuksena laitosalueille. Kaikki tehdyt kuljetukset on suoritettu turvallisesti. Vastuu käytetystä ydinpolttoaineesta on siirtynyt Yhdysvaltojen energiaministeriölle siinä vaiheessa, kun ydinpolttoainetta kuljettava laiva on saapunut Yhdysvaltojen satamaan. Tästä eteenpäin käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä on noudatettu vastaanottajamaan lainsäädäntöä. (*IAEA 2006a*)

Yhdysvalloissa on käynnistetty vuonna 2012 uusi strategia käytetyn ydinpolttoaineen ja muun korkea-aktiivisen jätteen loppusijoittamiselle perustuen Blue Ribbon Commissio-

nin suositukseen sen jälkeen, kun pitkään suunnitteilla ollut ydinjätteen loppusijoituslaitos Yucca Mountainin kallioperään peruttiin. Uuden strategian tavoitteena on ydinjätteen loppusijoittaminen pysyvästi kallioperään niin, että loppusijoituslaitos olisi käynnissä vuonna 2048. Käytetty polttoaine on kuitenkin poistettava INL:stä vuoteen 2035 mennessä vuonna 1995 Yhdysvaltojen energiaministeriön, Yhdysvaltojen merivoimien ja Idahon osavaltion välillä solmitun sopimuksen (Settlement Agreement) mukaisesti. Ennen loppusijoituslaitoksen valmistumista ydinpolttoaineen ja korkea-aktiivisen ydinjätteen välivarastointitoimintoja kehitetään ja uusia välivarastointilaitoksia tullaan rakentamaan, jotta välivarastointikapasiteetti lisääntyväälle ja siirtopakotteiden alla olevalle käytetylle ydinpolttoaineelle pystytään kestävästi kattamaan. (*U.S. DoE 2013*) U.S.DoE on selvittänyt uuden, pidempiaikaiseen varastointiin soveltuvan, välivaraston rakentamista Idahon INL-laitosalueelle. Uudelle laitokselle tehtiin ympäristövaikutusten arviointimenettely vuonna 2004. (*U.S.NRC 2004*)

Palautusohjelman mukaan FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetty ydinpolttoaine voidaan palauttaa Yhdysvaltoihin sillä ehdolla, että reaktorin käyttö päättyy viimeistään 12. toukokuuta 2016 ja polttoaine on vastaanotettu Yhdysvaltoihin 12. toukokuuta 2019 mennessä. Yhdysvaltojen energiaministeriö edellyttää käytetyn polttoaineen palautuksesta erillistä sopimusta. VTT valmistelee parhaillaan yhdessä U.S.DoE:n kanssa käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskevaa sopimusta. Lisäksi valmistellaan käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen hankintaa.

Käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskevien kuljetusjärjestelyjen yksityiskohdista ja aikataulusta on sovittava Yhdysvaltojen energiaministeriön kanssa. Kuljetusjärjestelyjen suunnittelussa voidaan muiden selvitysten lisäksi hyödyntää aiemmista TRIGA-tutkimusreaktoreiden ydinpolttoaineen palautuksien kuljetuksista saatua kokemusta (*IAEA 2006a*). Pohjoismaista Tanska (Risö) ja Ruotsi (Studsvik) ovat toteuttaneet vastaavia polttoainekuljetuksia.

FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaineen käsittelystä Yhdysvalloissa ja kuljetuksesta sinne on kerrottu tarkemmin luvussa 6.2.

2.5.1.2 Yhteistyö Posiva Oy:n kanssa

Suomessa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) omistama Posiva Oy (Posiva) tulee rakentamaan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen Eurajoen Olkiluotoon. Olkiluotoon loppusijoitettavan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärä on tällä hetkellä voimassa olevan Posivaa koskevan ydinenergialain (YEL) mukaisen periaatepäätöksen mukaan 9 000 tonnia uraania. Määrään sisältyy TVO:n OL1-, OL2-, OL3- (rakenteilla) ja OL4- (suunnitteilla) laitosyksiköiden sekä Fortumin LO1- ja LO2-laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen määrät.

Posiva toimitti vuoden 2012 lopussa työ- ja elinkeinoministeriöön valtioneuvostolle osoitetun rakentamislupahakemuksen Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos on tarkoitus ottaa käyttöön noin vuonna 2022, jolloin Posivan omistajien ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus voitaisiin aloittaa.

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen loppusijoitus Olkiluotoon ei ole sisällynyt YEL:n mukaisiin loppusijoituksen periaatepäätöksiin eikä Posivan vuonna 2012 jättämään rakentamislupahakemukseen. Posivan ja VTT:n välillä on tätä mahdollisuutta

koskeva periaatesopimus vuodelta 1996, joka on alun perin vuonna 1990 solmittu VTT:n ja TVO:n välillä. Sopimus koskee tilannetta, jossa palautus Yhdysvaltoihin ei toteutuisi.

Loppusijoitus Olkiluodossa edellyttäisi kuitenkin täsmennettyä sopimusta Posivan kanssa ja lukuisia yksityiskohtaisia teknisiä selvityksiä, sillä FiR 1 tutkimusreaktorin ydinpolttoaine poikkeaa koostumukseltaan ja mitoiltaan ydinvoimalaitosten käytetystä polttoaineesta (Taulukko 2-1) ja vaatii erilaisia käsittelymenetelmiä. Lisäksi toteutus vaatisi Posivaa koskevan valtioneuvoston tekemän ja eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen laajentamista siten, että se koskisi myös tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen loppusijoitusta Olkiluodossa. Tässä vaiheessa VTT ei ole valmistellut Posivan kanssa teknisiä suunnitelmia eikä periaatesopimuksen korvaavaa yksityiskohtaista sopimusta, sillä käytetyn polttoaineen palautusta Yhdysvaltoihin on pidetty päävaihtoehtona.

VTT ja Fortum Power and Heat Oy (IVO) ovat tehneet aiemmin perusselvityksiä FiR 1 käytetyn polttoaineen käsittelystä ja loppusijoituksen turvallisuudesta. Aikaisimmat selvitykset jo 25 vuoden takaa ovat koskeneet FiR 1 käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta edeltävää kuljetuspakkausta, sekä niissä ja loppusijoituskapselissa käytettäväksi tarkoitettua erityistä polttoaineastiaa. Lisäksi VTT:ssä on tarkasteltu loppusijoituksen turvallisuutta, ottaen myös huomioon TRIGA-polttoaineen erityisominaisuudet (mm. polttoainemateriaalit, väkevöinti, vähäinen palama ja kriittisyys loppusijoituksessa). Turvallisuustarkasteluja ja kriittisyystarkasteluja on tehty myöhemminkin, viimeksi vuonna 2010. Kaikkiaan näiden perusselvitysten tarkentaminen yksityiskohtaisiksi teknisiksi suunnitelmiksi ja turvallisuusperusteluiksi on mahdollista.

Siitä huolimatta, että myös tutkimusreaktorin käytetty polttoaine loppusijoitettaisiin Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten rakennettavaan loppusijoitustilaan, ydinjätehuoltovelvollisuus säilyy VTT:llä. Posivalla on vastaava järjestely omistajiensa TVO:n ja Fortumin kanssa.

Taulukko 2-1. FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaine-elementin ja suomalaisen kevytvesireaktorin polttoaine-elementin ominaisuudet.

	FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaine-elementti	Polttoaine-elementti kevytvesireaktoreissa Suomessa
polttoainesauvan pituus	0,726 m	2,5–4,8 m
polttoainesauvanhalkaisija	37,6 mm	~10 mm
polttoainesauvoja elementissä	1	~ 64–120
polttoaineen materiaali	uraani-zirkonium hydridi (UZrH)	uraanioksidi UO ₂
uraanipitoisuus	8-12 %	~88 %
rikastusaste (U-235 isotoopin osuus uraanissa)	20 %	~4 %
suojakuori	ruostumaton teräs tai alumiini	zirkonium

2.5.1.3 Yhteistyö Fortum Power and Heat Oy:n tai Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen välivälivarastointi Suomessa ennen loppusijoitusta Posivan loppusijoitustilaan voitaisiin toteuttaa yhteistyössä Fortum Power and Heat Oy:n tai Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa. Molemmilla yhtiöillä on ole-

massa olevilla voimalaitosalueillaan tilat käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnille. Yhteistyö edellyttää sopimusta kyseessä olevan ydinvoimayhtiön kanssa, yksityiskoh- taista varastointisuunnitelmaa aikatauluineen sekä tarvittavien lupien hankintaa.

2.5.2 Purku- ja huoltojäte

2.5.2.1 Yhteistyö Fortum Power and Heat Oy:n tai Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneen huoltojätteen sekä käytöstäpoistossa syntyvän purkujätteen välivarastointi- ja loppusijoitustoimenpiteet voitaisiin toteuttaa Suomen nykyisillä voimalaitospaikoilla yhteistyössä ydinvoimayhtiöiden Fortum Power and Heat Oy:n tai Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa. Tämä edellyttää VTT:ltä yhteis- työsopimusta kyseessä olevan voimayhtiön kanssa.

VTT on käynnistänyt suunnittelun purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoi- tusmahdollisuuksista yhteistyössä Fortumin ja TVO:n kanssa. Suunnittelussa on alusta- vasti arvioitu Fortumin Loviisan voimalaitosalueen ja TVO:n Olkiluodon voimalaitos- alueen matala- ja keskiaktiivisen jätteen varastointi- ja loppusijoituslaitosten soveltu- vuutta tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen välivarastoinnille.

Välivarastointi molemmissa tapauksissa vaatisi todennäköisesti ydinvoimalaitoksen käyttöluvan muutosta, sillä laitoksilla nykyiset käyttöluvut mahdollistavat vain voima- laitoksella tuotettujen jätteiden varastoinnin, käsittelyn ja loppusijoituksen alueella. Ol- kiluotoon voidaan lisäksi loppusijoittaa STUK:n hallussa olevia valtion pienjätteitä. Lo- viisan ydinvoimalaitoksen käyttöluvassa on myös todettu ”luvan käyttää voimalaitosjät- teiden loppusijoituslaitosta, johon sijoitetaan pysyväksi tarkoitettulla tavalla Loviisa 1 ja Loviisa 2 -voimalaitosyksiköiden käytöstä syntynyt ja käytetyn polttoaineen varastoin- nista syntynyt vähä- ja keskiaktiivinen voimalaitosjäte sekä tarpeen mukaan vähäisiä määriä muusta kuin Loviisan voimalaitosalueen toiminnasta syntyneitä jätteitä”.

Olkiluodossa on olemassa olevat tilat, joihin FiR 1 purku- ja huoltojäte voitaisiin tekni- sestä välivarastoida ja loppusijoittaa. Loviisan voimalaitosalueella tarkoitukseen sovel- tuvia valmiita tiloja ei tällä hetkellä ole. Maanalaiset tilat voimalaitoksen käytöstäpois- tojätteelle on kuitenkin suunniteltu rakennettavaksi alueelle jo 2020-luvulla.

Yhteistyön ja aikataulun suunnittelussa olennaista ovat erilaiset lupaprosessit jätteiden välivarastointia ja loppusijoitusta varten sekä lain ja YVL-ohjeiden vaatimukset jäte- pakkauksille ja tiloille. Valmistelutyön laajuus riippuu toteutettavasta vaihtoehdosta ja on raskaampi, jos esimerkiksi täysin uusia tiloja välivarastoinnille rakennetaan. Yhteis- työhön liittyvistä käytännön tavoitteista tullaan kertomaan tarkemmin tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvän lupaehtojen muutoksen hakemisen yhteydessä. Myöhemmän loppusijoituksen valmistelemiseksi tarpeelliset selvitykset käynnistetään ajoissa ennen todennäköistä jätteen loppusijoitusratkaisua.

Purku- ja huoltojätteen jätehuoltomenetelmät on kuvattu tarkemmin luvussa 6.3.

2.5.2.2 Yhteistyö muiden tahojen kanssa

Osa purkujätteestä viedään mahdollisesti ulkomaille käsiteltäväksi ennen välivarastoin- tia ja loppusijoitusta Suomessa. Käsittelyllä jätteiden kokoa voitaisiin pienentää ja vä- hentää radioaktiivisen aineksen osuutta merkittävästi.

Vuonna 1994 tehdyn ydinenergialain muutoksen mukaan Suomessa syntyneet ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Edellä todettu ei koske ydinenergialain 6 a §:n 2 kohdan mukaan ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena. Edellä todettu ei myöskään koske ydinenergialain 6 a §:n 1 a kohdan mukaan ydinjätteitä, joissa radioaktiivisten aineiden määrä on vähäinen ja jotka toimitetaan toiseen maahan käsiteltäväksi tarkoituksenmukaisella tavalla. Käsitelty jäte palautetaan loppusijoitettavaksi Suomessa.

Suomalaisten ydinvoimalaitosten ydinjätteiden loppusijoitusratkaisun osalta on selvitetty laajasti sen pitkäaikaisturvallisuutta Suomen kallioperässä, mutta FiR 1 -tutkimusreaktorin purkujätteen osalta erityisesti ydinvoimalaitoksien jätetuotteista poikkeavien materiaalien, kuten alumiinin ja reaktorigrafiitin, ominaisuudet ja vaikutusmekanismit vaativat lisäselvityksiä. VTT on tarkastellut (*Carlsson ym. 2014*) alumiinin ja grafiitin erityiskysymyksiä loppusijoituksen kannalta Suomen loppusijoitusolosuhteissa (ks. tarkemmin 6.3.2).

Ruotsin Studsvik Ab:ssa on merkittävä käsittelylaitteisto radioaktiivisen metallin käsittelyyn, ja sen osalta voitaisiin selvittää tutkimusreaktorin alumiinin sulatuksen ja uudelleenkierrätyksen mahdollisuus. Säteilötyn reaktorigrafiitin käsittelyvaihtoehtona olisi sen käsittely esimerkiksi Sveitsin PSI-tutkimuskeskuksessa, jossa on kehitetty säteilötyn grafiitin pakkaamiseen liittyvää erikoisteknologiaa (betonimatriisi) tai mahdolliseen sopimukseen perustuen vastaavalla teknologialla Suomessa. Tämänhetkisen käsityksen mukaan nämä vaihtoehdot eivät ehkä tukisi FiR 1 -tutkimusreaktorin pienten ydinjättemäärien loppusijoittamista koskevaa ratkaisua kustannustehokkaasti.

Euroopan komission ydinturvallisuustutkimusohjelmassa on jo toteutettu mittava reaktorigrafiitin ydinjätetutkimushanke. Maailmalla aktivoitunutta grafiittijätettä on erittäin paljon isommissa tutkimusreaktoreissa ja grafiittihidasteisissa tehoreaktoreissa (mm. Venäjä ja Iso-Britannia). On odotettavaa, että reaktorigrafiitin ydinjätteenä käsittelyä ja loppusijoittamista käsitellään jatkossakin kansainvälisessä yhteistyössä.

Suomen kansalliseen ydinjätetutkimusohjelmaan (KYT) olisi hyödyllistä sisällyttää ydinlaitosten käytöstäpoiston kehityshankkeita, FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisen ollessa ensimmäinen toteutettava kansallinen ydinlaitoksen purkuhanke. Tässä olisi kyse ennemminkin yhteistä oppimista edellyttävän tekniikan (esim. betonin karakterisointimittaukset, purkutekniikat) tarkastelusta, kuin tutkimusreaktorille ominaisten asioiden (kuten edellä käsiteltyjen grafiitin ja alumiinin) selvityksistä.

2.6 Arvioitavat vaihtoehdot

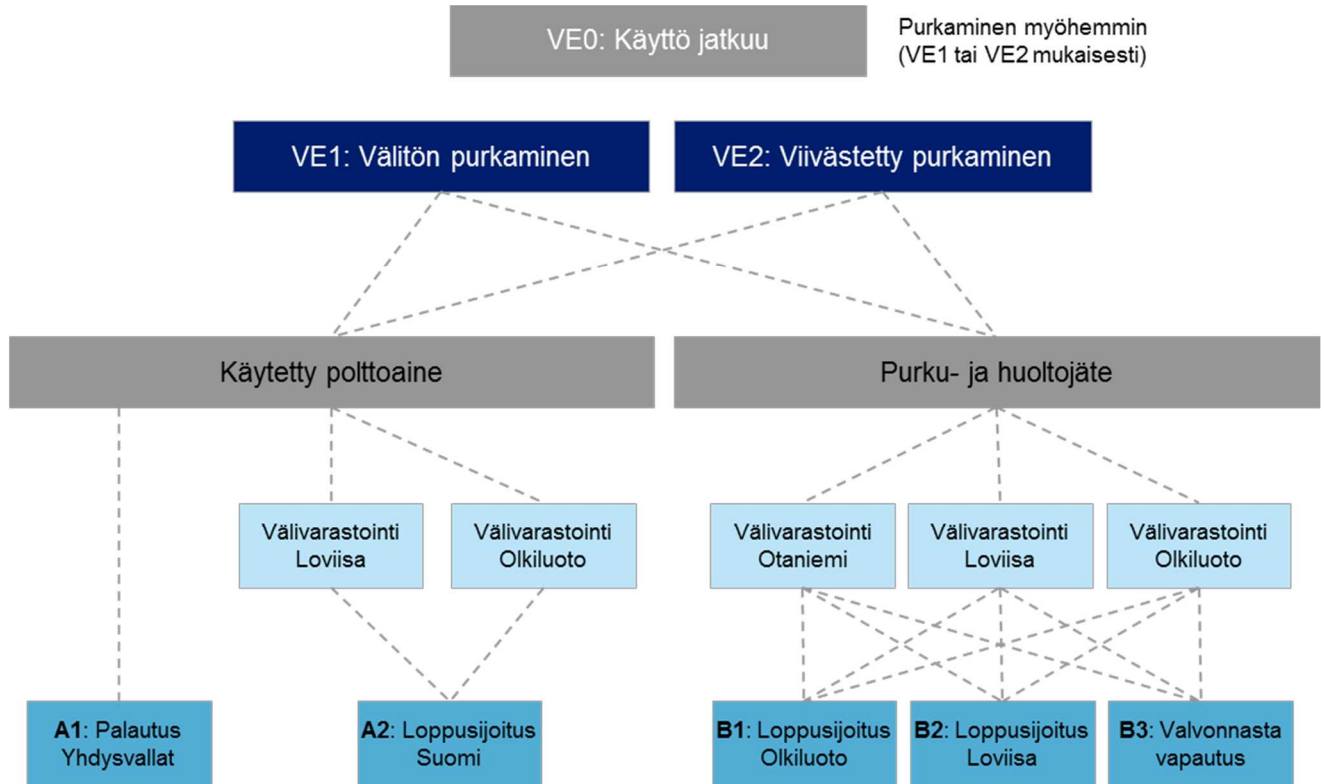
YVA-menettelyssä tarkastellaan tutkimusreaktorin purkamista sekä soveltuvin osin käytetyn polttoaineen ja purku- ja huoltojätteen kuljettamisen, välivarastoinnin ja loppusijoittamisen aikaisia ympäristövaikutuksia. Toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kahta päävaihtoehtoa, joita ovat välitön ja viivästetty purkaminen. Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käyttöä jatkettaisiin ja käytöstäpoisto toteutettaisiin myöhemmin.

2.6.1 Toteutusvaihtoehdot

Toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kahta päävaihtoehtoa:

- VE1: Välitön purkaminen
- VE2: Viivästetty purkaminen

Toteutusvaihtoehdoille on muodostettu erilliset alavaihtoehdot käytetyn polttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen vaihtoehtoisten välivarastointi- ja loppusijoitustoimenpiteiden mukaisesti oheisessa kuvassa esitetyllä tavalla (Kuva 2-4).



Kuva 2-4. YVAssa arvioitavat vaihtoehdot alavaihtoehtoineen.

Käytetty polttoaine

Käytetyn polttoaineen osalta tarkastellaan sekä välittömän (VE1) että viivästetyn (VE2) purkamisen tapauksessa kahta erillistä alavaihtoehtoa, joita ovat:

- A1: Käytetyn polttoaineen palautus Yhdysvaltoihin (Butte, Idaho)
- A2: Käytetyn polttoaineen loppusijoitus Suomessa (Olkiluoto, Eurajoki)

Käytetyn polttoaineen palautus Yhdysvaltoihin (Butte, Idaho) toteutettaisiin niin pian kuin se teknisesti on mahdollista. Jos käytetty polttoaine loppusijoitettaisiin Suomessa (Olkiluoto, Eurajoki), edeltäisi sitä välivarastointi joko Loviisan Hästholmenissa tai Eurajoen Olkiluodossa.

Käytetyn polttoaineen toteutusvaihtoehtojen arvioinnissa huomioidaan myös kuljetuksen aikaiset vaikutukset.

Käytetyn polttoaineen kuljetukset sekä välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdot on kuvattu tarkemmin 6.2.

Purku- ja huoltojäte

Purku- ja huoltojätteen osalta tarkastellaan sekä välittömän (VE1) että viivästetyn (VE2) purkamisen tapauksessa kolmea erillistä alavaihtoehtoa, joita ovat:

- B1: Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa (Hästholmen, Loviisa)
- B2: Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa (Olkiluoto, Eurajoki)
- B3: Purku- ja huoltojätteen osittainen vapautus valvonnasta

Purku- ja huoltojätteen loppusijoitusvaihtoehtoina ovat Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosalueet. Loppusijoituksen lisäksi kyseeseen voi tulla purku- ja huoltojätteen osittainen vapautus valvonnasta, kun purku- ja huoltojätteen sisältämät radioaktiiviset aineet muuttuvat ajan kuluessa radioisotooppien puoliintuessa ympäristölle vaarattomiksi.

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi ennen loppusijoitusta tai valvonnasta vapautusta tapahtuisi joko Otaniemessä, Loviisassa tai Olkiluodossa.

Purku- ja huoltojätteen toteutusvaihtoehtojen arvioinnissa huomioidaan myös kuljetusten aikaiset vaikutukset.

Purku- ja huoltojätteen kuljetukset, välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdot sekä valvonnasta vapautus on kuvattu tarkemmin luvussa 6.3.

2.6.2 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa ei toteuteta ja tutkimusreaktorin käyttö jatkuu. Käytön jatkaminen merkitsee nykyisenkaltaista tilannetta, jossa säteilytyspalveluita sekä koulutus- ja tutkimustoimintaa ylläpidetään reaktorilla. Tällöin käytöstäpoisto ja muut ydinjätehuollon toimenpiteet tapahtuisivat myöhemmin tulevaisuudessa.

Tutkimusreaktorilla muodostunutta käytettyä polttoainetta varastoidaan tällä hetkellä reaktorirakennuksessa käytetyn polttoaineen varastossa. Reaktorin käytön jatkuminen merkitsee ydinpolttoaineen varastoinnin jatkumista tai polttoaineen asteittaista siirtämistä tulevaisuudessa loppusijoitettavaksi.

Nollavaihtoehtoa ei pidetä tällä hetkellä todennäköisenä vaihtoehtona, sillä tutkimusreaktorin jatkotoiminnalle ei ole taloudellisia edellytyksiä ellei täydentävää rahoitusta löydy.

2.6.3 YVA-ohjelmavaiheen jälkeen tehdyt muutokset vaihtoehtoihin

YVA-ohjelmavaiheen jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen varastointivaihtoehtoista on jätetty pois välivarastointi Otaniemessä. Jos polttoaine palautetaan Yhdysvaltoihin, palautus toteutetaan, kun polttoaine on poistettu reaktorista eikä välivarastointitarvetta siten ole. Jos käytetty ydinpolttoaine loppusijoitettaisiin Suomessa, ei välivarastointia voida sitä ennen toteuttaa Otaniemessä pitkän välivarastointiajan vuoksi ja koska tarkoitukseen soveltuvia tiloja ei ole olemassa. Reaktorirakennuksen omistaa Aalto-yliopistokiinteistöt Oy, jonka käyttöön rakennus vapautetaan valvonnasta niin pian kuin turvallisuusteknisesti on mahdollista. Muut käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointivaihtoehdot Otaniemessä edellyttäisivät maankäyttömuutoksia sekä ydinenergialain mukaista luvitusta, jotka eivät ole hankkeen aikataulun kannalta toteuttamiskelpoisia.

3 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY

3.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoite

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

Hankkeet, joihin ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan, on ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain 4 §:n 1 momentin nojalla määritetty Valtioneuvoston asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006). YVA-asetuksen 2. luvun 6 §:n hankeluettelon 7b-kohdan nojalla YVA-lain mukainen arviointimenettely koskee ydinvoimalaitoksia ja muita ydinreaktoreita, mukaan lukien näiden laitosten tai reaktoreiden purkaminen tai käytöstäpoistaminen.

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.

3.2 YVA-menettelyn päävaiheet ja aikataulu

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.

Arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ensimmäisessä vaiheessa on laadittu YVA-ohjelma. Arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta sekä suunnitelma (työohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Arviointiohjelmassa on lisäksi esitetty perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehtoista sekä suunnitelma tiedottamisesta hankkeen aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

Hankkeesta vastaava toimitti YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle marraskuussa 2013. Yhteysviranomaisen kuulutti YVA-ohjelman nähtävillä olosta muun muassa paikallisessa sanomalehdessä sekä Internet-sivuillaan. YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 18.11.2013–16.1.2014. Työ- ja elinkeinoministeriö kokosi annetut mielipiteet ja lausunnot yhteen ja antoi oman lausuntonsa ohjelmasta 7.2.2014.

Arviointiselostus

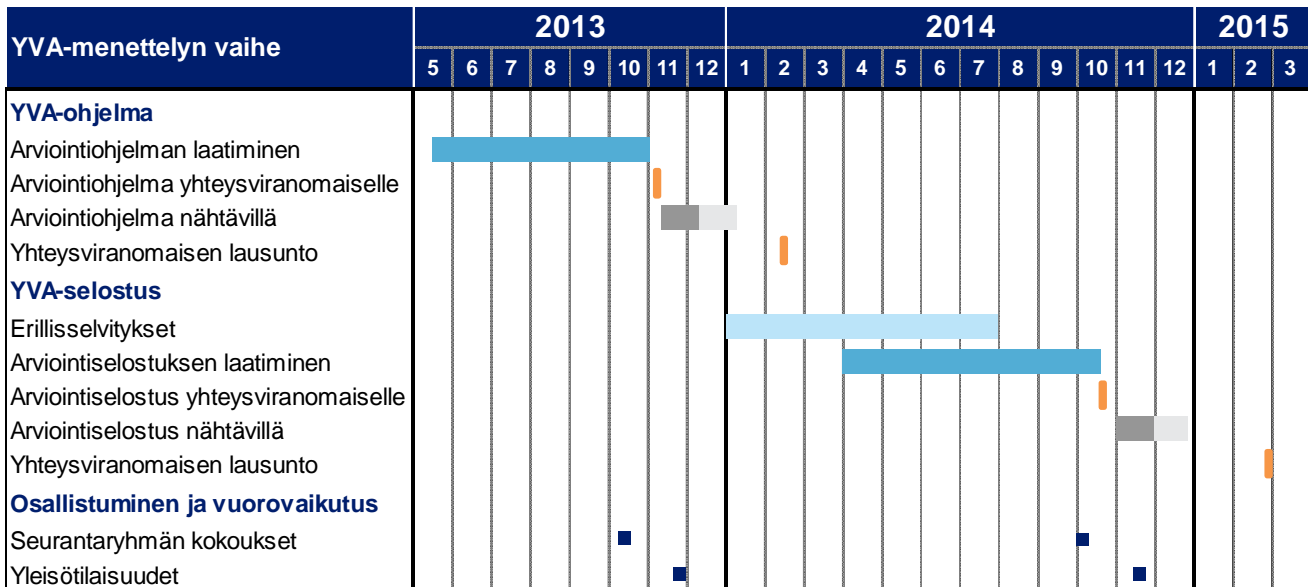
YVA-ohjelman sekä siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta laaditun arviointityön tulokset on koottu tähän YVA-selostukseen. Selostuksessa esitetään:

- ympäristön nykytilan kuvaus,
- arvioitavat vaihtoehdot,
- hankkeen vaihtoehtojen ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys,

- hankkeen vaihtoehtojen vertailu,
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot,
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi,
- kuvaus vuorovaikutuksen ja osallistumisen järjestämisestä YVA-menettelyn aikana,
- kuvaus yhteysviranomaisen lausunnon huomioimisesta arviointiselostuksen laadinnassa.

Arviointiselostuksen valmistumisesta tiedotetaan alueen lehdissä ja selostus asetetaan nähtäville. Nähtävilläoloaikana viranomaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla sidosryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle. Yhteysviranomaisen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. YVA-menettely päättyy kun yhteysviranomaisen toimittaa lausuntonsa YVA-selostuksesta hankevastaavalle.

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3-1).



Kuva 3-1. YVA-menettelyn suunniteltu aikataulu.

3.3 YVA-menettelyn osapuolet

Hankkeesta vastaavina toimii VTT ja yhteysviranomaisena työ- ja elinkeinoministeriö. YVA-menettelyn konsulttina on Pöyry Finland Oy.

Tärkeässä osassa YVA-menettelyssä ovat myös sekä kansalaiset että muut viranomaiset, jotka vaikuttavat YVA-menettelyn kulkuun muun muassa antamalla lausuntoja ja mielipiteitä. Tämän hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 3-2).



Kuva 3-2. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

3.4 Seurantaryhmä

YVA-menettelyä seuraamaan koottiin seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmän edustajat seuraavat ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittävät mielipiteitään ympäristövaikutusten arvioinnin laadinnasta.

Seurantaryhmään kutsuttiin seuraavat tahot:

- Fortum Power and Heat Oy
- Teollisuuden Voima Oyj
- Posiva Oy
- Espoon kaupunki
 - Tekninen ja ympäristötoimi
 - Rakennusvalvonta
- Loviisan kaupunki, ympäristönsuojeluyksikkö
- Eurajoen kunta, ympäristötoimi
- Säteilyturvakeskus (STUK)
- Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos
- Länsi-Uudenmaan poliisilaitos
- Aalto Yliopisto
 - Teknillisen fysiikan laitos, ydintekniikka
 - Lääketieteellisen tekniikan ja laskennallisen tieteen laitos
 - Fyysikkokilta
 - Ylioppilaskunta
- Aalto Yliopistokiinteistöt Oy
- VTT, kiinteistöhallinta
- Suur-Tapiolan asukasfoorumi

- Suomen Luonnonsuojeluliitto
- Helsingin yliopisto
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Indmeas Oy
- DI Esko Ruokola

Seurantaryhmä kokoontui ensimmäisen kerran YVA-ohjelmavaiheessa 10.10.2013. Toisen kerran ryhmä kokoontui lokakuussa 2014, jolloin kokouksessa käsiteltiin YVA-selostuksen luonnosta. Kokouksessa keskusteltiin muun muassa käytetyn polttoaineen ja purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehtojen vaatimuksista, hankkeesta tehdyistä erilliselvelyksistä, purkamiseen liittyvistä käytännöistä, mahdollisista onnettomuustilanteista sekä hankkeen taustasta ja tarkoituksesta.

3.5 Haastattelut

Ympäristövaikutusten arviointiin sisältyvän sosiaalisten vaikutusten arvioinnin osana tehtiin yksilö- ja ryhmähaastatteluja, joissa keskusteltiin hankkeen vaikutuksista. Yhteenveto haastatteluista on esitetty luvussa 11.9.2.

3.6 Tiedottaminen ja osallistuminen

YVA-menettely on avoin prosessi, johon asukkailla ja muilla intressiryhmillä on mahdollisuus osallistua. Kansalaiset ovat voineet osallistua hankkeeseen esittämällä mielipiteensä ja näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle sekä myös hankkeesta vastaavalle eli VTT:lle tai YVA-konsultille. Vuoropuhelun yhtenä keskeisimmistä tavoitteista on ollut eri osapuolten näkemysten kokoaminen ja hyödyntäminen YVA-menettelyn aikana.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin 26.11.2013 kaikille avoin yleisötilaisuus Espoossa. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli mahdollisuus esittää näkemyksiään ja kysyä hankkeesta, tutkittavista vaihtoehdoista ja YVA-menettelystä. Tilaisuuteen osallistui alle kymmenen henkilöä.

Vastaava yleisötilaisuus järjestetään Espoossa arviointiselostuksen valmistumisen jälkeen sen nähtävilläolokautena marraskuussa 2014. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia ja YVA-selostusta. Tilaisuudesta tiedotetaan tarkemmin alueen lehdissä.

3.7 Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 7.2.2014. Lausunnossaan yhteysviranomainen toteaa, että VTT:n YVA-ohjelma kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 3-1) on esitetty ne asiat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tuli kiinnittää huomiota vaikutusten arviointiselvityksien tekemisessä ja arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukon oikean puoleisessa sarakkeessa on esitetty, miten yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon arviointityössä.

Lisäksi yhteysviranomaisen lausunnossa todettiin, että muiden tahojen lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin asioihin on syytä kiinnittää huomiota siltä osin kuin on tarpeen

YVA-selostuksen tekemisessä. YVA-selostuksessa hankkeesta vastaavan on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava esille tulleisiin kysymyksiin. Muiden tahojen lausuntoihin ja mielipiteisiin on koottu vastaukset oheiseen taulukkoon (Taulukko 3-2).

Taulukko 3-1. Yhteysviranomaisen lausunnon käsittely YVA-selostuksessa.

Yhteysviranomaisen lausunto	toteutus
4.1 Hankekuvaus ja vaihtoehdot	
<p>YVA-ohjelmassa esitetään hankkeen koko elinkaari mukaan lukien ydinjätehuolto loppusijoituksiin. Annetuissa lausunnoissa esitetään, että purkutyön laajuus pitäisi käydä paremmin ilmi ja että purkutyö pitäisi ulottaa rakennukseen, jossa reaktori sijaitsee.</p> <p>TEM katsoo, että arviointia tulee täydentää kuvaamalla havainnollisesti, miltä reaktorirakennus näyttää purkutyön ja käytöstäpoiston päättymisen jälkeen. Lisäksi on tarkasteltava mahdollisuuksia rakennuksen purkamiseen.</p>	<p>Purkutyö on kuvattu tarkemmin hankekuvausten yhteydessä vaihe vaiheelta (luku 5).</p> <p>Reaktorirakennusta ei ole tarkoitus purkaa. VTT luovuttaa rakennuksen reaktorin purkamisen jälkeen vuokrasopimuksen mukaisesti Aalto-yliopistokiinteistöt Oy:lle. Yksityiskohdista sovitaan ennen käytöstäpoistoa.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitetään välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdot sekä todetaan, että niitä tarkastellaan tarkemmin YVA-selostuksessa. Arvioitavia vaihtoehtoja alavaihtoehtoineen on pidetty lausunnoissa selkeinä, mutta niihin liittyen on esitetty useita tarkennuksia.</p> <p>TEM katsoo, että välivarastointia ja loppusijoitusta on perusteltua tarkastella erikseen ja esittää YVA-selostuksessa, mitä vaihtoehtojen toteuttaminen edellyttää hankkeesta vastaavalta.</p> <p>Välivarastoinnin osalta on arvioitava sen kesto ja tarkasteltava sen toteuttamista myös Otaniemessä sekä tuotava esille, edellyttääkö välivarastointi esimerkiksi uusien tilojen rakentamista.</p> <p>Loppusijoituksen osalta on tarkasteltava, mitä vaatimuksia tutkimusreaktorin purku- ja huoltojäte sekä käytetty polttoaine asettavat sijaintipaikalle ja mitä niiden loppusijoitus edellyttää tutkimusreaktorin hankkeesta vastaavalta.</p>	<p>Välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdot on kuvattu tarkemmin luvussa 5.3 sisältäen kuvauksen mahdollisten uusien tilojen rakentamisesta, jätteiden esikäsittelystä ja vaatimuksista sijoituspaikalle, sekä luvussa 8.4 eri vaihtoehtojen luvutuksesta ja sopimuksista. Myös välivarastointia Otaniemessä on tarkasteltu.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitetään yhtenä vaihtoehtona käytetyn ydinpolttoaineen palautus Yhdysvaltoihin ja todetaan, että YVA-selostuksessa esitetään polttoaineen kuljetuksiin liittyvät vaikutukset. Lausunnoissa pidetään arviointia suppeana ja esitetään täydennyksiä mm. kuvauksiin ja perusteluihin.</p> <p>TEM esittää, että on perusteltua täydentää arviointia lausunnoissa esitetyillä seikoilla ja kuvata yleispiirteisesti myös tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus Yhdysvalloissa ja sen käsittelyä sekä niihin liittyviä vaikutuksia.</p> <p>TEM huomauttaa lisäksi, että YVA-selostuksessa otetaan huomioon myös sellaiset seikat, joita käytetyn ydinpolttoaineen vastaanottaja mahdollisesti edellyttää YVA-selostukselta.</p>	<p>Kuvausta polttoaineen palautuksesta Yhdysvaltoihin on täydennetty kuljetusten ja Yhdysvalloissa tapahtuvan polttoaineen käsittelyn osalta (luku 6.2.3) sekä arvioitu näiden vaikutuksia (luku 12.2).</p> <p>Yhdysvaltoja koskevat tekstiosiot perustuvat Yhdysvaltojen energiaministeriöltä saatuun aineistoon sekä heidän kanssa käytyyn yhteydenpitoon.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitellään tutkimusreaktorista peräisin olevat ydinjätteet ja yhtenä vaihtoehtona esitetään jätteen käsittelyä ulkomailla ja jätteen palautusta Suomeen loppusijoitettavaksi. Lausunnoissa on kiinnitetty huomiota tutkimusreaktorin jätteen erityispiirteisiin verrattuna voimalaitoksilta peräisin oleviin jätteisiin ja esitetty sen huomioon</p>	<p>Jätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta on tarkasteltu luvussa 5.3. Jätteiden erityispiirteitä on tarkasteltu luvussa 6.3.2. Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin ja niiden aikatauluihin on käsitelty luvussa 2.5 ja 8.4.</p>

Yhteysviranomaisen lausunto	toteutus
<p>ottamista arvioinnissa.</p> <p>TEM toteaa, että jäte on yksi merkittävin käytöstäpoiston vaikutus ja pitää perusteltuna, että arvioinnissa tuodaan selkeästi esille tutkimusreaktorin jätteen erityispiirteet ja niiden vaikutus koko hankkeen elinkaareen. Lisäksi arvioinnissa on perusteltua tuoda esille käsittelyn edellytykset ja hyödyt hankkeen elinkaaren kannalta.</p>	
<p>4.2 Vaikutukset ja niiden selvittäminen</p>	
<p>YVA-ohjelmassa todetaan, että YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoiston aiheuttamia ympäristövaikutuksia ja painotetaan merkittäviksi arvioituja ja koettuja vaikutuksia. YVA-ohjelmasta saaduissa lausunnoissa esitetään täydennyksiä arvioitaviin vaikutuksiin.</p> <p>TEM toteaa, että YVA-laissa määritellyt vaikutukset on pääosin otettu YVA-ohjelmaan. Arvioitavista vaikutuksista puuttuvat kuitenkin esimerkiksi vaikutukset rakennuksiin ja luonnonvarojen hyödyntämiseen. Lisäksi kuvaus vaikutuksista yhdyskuntarakenteeseen puuttuu.</p> <p>TEM pitää perusteltuna, että arvioinnissa keskitytään merkittäviin vaikutuksiin. Samalla TEM edellyttää, että tehdyt rajaukset ja valinnat perustellaan ja että niissä otetaan huomioon myös hanketyyppi ja sen erityispiirteet. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää ihmisiin kohdistuviin vaikutuksiin.</p>	<p>Arvioinnissa on huomioitu vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen (luku 11.1 ja 12.1.1). Hankkeen vaikutuksia luonnonvarojen hyödyntämiseen on kuvattu luvussa 11.11.</p> <p>Arvioinnin rajaus ja painotus on perusteltu luvussa 9.</p> <p>Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten selvittämiseksi hankkeen sidosryhmille toteutettiin haastatteluja, joiden tarkoitus oli selvittää hankkeen vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen. Haastattelut on esitetty luvussa 11.9.2.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitetään, että tutkimusreaktorin ympäristövaikutusten arviointiin kuuluvat poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset ja että erityisesti tarkastelussa keskitytään tutkimusreaktorin purkamiseen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksiin. Lausunnoissa on painotettu onnettomuuksien huomioon ottamista ja erityisesti korostettu kuljetuksiin liittyvien onnettomuuksien tarkastelua.</p> <p>TEM edellyttää, että onnettomuuksien ja poikkeustilanteiden ja niiden vaikutusten lisäksi arvioidaan eri riskeihin varautumista. Lisäksi TEM edellyttää, että arviointi kattaa myös väli-varastoinnin. Arvioinnin tulokset tulee esittää havainnollisesti.</p>	<p>Kuljetuksiin liittyvien onnettomuustilanteiden vaikutuksia on kuvattu kuljetuksia koskevan erillisselvityksen perusteella ja esitetty vaikutukset kuljetusonnettomuustilanteessa luvussa 12.1.10.</p> <p>Varautumistoimenpiteitä ja siihen liittyvää lainsäädäntöä on kuvattu hankekuvauksen eri vaiheiden yhteydessä. Onnettomuus- ja poikkeustilanteita on käsitelty luvuissa 11.12 ja 12.1.10 sekä haittojen ehkäisy ja lieventäminen luvussa 16.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitetään, että vaikutusten tarkastelualue on Otaniemessä tutkimusreaktorin ympäristö noin kahden kilometrin säteellä ja että kuljettamisen vaikutuksia arvioidaan kuljetusreittien lähiympäristössä. Lisäksi YVA-ohjelmassa esitetään tarkastelualueeksi mahdollisten väli-varastointi- ja loppusijoituspaikkojen ympäristöjä. Lausunnoissa huomautetaan, että perustelut kahden kilometrin tarkastelualueelle puuttuvat.</p> <p>TEM edellyttää, että YVA-selostuksessa esitetään perustelut kaikille tarkastelualueiden rajauksille.</p>	<p>Arvioinnin rajaus ja tarkastelualueet on esitetty luvussa 9.</p>
<p>YVA-ohjelmassa on esitetty arviointimenetelmät arvioitavien vaikutusten yhteydessä. Lausunnoissa on esitetty täydennyksiä arviointiaineistoon.</p> <p>TEM edellyttää lisäksi, että arvioinnissa otetaan huomioon tutkimusreaktori ja sen jätteiden erityispiirteet.</p>	<p>Muissa lausunnoissa esitetyt täydennykset ja niihin vastaaminen on kuvattu taulukossa 3-2.</p>

Yhteysviranomaisen lausunto	toteutus
4.3 Muut arvioinnissa huomioon otettavat	
Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa tulee esittää hankkeen päivitetty aikataulu. Siinä tulee ottaa huomioon hankkeen liittyminen muihin YVA-ohjelmassa mainittuihin hankkeisiin.	Hankkeen suunnitteluvaihe ja toteutusajankäyttö on esitetty luvussa 2.3 sekä asiaan liittyvien hankkeiden aikataulu luvussa 8.4.
TEM toteaa, että tässä YVA-menettelyssä on kyse tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta, jolloin on tarkoituksenmukaista arvioida ympäristövaikutuksia nimenomaan käytöstäpoiston ja purkamisen kannalta. Tämä tarkoittaa, että tässä YVA-menettelyssä välivarastointi Otaniemessä, kuljetukset vaihtoehtoisille paikkakunnille ja käytetyn polttoaineen palautus Yhdysvaltoihin kuuluvat yksityiskohtaisen arvioinnin piiriin. Hankkeesta vastaava esittää YVA-ohjelmassa hankkeen koko elinkaaren ja siihen liittyen tunnistetut vaihtoehdot. TEM:n käsityksen mukaan on perusteltua tässä YVA-menettelyssä tarkastella vaihtoehtoja yleispiirteisesti ja ottaa huomioon lausunnoissa esitetyt täydennykset.	Koko hankkeen elinkaaren aikaiset vaikutukset on otettu huomioon. Purku- ja huoltojätteen mahdollinen välivarastointi Otaniemessä on otettu mukaan arvioon (luku 2.6). Ympäristövaikutuksia Yhdysvaltojen palautuksen osalta on käsitelty yleisesti luvussa 12.2.
4.4 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä	
Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että ympäristövaikutusten arviointimenettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt voidaan hoitaa YVA-ohjelmassa esitetyllä tavalla siten, että YVA-seurantaryhmän kokoonpanoa laajennetaan lausunnoissa esitetyiltä osilta. TEM pyytää harkitsemaan, miten osallistumisen vaikuttavuus tuodaan esille arviointiselostuksessa.	Seurantaryhmän kokoonpanossa on huomioitu lausunnoissa esiin tulleet esitykset. Seurantaryhmältä saadut kommentit on huomioitu YVA-selostuksessa. Sidosryhmien osallistumista on laajennettu haastattelujen muodossa (luku 11.9.2). TEM:n lausunnossa ja muissa lausunnoissa esiin tulleiden seikkojen huomioiminen on esitetty taulukoissa 3-1 ja 3-2.

Taulukko 3-2. Yhteysviranomaisen kokoamat muut lausunnot ja mielipiteet sekä niiden käsittely YVA-selostuksessa.

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
Liikenne- ja viestintäministeriö	
Liikenne- ja viestintäministeriö toteaa lausunnossaan, että radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa on noudatettava voimassa olevia vaarallisten aineiden kuljetuksesta annettua lakia, sen nojalla annettuja asetuksia ja määräyksiä. Sekä kansainvälisiin vaarallisten aineiden kuljetuksia koskeviin määräyksiin että kansallisiin säännöksiin ja määräyksiin tehdään muutoksia vähintään kahden vuoden välein. Kuljetuksen suunnittelun alkuvaiheissa kannattaa olla yhteydessä Säteilyturvakeskukseen ja Liikenteen turvallisuusvirastoon kuljetusturvallisuuden varmistamiseksi. Liikenne- ja viestintäministeriön mukaan on suunnitteilla, että tekniset säännökset ja vaatimukset tulevat sisältymään Liikenteen turvallisuusviraston määräyksiin. Liikenne- ja viestintäministeriö on myös kiinnittänyt huomiota YVA-ohjelmassa esitettyihin joihinkin virheellisiin viittauksiin ja pyytää korjaamaan lausunnossa yksilöidyt kohdat.	YVA-selostuksessa on esitetty kuljetuksia koskevat määräykset ja vaatimukset (luku 8.3.5). Viittaukset ja muut kohdat on tarkistettu ja päivitetty.

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
Opetus- ja kulttuuriministeriö	
<p>Opetus- ja kulttuuriministeriö toteaa lausunnossaan vaihtoehtojen VE1 (välitön purkaminen) ja VE2 (viivästetty purkaminen) osalta, että ohjelman selvitettäviin osa-alueisiin tulisi lisätä Aalto-yliopiston esittämä reaktorirakennuksen purkamisvaihtoehto rakennuksen sijaitessa valtakunnallisesti merkittävällä rakennetut kulttuuriympäristöt alueella sekä sivutilojen puhdistaminen turvallisuuden varmistamiseksi. Ministeriö pitää tärkeänä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kannanottoja.</p> <p>Opetus- ja kulttuuriministeriö toteaa myös, että ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin voisi olla hyödyllistä lisätä selvitys säteilyn määrän mittaamisesta ennen purkutapahtumaa ja sen aikana lähiympäristössä työskentelevien henkilöiden osalta säteilyturvallisuuden varmistajana.</p>	<p>Reaktorirakennusta ei ole tarkoitus purkaa. VTT luovuttaa rakennuksen reaktorin purkamisen jälkeen vuokrasopimuksen mukaisesti Aalto-yliopistokiinteistöt Oy:lle. Yksityiskohdista sovitaan ennen käytöstäpoistoa.</p> <p>Purkamisen aikaista säteilyturvallisuudesta huolehtimista on kuvattu luvussa 5.3, säteilyvaikutusten arviointi luvussa 11.9.3 ja seuranta luvussa 17.1.</p>
Sisäministeriö	
<p>Sisäministeriön pelastusosasto pitää positiivisena, että YVA-menettelyn seurantar ryhmässä on mukana Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen edustus. Ministeriön pelastusosasto pitää tärkeänä, että purkamisen eri toteutusvaihtoehtoja arvioitaessa samoin kuin haitallisen materiaalin kuljetusta, varastointia, loppusijoitusta ym. suunniteltaessa otetaan huomioon hankkeen mahdolliset vaikutukset alueellisiin riskeihin sekä tarvittaviin pelastustoimen järjestelyihin.</p>	<p>YVA-selostuksessa on kuvattu onnettomuus- ja poikkeustilanteita luvussa 11.12 ja 12.1.10. Hankkeen jatkosuunnittelussa ollaan yhteydessä pelastusviranomaisiin.</p>
Ympäristöministeriö	
<p>Ympäristöministeriö toteaa lausunnossaan, että purkamisen alustavassa aikataulussa ei ole varattu aikaa käytöstäpoistoluvan käsittelylle, joten aikataulua tulee tältä osin täydentää.</p> <p>Selostuksessa tulee esittää myös perustelut mahdolliselle viivästetylle purkamiselle.</p> <p>Selostuksessa tulee selvästi esittää, millaiset yhteistyösopimukset ja muut järjestelyt VTT:n on tehtävä eri osapuolten kanssa ja myös arvioida edellytykset sopimusten syntymiselle. Toimenpiteille tarvittavat luvat tulee myös esittää, mikä koskee käytetyn ydinpoltoaineen osalta United States Department of Energy ja Posiva Oy:n kanssa tarvittavia sopimuksia. Huolto- ja purkujätteiden osalta tarkastelu koskee Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa tehtäviä sopimuksia.</p> <p>Selostuksessa tulee tarkemmin kuvata, mitä grafiittiosille tehtäisiin, mitä ja millaisissa olosuhteissa. Samalla tulee arvioida se, miten ydinenergiain 6 a §:n vaatimus Suomessa syntyneiden ydinjätteiden käsittelemisestä, varastoisesta ja loppusijoittamisesta Suomeen täyttyy tässä vaihtoehdossa.</p>	<p>Hankkeen aikataulua on täydennetty ja se on esitetty luvussa 2.3.</p> <p>Viivästetty purkaminen on käsitelty luvussa 5.2.</p> <p>VTT:n yhteistyöstä eri tahojen kanssa on kerrottu luvussa 2.5 ja lisäksi luvussa 8.4 on esitetty hankkeen ja siihen liittyvien hankkeiden luvitusajataulu.</p> <p>Grafiitin käsittelyä ja Suomen ydinenergiain vaatimuksia on käsitelty luvussa 2.5.2.2 ja 6.3.2.</p>
<p>Ympäristöministeriön mukaan arviointiselostuksessa tulee kuvata mahdollisimman kattavasti, miten ja millaisissa olosuhteissa käytetty ydinpoltoaine Yhdysvalloissa käsitellään ja välivarastoidaan sekä antaa yleispiirteinen kuvaus Yhdysvaltojen kansallisista loppusijoitus suunnitelmista. Selostuksessa esitetyn tiedon perusteella tulee voida verrata käytetyn ydinpoltoaineen vaihtoehtoisia käsittelyjä. Selos-</p>	<p>Käytetyn polttoaineen palautusta Yhdysvaltoihin ja Suomen ydinenergiain vaatimuksia on käsitelty luvussa 2.5.1.1 ja 6.2.3.</p> <p>Eri jätehuoltovaihtoehtojen ympäristövaikutuksia on arvioitu luvussa 12.</p>

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
<p>tuksessa esitetyn tiedon perusteella tulee voida ottaa kantaa siihen, täytyvätkö ydinenergia-asetuksen 7 b §:n 4 momentin edellytykset turvallisuuden osalta.</p>	
<p>Ympäristöministeriö muistuttaa, että Posiva Oy on vuonna 2012 jättämänsä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen liitteenä toimittanut ajantasaisen selvityksen hankkeen ympäristövaikutuksista, mikä tulisi hyödyntää käytöstäpoistohankkeessa.</p>	<p>Posiva Oy:n rakentamislupahakemuksen liitteenä ollutta YVA-selostusta on hyödynnetty ympäristövaikutusten arvioinnissa.</p>
<p>Hankkeen arviointiselostuksessa tulee tarkastella tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden ominaisuuksia ja tuoda esille näiden mahdolliset erityispiirteet. Ympäristövaikutusten arvioinnissa nämä ominaisuudet tulee huomioida kattavasti.</p>	<p>Jätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta on tarkasteltu luvussa 5.3. Jätteen erityispiirteitä on selvitetty ja esitetty luvussa 6.3.2.</p>
<p>Välivarastoinnin ja loppusijoittamisen yhteydessä tapahtuvien mahdollisten onnettomuus- ja poikkeustilanteiden vaikutusten arvioinnissa tulee huomioida, että tutkimusreaktorin käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiiviset jätteet eivät vastaa Suomen muista ydinvoimalaitoksista peräisin olevaa välivarastoitavaa ja loppusijoitettavaa materiaalia.</p>	<p>YVA-selostuksessa on kuvattu onnettomuus- ja poikkeustilanteita luvussa 11.12 ja 12.1.10. Eri kohdissa selostusta on käsitelty FIR 1 käytetyn polttoaineen ja purkujätteen ominaisuuksia. Pääasia on se, että ydinjätteen määrä ja aktiivisuus näissä on paljon pienempi kuin ydinvoimalaitoksista peräisin olevan vastaava määrä. Erityisominaisuuksia on käsitelty grafiitin ja alumiinin osalta tehdyn kansainvälisen kirjallisuusselvityksen perusteella (luku 6.3.2).</p>
<p>Hankkeen edellyttämien lupien, suunnitelmien ja päätösten osalta ympäristöministeriö huomauttaa, että Säteilyturvakeskus ei myönnä muutoksia käyttöluvan ehtoihin.</p> <p>Lisäksi selostuksessa tulee tuoda esille, miten ydinenergia-asetuksessa esitetyt vaatimukset tutkimusreaktorin toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen käsittely, varastointi ja sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla muualla kuin Suomessa on turvallisuuden, merkittävän taloudellisen tai muun painavan syyn vuoksi perusteltua.</p>	<p>Käyttöluvan ehtojen uudistaminen on kuvattu luvussa 8.3.2.</p> <p>Käytetyn polttoaineen palautusta Yhdysvaltoihin ja Suomen ydinenergialain vaatimuksia on käsitelty luvussa 2.5.1.1 ja 6.2.3.</p> <p>Ydinenergialain (990/1987) 6 a §:n mukaan Suomessa syntyneet ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen. Ydinenergialain 6 a §:n kohdan 2 mukaan tämä ei kuitenkaan koske ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena.</p>
Etelä-Suomen aluehallintovirasto	
<p>Etelä-Suomen aluehallintoviraston ympäristöterveydenhuoltoyksikkö pitää tärkeänä, että Espoon kaupungin terveydensuojeluviranomainen on mukana arviointimenettelyssä, koska heillä on paikallinen asiantuntemus terveydensuojelullisesti herkkien kohteiden ja vaikutusalueen elinympäristön terveydellisistä olosuhteista.</p>	<p>Yhteysviranomaisen lausuntopyyntö YVA-ohjelmasta on toimitettu Espoon kaupungille. Vastaavasti toimitaan myös YVA-selostusvaiheessa.</p>
Uudenmaan elinkeino liikenne- ja ympäristökeskus	
<p>Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus huomauttaa, että käytetyn polttoaineen Yhdysvaltoihin palauttamista koskevan vaihtoehdon vaikutusten arviointia laajennettaisiin kuvaamalla vähintään yleispiirteisesti Yhdysvalloissa tapahtuvia käsittelymenetelmiä ja -paikkoja.</p> <p>Lisäksi vesistöjen nykytilan kuvauksessa tulee kuvata tarkastelualueen ekologinen tila. Vesistöjen tilaa ja vesien laatua koskevat tiedot tulee päivittää mm. uusimmista tarkailuraporteista. YVA-selostuksesta tulee pyytää lausunto</p>	<p>Ympäristövaikutuksia Yhdysvaltojen palautuksen osalta on käsitelty yleisesti luvussa 12.2.</p> <p>Otaniemen alueen vesistöjen nykytilan kuvausta on laajennettu ohjelmavaiheesta. Merialuetta on kuvattu uusimpien saatavilla olevien tietojen perusteella ja Otaniemessä sijaitsevan Ossinlammen nykytila on selvitetty erillisellä asiantuntijan kohdekäynnillä.</p>

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
<p>myös Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta.</p> <p>Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus esittää, että sen antamat kommentit huomioidaan laadittaessa YVA-selostusta ja katsoo, että ympäristövaikutusten arviointi täyttää YVA-lain arviointiohjelmalta edellyttämät sisältövaatimukset.</p>	
Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos	
<p>Pelastuslaitoksella tulisi olla kulloinkin selkeä tilannekuva toiminnasta kohteessa ja toiminnasta mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Pelastuslaitoksella tulee ilmoittaa hyvissä ajoin toiminnan eri vaiheet ja mitä niiden aikana tapahtuu. Toiminnassa tulee huomioida normaali onnettomuuksien ennaltaehkäisy ja varautuminen sekä toiminta onnettomuustilanteessa. Käytöstäpoiston ja purkutyön aikana tulee erityisesti varmistaa pelastustoiminnan edellytykset. Pelastuslaitoksella tulee ilmoittaa tiedot kuljetuksista.</p> <p>Pelastuslaitoksen mukaan yhteisvaikutukset metrohankkeen kanssa tulee huomioida. Mikäli tulevaisuudessa ilmenee jotakin pelastuslaitoksen kannalta merkityksellistä, pelastuslaitos toivoo yhteistyötä. Samoin pelastuslaitos esittää, että hyvissä ajoin ennen purkutöihin ryhtymistä pidetään yhteispalaveri.</p>	<p>Hankkeen aikataulu on esitetty luvussa 2.3. YVA-selostuksessa on kuvattu onnettomuus- ja poikkeustilanteita luvussa 11.12 ja 12.1.10. Hankkeen jatkosuunnittelussa ollaan yhteydessä pelastusviranomaisiin.</p> <p>Yhteisvaikutukset on kuvattu luvussa 14.</p>
<p>Yhteenvedona pelastuslaitos toteaa, että pelastuslaitoksen tulee tietää kunkin meneillään olevan vaiheen ajankohta, kuvaus toiminnasta kohteessa ja radioaktiivisten aineiden vapautumisennuste ja säteilyvaaran riskit, jotta onnettomuustilanteessa voidaan ryhtyä toimenpiteisiin mahdollisimman nopeasti.</p>	<p>Hankkeen jatkosuunnittelussa ollaan yhteydessä pelastusviranomaisiin.</p>
Säteilyturvakeskus	
<p>STUK edellyttää täsmennyksiä seuraaviin seikkoihin:</p> <ul style="list-style-type: none"> • YVA-selostuksessa on esitettävä tutkimusreaktorin suunniteltu purkulaajuus • tarkennetut kuvaukset tilojen jatkokäytöstä • tarkennetut suunnitelmat purkamisen toteutuksen ja sen aikataulun osalta • aktiivisuustason alenemisen lisäksi tarkemmat perustellut viivästetyn käytöstäpoistovaihtoehdon hyödyistä ja haitoista. <p>YVA-selostuksessa on tarkennettava, mikä osa suunnitellusta ajasta kuuluu käytöstäpoiston lupahakemusten valmisteluun ja lupahakemuksen käsittelyyn asianomaisille viranomaisilta sekä millaisia valmistelemaan vaiheen töitä tutkimusreaktorin käytöstäpoisto tulee käsittämään reaktorin vielä ollessa toiminnassa.</p> <p>YVA-selostuksessa tai viimeistään STUKille toimitettavassa lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa on esitettävä tarkempi arvio jätteiden välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdoista.</p>	<p>Tutkimusreaktorin purkamisen on kuvattu luvussa 5 ja hankkeen aikataulu luvussa 2.3</p> <p>Tilat vapautetaan valvonnasta ja luovutetaan sen jälkeen Aalto-yliopistokiinteistö Oy:lle (luku 5.1.7).</p> <p>Viivästettyä purkamista on käsitelty luvussa 5.2.</p> <p>Jätteiden välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehtoja on esitetty YVA-selostuksessa ja niitä täsmennetään hankkeen myöhemmissä vaiheissa.</p>
<p>STUK huomauttaa, että YVA-ohjelmassa kuvataan dekontaminointitoimien ja puhdistuksen lopputuloksia osittain epä johdonmukaisesti. YVA-selostuksessa on kiinnitettävä huomiota radioaktiivisista aineista puhdistetun jätteen määrään.</p>	<p>Purkamisen toteuttamista on kuvattu luvussa 5 ja purkujätteeseen liittyvät tiedot esitetty luvussa 6.3. Päinvastoin kuin ydinvoimalaitoksissa, FiR 1:llä ei juurikaan ole pintakontaminaatiota</p>

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
rään, laatuun ja aktiivisuustasoon sekä laitoksen lopputilan määrittelyyn. Ohjeen YVL D.4 mukaiset menettelyt ja raja-arvot on huomioitava.	puhdistettavaksi (dekontaminointi).
STUK kiinnittää huomiota siihen, että myös reaktorin käytöturvallisuudesta sekä turva- ja valmiusjärjestelyistä on asianmukaisesti huolehdittava myös käytöstäpoistovaiheen aikana.	Käytöstäpoiston turvallisuudesta huolehtimista on kuvattu luvussa 5.3.
YVA-ohjelman mukaan VTT:llä ja voimayhtiöillä ei ole sopimusta purkujätteiden välivarastoinnista eikä VTT:llä ole vaihtoehtoisesti omia tiloja varastoinnin toteuttamiseksi. Menettelyt on kuvattava YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa.	Vaihtoehtoiset välivarastointitilat on kuvattu luvuissa 2.5.2 ja 6.3.3.
STUK esittää, että YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa on kuvattava tarkemmin muualla tehtyjen Triga-reaktoreiden purkukokemusten hyödyntämistä FiR:n käytöstäpoistossa. YVA-selostukseen tulee tarkistaa lainsäädäntöä, Olkiluodon loppusijoituslaitoksen voimassaolevaa käyttö lupaa ja STUKin YVL-ohjeita koskevien viittausten ajantasaisuus.	YVA-selostusta varten on tehty erillisselvitys, jossa on hyödynnetty purkukokemuksia muista tehdyistä käytöstäpoistoista. Nämä on huomioitu YVA-selostuksessa luvussa 5. Viittaukset on tarkistettu ja päivitetty.
STUKin lausunnon mukaan YVA-selostuksessa on huomioitava, että jätteen käsittelyyn kuuluvat myös jätteen aktiivisuuden määritys, jätteiden lajittelu aktiivisuuden ja materiaalin mukaan sekä jätekirjanpito. Käytöstäpoiston yhteydessä syntyvän purku- ja huoltojätteen pakkaamisen menettelyjä on tarkennettava YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa.	Purkujätteen käsittely on kuvattu luvuissa 5.1.6 ja 6.3.
Olkiluodon kaavoitusta koskevaa tekstiosuutta on tarkennettava YVA-selostuksessa, koska se sisältää virheitä ja epätarkkuuksia.	Olkiluodon kaavoitus on tarkastettu ja kuvattu luvussa 10.1.1.
Käyttölupaehdojen uudistamista käsittelevästä kappaleesta puuttuu maininta ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta valvonnasta sekä kohdasta 11.3.6 viittaus YVL-ohjeeseen D.1, joka käsittää ydinmateriaalivalvonnan menettelyt käytöstäpoistoon asti. Kohdassa 11.3.7 ei ole mainintaa tuoreesta polttoaineesta, jonka kuljettaminen ja vienti edellyttävät myös ydinenergiain mukaista lupaa. YVA-selostuksessa tulisi huomioida selkeämmin myös käytetyn ydinpolttoaineen vienti, jossa on noudatettava EU:n direktiivin 2006/117 määräyksiä. Määräykset on yksityiskohtaisesti kuvattu STUKin ohjeessa ST 5.7.	Käyttölupaehdojen uudistamista koskeva luku 8.3.2 on päivitetty ja kaikki relevantit YVL-ohjeet otetaan huomioon hankkeen suunnittelussa. Polttoainekuljetuksia koskevat määräykset ja velvoitteet on esitetty luvussa 8.3.5. EU direktiivin määräykset sisältyvät lupaprosessiin, ja ne koskevat myös viranomaisten velvollisuuksia.
Helsingin kaupunki	
Helsingin kaupunki toteaa, että YVA-ohjelma on laadittu huolellisesti. Tiedonkulun ja prosessin sujuvan toiminnan takaamiseksi on perustettu laaja seurantaryhmä, joka on poikkeuksellista YVA-menettelyissä. Ympäristövaikutusten tarkastelualueeksi on määritetty tutkimusreaktorin ympäristö Otaniemessä noin kahden kilometrin säteellä. Vaikutusalueen rajaukselle ei esitetä perusteluja. YVA-ohjelmassa ei kerrota myöskään, kuinka laajaa vaikutus aluetta kuljetusreittien läheisyydessä on tarkoitus arvioida. Asiasta olisi hyvä mainita ohjelmassa.	Arvioinnin rajaus ja tarkastelualueet on esitetty luvussa 9.

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
Eurajoen kunta	
Eurajoen kunta toteaa lausunnossaan, että arviointiohjelma pitää sisällään riittävän suunnitelman siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Kunnanhallitus pitää hyvänä, että vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan myös käytetyn polttoaineen ja purkujätteen kuljettamisen vaikutuksia kuljetusreittien lähiympäristössä sekä mahdollisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen ympäristössä. Kunnanhallitus haluaa korostaa, että hankkeeseen liittyy toiminnasta syntyneen käytetyn polttoaineen, muun radioaktiivisen jätteen ja purkujätteen mahdollinen erityiskäsittely, kuljetus, välivarastointi ja loppusijoitus. Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ei sisälly Posivan periaatepäätöksiin eikä rakentamislupahakemukseen.	-
Ahvenanmaan valtionvirasto	
Ahvenanmaan valtionvirasto odottaa, että YVA-selostuksessa esitetään tarkempi kuvaus kuljetusreiteistä ja kuljetuksiin liittyvistä turva- ja valmiusjärjestelyistä sekä kuljetusten järjestämisestä, kuljetuksiin liittyvistä terveysvaikutuksista. YVA-selostuksessa pitää esittää erilaiset onnettomuusmahdollisuudet ja onnettomuuksien vaikutukset sekä pelastustoimet. Lisäksi on esitettävä, miten onnettomuuksiin varaudutaan ja miten niitä estetään. YVA-selostuksessa on käsiteltävä yhteistyötä merenkulun ja pelastusviranomaisten välillä.	Kuljetusten toteuttaminen on esitetty luvussa 6.2.2 ja 6.3.1, niiden ympäristövaikutusten arviointi luvussa 12.1.3 ja kuljetuksiin liittyvät terveysvaikutukset luvussa 12.1.9.2. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 12.1.10. Turva- ja valmiusjärjestelyjä on kuvattu samojen lukujen yhteydessä. Hankkeen jatkosuunnittelussa ollaan yhteydessä pelastusviranomaisiin.
Aalto-yliopisto	
Aalto-yliopisto toteaa, että YVA-ohjelman laajuus on puutteellinen. Reaktorirakennuksen jatkokäyttö missään muussa tarkoituksessa ei todennäköisesti ole mahdollista, vaikka tilat voitaisiin mittauksin todeta puhtaiksi radioaktiivisista aineista. Olisi äärimmäisen poikkeuksellista, että käytöstä poistettu reaktorirakennus otettaisiin jälkeensä muuhun käyttöön. Maailmanlaajuinen käytäntö on ollut, että myös rakennus puretaan. Tutkimusreaktorista peräisin olevia radioaktiivisia aineita on käsitelty muissakin VTT:n käytössä olevissa rakennuksissa (sivutilat), jotka ovat voineet kontaminoitua. YVA-ohjelmassa on huomioitava koko reaktorirakennuksen purkamisen ja sivutilojen puhdistaminen.	Reaktorirakennusta ei ole tarkoitus purkaa. VTT luovuttaa rakennuksen reaktorin purkamisen jälkeen vuokrasopimuksen mukaisesti Aalto-yliopistokiinteistöt Oy:lle. Yksityiskohdista sovietaan ennen käytöstäpoistoa. Rakennuksen valvonnasta vapauttamista on kuvattu luvussa 5.1.7. Myös reaktorin käytössä edelleen osittain olleet pienehköt varastotilat vapautetaan valvonnasta vastaavasti. VTT toteuttaa tästä hankkeesta erillisenä hyvin mittavan materiaalitutkimuslaboratoriotilojen puhdistuksen. Sen valvonta kuuluu säteilyturvakeskukselle Säteilylain ja ST-ohjeiden mukaisesti.
Lappeenrannan teknillinen yliopisto	
Lappeenrannan teknillinen yliopisto toteaa, että YVA-ohjelma on laadittu sisällöltään asianmukaiseksi ja kattavaksi. Itse reaktorin ja sen aktiivisimpien osien kuvaus on melko ylimalkainen. YVA-ohjelmassa on hahmoteltu pääpiirteissään käytöstä poistoon ja reaktorin purkamiseen tarvittavat toimenpiteet. YVA-selostuksessa olisi hyvä esittää tarkemmin, millä menetelmillä ja millaisilla laitteilla purkami-	Tutkimusreaktorin purkamisen on kuvattu luvussa 5. VTT toteuttaa tästä hankkeesta erillisenä materiaalitutkimuslaboratoriotilojen puhdistuksen. Puhdistuksen radioaktiivisen jätteen välivarastoinnin suunnittelussa otetaan huomioon vastaava FiR 1 toteutusratkaisu Otaniemessä. VTT:n mahdollisia yhteistyötahoja ja sopimus-

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
<p>seen liittyvät aktiivisten osien pilkkominen ja kompaktointi tulitaisiin tekemään, jotta työvaiheisiin liittyvät säteily- ja vastaavat suojelutoimet ja niiden mahdollisesti tuottama lisäjäte tulisi huomioiduksi.</p> <p>Hyvä olisi myös tarkastella, olisiko mahdollista saavuttaa synergiaetuja tutkimusreaktorin purkuhankkeen ja samassa kiinteistössä sijaitsevan kuumakammiolaboratorion käytöstäpoistamisen kesken.</p> <p>YVA-ohjelmasta ei käy ilmi, onko yhteistyön mahdollistava sopimusjärjestely ydinvoimalaitosten kanssa olemassa tai tekeillä.</p> <p>YVA-selostuksessa tulisi selkeästi huomioida tutkimusreaktoria purettaessa muodostuvan jätteen erikoislaatuinen koostumus, sillä voimalaitosten matala- ja keskiaktiivisiin jätteisiin ei sisälly samanlaisia määriä tai yhdistelmiä aktivoituneita alumiinia, grafiittia tai fluoria. Mainittujen aineiden kuljetus- ja loppusijoituspakkauksille asetettavista vaatimuksista ei ole Suomessa aiempaa kokemusta. YVA-selostusvaiheessa olisi syytä täsmentää tutkimusreaktorille spesifisten jätemateriaalien käsittelyä ja vaikutusta loppusijoitukseen sekä työ- että pitkäaikaisturvallisuuden kannalta.</p>	<p>järjestelyjä on kuvattu luvussa 2.5.</p> <p>Purkujätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta on tarkasteltu luvussa 6.3. Jätteen erityispiirteitä on selvitetty ja esitetty luvussa 6.3.2.</p>
Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri	
<p>Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri toteaa, että sillä ei ole lisättävää aikaisempiin lausuntoihin. Sairaanhoitopiiri puoltaa ns. nollavaihtoehdon toteuttamista.</p>	<p>Nollavaihtoehto on käsitelty luvussa 13.</p>
Fortum Power and Heat Oy	
<p>Fortum huomauttaa, että esitetty strategia edellyttää sopimusten tekoa osapuolien välillä, useiden teknisten ja hallinnollisten kysymysten ratkaisemista sekä sellaista tutkimus- ja kehitystyötä, jolla varmistetaan jätteen loppusijoitettavuus. Tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen välivarastointi Loviisan käytetyn polttoaineen varastoon olisi hyvin haastavaa, joten välivarastoinnissa olisi tarkoituksenmukaista käyttää jotakin muuta teknistä konseptia.</p> <p>YVA-ohjelmassa esitettyä purkamiseen liittyvää strategiaa olisi hyvä hieman täsmentää ja tarkentaa. Esimerkiksi matala- ja keskiaktiivisen jätteen osalta tulisi tarkastella tarkemmin mahdollisuuksia välivarastoinnin järjestämiseksi VTT:n omien tilojen yhteyteen. Mahdollisuus ydinjätteen valvonnasta vapauttamiseen tulisi ottaa jätehuoltostrategiassa paremmin huomioon.</p> <p>Koska kyse on käytöstäpoiston YVA-ohjelmasta ja koska ydinvoimalaitosten purkujätteen loppusijoitukselle tullaan aikanaan tekemään oma YVA, olisi raportissa tarkoituksenmukaista painottaa enemmän itse purkutöiden ja purkutöiden aikaisten mahdollisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden ympäristövaikutuksia.</p>	<p>VTT:n mahdollisia yhteistyötahoja ja sopimusjärjestelyjä on kuvattu luvussa 2.5. Hankkeen elinkaarta ja sen liittymistä muiden hankkeiden aikatauluihin ja luvutukseen on kuvattu luvussa 8.4.</p> <p>Purkujätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta on tarkasteltu luvussa 6.3. Jätteen erityispiirteitä on selvitetty ja esitetty luvussa 6.3.2. Vaihtoehtojen kuvauksen yhteydessä on esitetty myös välivarastointivaihtoehto VTT:n omissa tiloissa.</p>
Posiva Oy	
<p>Posivalla ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmaan.</p>	<p>-</p>
Teollisuuden Voima Oyj	
<p>TVO esittää, että TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköillä ei ole sellaisia lupia, jotka mahdollistaisivat tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin laitosalueel-</p>	<p>VTT:n mahdollisia yhteistyötahoja ja sopimusjärjestelyjä on kuvattu luvussa 2.5. Hankkeen elinkaarta ja sen liittymistä muiden hankkeiden</p>

Muut lausunnot ja mielipiteet	toteutus
<p>1a. TVO:n voimalaitosjätteen loppusijoitustilan (VLJ-luola) käyttöluvassa ei ole tutkimusreaktorin voimalaitos- ja purkujätteen loppusijoittamisen edellyttämää lupaa tai lupaa jätteen välivarastointiin. Posiva Oy:lle ei ole myönnetty sellaista periaatepäätöstä, jonka mukaan tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen Posiva Oy:n loppusijoituslaitokseen olisi yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Vaihtoehtoisten suunnitelmien toteuttaminen edellyttää yksityiskohtaisia sopimuksia asianomaisten toimijoiden välillä. Tällaisista yksityiskohtaisista sopimuksista ei ole neuvoteltu TVO:n kanssa. YVA-ohjelmassa esitetyt TVO:ta koskevat vaihtoehtoiset suunnitelmat vaativat pitkäaikaisia lupaprosesseja sekä ydinenergialain mukaisia viranomaisten päätöksiä ja lupia.</p>	<p>aikatauluihin ja luvitukseen on kuvattu luvussa 8.4.</p>
<p>YVA-ohjelmassa esitetään purku- ja huoltojätteen välivarastoinnille ja loppusijoitukselle vain sellaiset vaihtoehdot, jotka edellyttävät Suomessa toimivien ydinvoimayhtiöiden tilojen käyttöä. Erityisesti sellaisten jätelajien, kuten grafiitti, alumiini ja sädehoitoaseman fluoria sisältävä hidastinmateriaali, varastointi ja loppusijoitus sekä mahdolliset käsittelymenetelmät edellyttävät erillisiä lisäselvityksiä ja vaihtoehtoisten loppusijoitustapojen esittämistä.</p>	<p>Purku- ja huoltojätteen käsittelyä ennen välivarastointia ja loppusijoitusta on kuvattu luvussa 6.3.2.</p>
Muut lausunnot ja mielipiteet	
<p>YVA-ohjelmasta jätettiin yksi yksityishenkilön mielipide. Siinä esitetään, että YVA-ohjelmaa tulisi täydentää koskien hankkeen vaikutuksia ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Arvioinnissa olisi kiinnitettävä huomiota niihin vaikutuksiin, joita aiheutuisi reaktorin käytöstäpoistosta verrattuna käytön jatkamiseen. Käytöstäpoisto vaikuttaisi terveydenhuoltoon, tutkimukseen ja koulutukseen.</p> <p>Arvioinnissa tulisi kiinnittää huomiota myös aikajänteisiin: pitkittynyt käytöstäpoistoprosessi verrattuna käytön jatkamiseen siihen asti, että käytöstäpoistotoimet jätteiden loppusijoituksineen voidaan toteuttaa tiiviissä aikataulussa.</p>	<p>Hankkeen vaikutuksia ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen on kuvattu luvussa 11.9 ja 12.1.9. Sosiaalisten vaikutusten arviointia on laajennettu haastattelujen muodossa (luku 11.9.2).</p> <p>Nollavaihtoehto on käsitelty luvussa 13.</p>

4 TUTKIMUSREAKTORIN YLEISKUVAUS

4.1 Käyttötarkoitus

FiR 1 -tutkimusreaktorin yksi pääkäyttötarkoitus on vuoteen 2012 asti ollut boorineutronikaappaushoitojen (BNCT, *boron neutron capture therapy*) potilassäteilytysten antaminen ja niihin liittyvä lääketieteellisen fysiikan tutkimus ja kehitystyö. Reaktorin yhteyteen on rakennettu säteilytysasema, jonka neutronihidastin muodostaa epitermisten neutronien lähteen neutronikaappaushoidon antamiseksi syöpäpotilaille. Boorineutronikaappausterapialla hoidetaan kasvaimia, joiden hoito muilla menetelmillä on vaikeaa. Hoito perustuu boori-10-isotoopin neutronikaappausreaktioon, jossa syntyy erittäin lyhytkantamaista varattujen hiukkasten säteilyä.

Tutkimusreaktorilla tuotetaan radioisotooppeja muun muassa teollisuusmittausten käyttöön. FiR 1 -reaktorissa säteilyttämisen tarkoituksena on yleensä radioaktiivisten säteilylähteiden valmistaminen tai näytteen aktivoiminen tiettyjen alkuaineiden pitoisuuksiensa määrittämiseksi. Säteilytettävät näytteet sijoitetaan reaktorisydämeen ja sitä ympäröiviin säteilytystiloihin, joissa neutronivuo on mahdollisimman suuri. Aktivointianalyysillä voidaan tutkia muun muassa geologisia ja biologisia näytteitä sekä erilaisten materiaalien ja prosessiliuosten epäpuhtauksia.

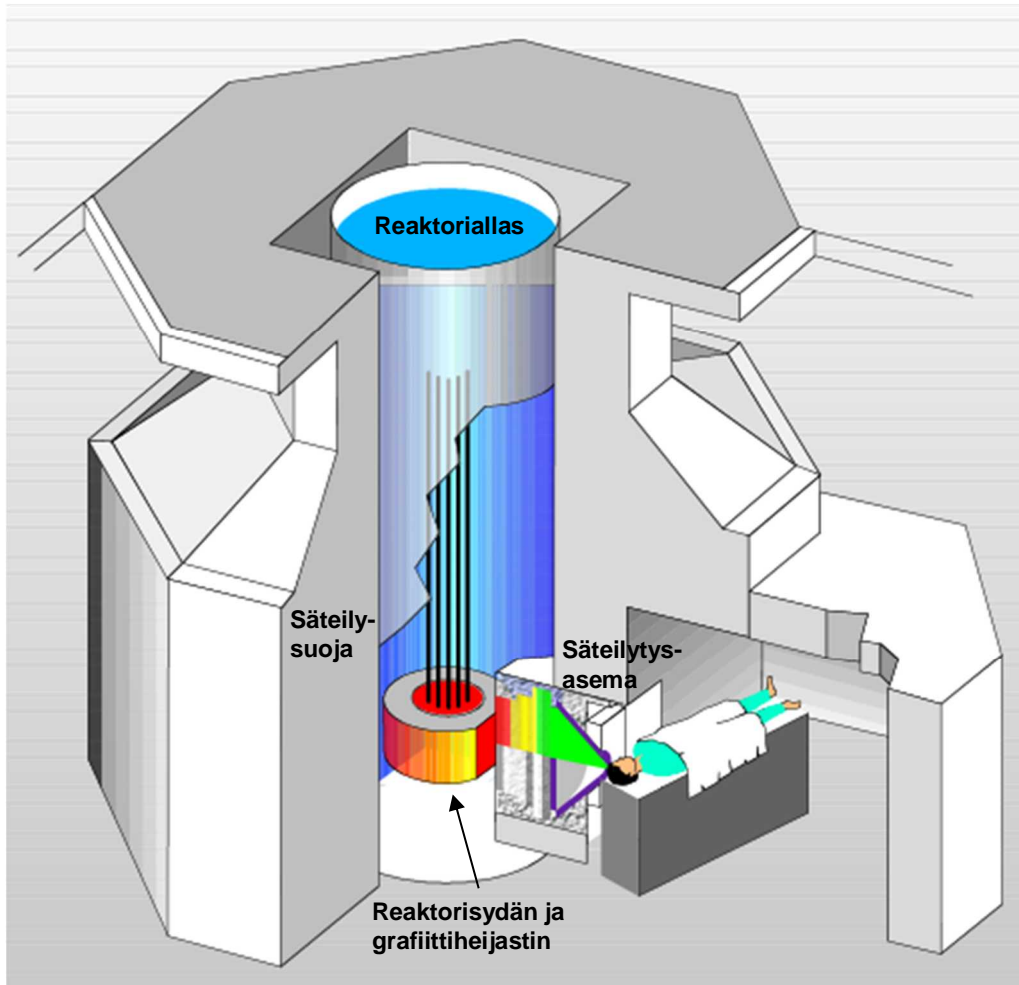
Tutkimusreaktoria käytetään myös säteilynkestävyystutkimuksiin, muun muassa rakenteilla olevan ITER-fuusioreaktorin magneettikenttää mittaamaan suunniteltuja antureita on säteilytetty reaktorilla.

Lisäksi tutkimusreaktoria käytetään ydintekniikan ja ydinturvallisuuden opetus- ja koulutustoimintaan yhteistyössä suomalaisten ja ruotsalaisten korkeakoulujen kanssa.

4.2 Reaktorin rakenne ja toiminta

FiR 1 -reaktori on General Atomicsin valmistama TRIGA Mark II -tyyppinen tutkimusreaktori. Vuonna 1962 käyttöön otetun Suomen ensimmäisen ydinreaktorin neutronisäteilyllä voidaan edelleen aikaansaada kohteissa ydinreaktioita mittauksiin ja tuottaa radioaktiivisia isotooppeja. Reaktorin lämpöteho on 250 kW, mutta reaktorisydämessä syntyvää lämpöenergiaa ei käytetä hyödyksi.

FiR 1 -reaktori on vesijäähdytteinen avoallasreaktori. Reaktori käsittää alumiinisen reaktorialtaan, reaktorisydämen grafiittiheijastimiseen ja betonirakenteisen biologisen säteilysuojan. Reaktorialtaan vesi toimii jäähdytteenä, hidasteena ja pystysuunnassa säteilysuojana. Reaktorin yhteyteen on rakennettu säteilytysasema, joka mahdollistaa boorineutronikaappaushoitojen antamisen syöpäpotilaille. Oheisessa kuvassa on esitetty FiR 1 -tutkimusreaktorin yleisrakenne (Kuva 4-1).



Kuva 4-1. FiR 1 -tutkimusreaktorin pääkäyttötarkoitus 2000-luvulla on ollut boorineutronikaappaushoitojen antaminen syöpäpotilaille. Kuvassa näkyy lisäksi reaktorin yleisrakennetta.

Reaktorisydän

Reaktorisydän koostuu 79 polttoaine-elementistä (Kuva 4-2). FiR 1 -tutkimusreaktorin tapauksessa polttoaine-elementillä tarkoitetaan yksittäistä polttoainesauvaa, ei polttoainesauvoista koottua polttoainenippua niin kuin tehoreaktoreiden tapauksessa. Polttoaineena on uraani-235 (U-235) -isotoopin suhteen 20-prosenttiseksi väkevöidyn uraanin ja zirkoniumhydridin homogeenista seosta. Uraania reaktorisydämessä on kerrallaan yhteensä noin 15 kilogrammaa. Reaktorisydämen uraania sisältävän polttoainealueen halkaisija on noin 44 senttimetriä ja korkeus noin 36 senttimetriä.

FiR 1 -tutkimusreaktorin TRIGA-polttoaineella on erityisiä turvallisuusominaisuuksia, kuten reaktiivisuuden negatiivinen takaisinkytkentä lämpötehon kasvaessa. Tämä tarkoittaa sitä, että ketjureaktion karkaaminen hallitsemattomaksi on fyysikaalisista syistä mahdotonta. Lisäksi polttoaineen jälkilämmöntuotto on niin vähäistä, ettei aktiivista jäähdytystä tarvita kun reaktori sammutetaan. Reaktoria käytetään vain tarvittaessa ja se on suurimman osan ajasta sammutettuna.



Kuva 4-2. Polttoaine-elementtejä FIR 1 -tutkimusreaktorin reaktorisydämessä.

Grafiittiheijastin

Polttoaine-elementtien ylä- ja alaosassa on noin 10 senttimetriä pitkä grafiittiheijastin, jonka tarkoituksena on siirtää osa reaktorisydäimestä ulospäin suuntautuvista neutroneista takaisin reaktorisydäimeen. Lisäksi reaktorisydäntä ympäröi ympyrän kaaren muotoisista grafiittikappaleista koostuva grafiittiheijastin, joka on verhoiltu vesitiiviisti alumiinilla.

Reaktoriallas

Reaktorisydän ja grafiittiheijastin on sijoitettu ioninvaihdetulla vedellä täytetyn, ylhäältä avoimen, alumiinisen reaktorialtaan pohjalle.

Säteilysuoja

Reaktoriallas on ympäröity betonista rakennetulla biologisella suojalla, joka toimii reaktorin säteilysuojana sivusuunnassa. Reaktorialtaan vesikerros toimii reaktorisydämen säteilysuojana ylöspäin.

Säteilytysasema

Vuonna 1995 reaktorin yhteyteen rakennettiin BNCT-säteilytysasema poistamalla reaktoriyyppiin kuuluvan termisen patsaan onkalon sisältämä grafiitti ja asentamalla tilalle epitermisiä neutroneja tuottava FLUENTAL™ -neutronihidastin sekä kollimaattori, jotka mahdollistavat kansainvälisesti korkeatasoisen BNCT-sädehoitokeilan. Säteilytystilan seinät ja katto on rakennettu säteilyä hyvin vaimentavasta raskasbetonista.

5 TUTKIMUSREAKTORIN PURKAMINEN

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistolla tarkoitetaan reaktorin turvallista sammuttamista ja toimenpiteitä, joihin ryhdytään radioaktiivisen aineen poistamiseksi laitoksen käyttöön päätyttyä tai toiminnan loputtua. Käytöstäpoistoon liittyvien toimenpiteiden tavoitteena on lopputila, jossa laitoksen rakenteiden ja järjestelmien puhdistaminen radioaktiivisista materiaaleista on suoritettu kattavasti niin, että luvanhaltija vapautuu kaikista ydinlupa-velvoitteistaan. Ydinenergialain (990/1987) 32 §:n mukaan työ- ja elinkeinoministeriön tai Säteilyturvakeskuksen on määrättävä ydinjätteiden huolehtimisvelvollisuus päättyneeksi, kun ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstäpoistaminen on suoritettu lain 33 §:n mukaisesti ja jätehuoltovelvollinen on suorittanut valtiolle maksun näiden ydinjätteiden tarkkailusta ja valvonnasta.

Reaktorin käytön lopettamisen jälkeen laitokselta poistetaan ensin ydinpolttoaine. Tämän jälkeen suoritetaan muiden radioaktiivisten osien purkutyöt (reaktorisydän sisäosineen, reaktoriallas, biologinen suoja, säteilytysasema ja jäähdytysjärjestelmän primääripiiri). Käytetty ydinpolttoaine ja pääosa reaktorisydäimestä ovat korkea-aktiivista jätettä. Muut radioaktiiviset purku- ja huoltojätteet luokitellaan hyvin matala-aktiivisiksi tai matala- ja keskiaktiivisiksi ydinjätteiksi.

Kun laitokselta on kuljetettu pois kaikki radioaktiiviset osat, suoritetaan säteilytasojen mittauksia. Kun kaikki tilat ja materiaalit ovat mittausten ja analysoinnin pohjalta osoitettu puhtaksi, voidaan rakennus vapauttaa valvonnasta muuhun käyttöön.

Käytöstäpoistomenetelmät voidaan tutkimusreaktorin tapauksessa jakaa kahteen pääluokkaan, joita ovat välitön purkaminen ja viivästetty purkaminen valvotun säilytyksen jälkeen.

5.1 Välitön purkaminen

Välitön purkaminen tarkoittaa kaikkien radioaktiivisten järjestelmien purkamista sekä radioaktiivisten jätteiden ja muiden materiaalien siirtämistä pois laitokselta mahdollisimman pian toiminnan lopettamisen jälkeen.

Välitön purkaminen on edullisin käytöstäpoiston vaihtoehto sekä yleisen turvallisuuden että reaktorirakennuksen ja rakennusalueen käyttötarkoituksen muuttamisen kannalta. Vaihtoehdon etuna verrattuna viivästettyyn purkamiseen on myös se, että purkamisessa voidaan käyttää laitoksen nykyistä henkilökuntaa ja heidän osaamistaan. Myös purkutyöhön tarvittava kokemus sekä teknologia on jo olemassa, ja suunnittelussa voidaan käyttää apuna jo purettujen koereaktoreiden kokemuksia. Esimerkiksi Saksan Heidelberg 2 (HD-2), Frankfurt 1 ja 2 (FRF 1&2), Tanskan Risø-2 (DR-2) ja Etelä-Korean KRR-1 koereaktoreiden purkukokemuksia voidaan hyödyntää.

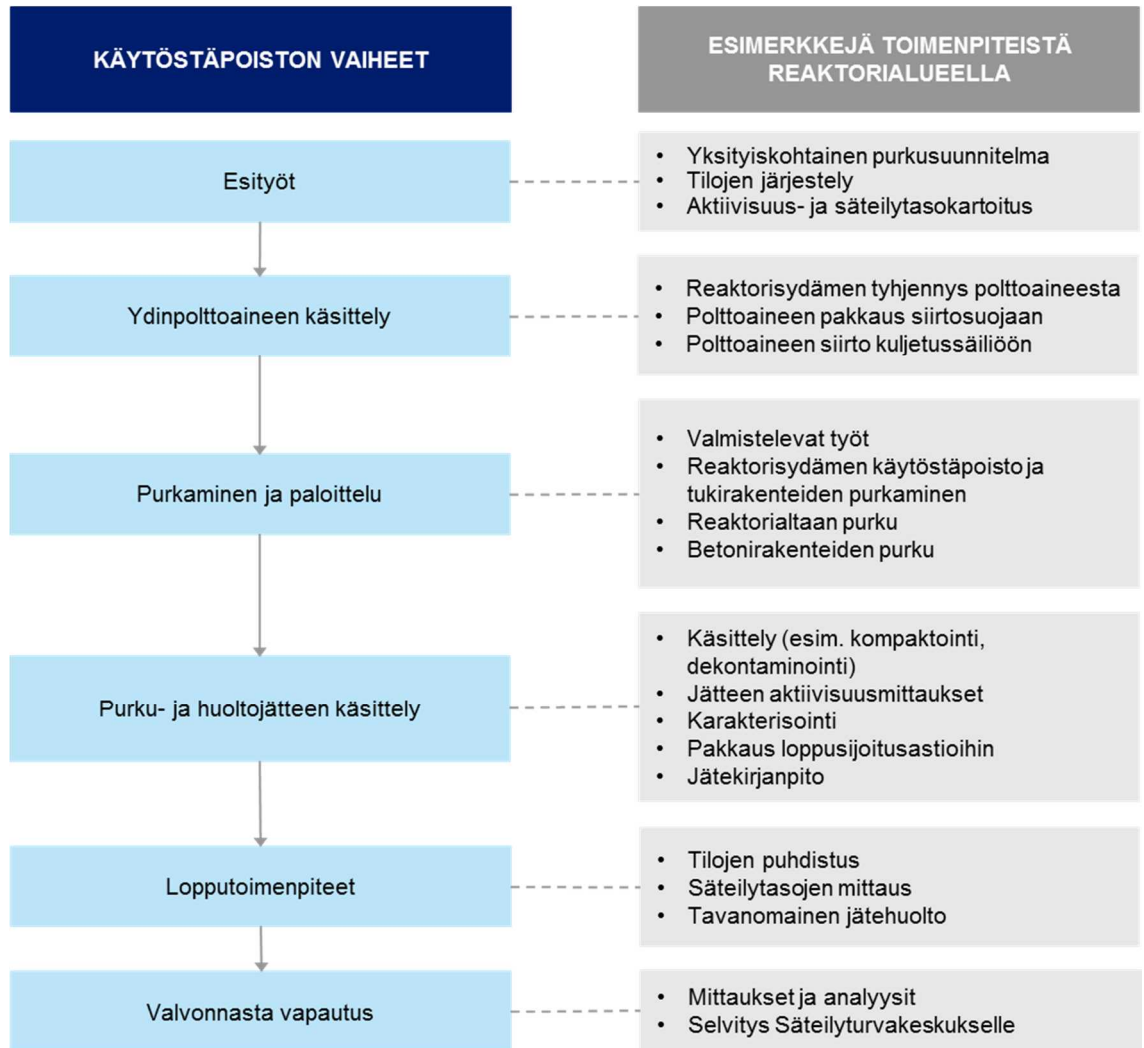
5.1.1 Purkustrategia

VTT:n FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistosuunnittelun strategia tulee perustumaan kansallisiin vaatimuksiin ydinlaitoksen käytöstäpoiston suunnittelulle, IAEA:n määrittämiin kansainvälisiin suosituksiin (IAEA 2008) sekä muiden maailmalla toteutettujen tutkimusreaktoreiden käytöstäpoisto- ja purkukokemuksiin. Strategiassa määritellään muun muassa toteutusvaiheet aikatauluineen, purkamis- ja jätehuoltoratkaisut pääpiirteissään sekä laitosalueen lopputila (YVL D.4).

VTT tulee valvomaan ja johtamaan käytöstäpoistotöitä, mutta yksityiskohtainen käytöstäpoistosuunnittelu sekä käytöstäpoistotöiden toteuttaminen on suunniteltu ulkoistettavaksi kyseisiin töihin erikoistuneille yhtiöille.

5.1.2 Työvaiheet ja toteutusaikataulu

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoisto muodostuu oheisessa kuvassa (Kuva 5-1) esitetyistä vaiheista välittömän purkamisen tapauksessa.



Kuva 5-1. FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston vaiheet.

FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisen kokonaiskestoksi on arvioitu 15–20 kuukautta (60–80 viikkoa). Tähän ei sisälly purkamisen esitöitä, jotka voidaan tehdä ennen varsinaisen purkamisen aloittamista ilman erillisiä lupakäsittelyjä. Työvaiheiden arvioidut kestot on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 5-1). Työvaiheiden sisältö on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Purkamista ja paloittelua koskeva sisältö tarkentuu yksityiskohtaisen purkusuunnitelman yhteydessä. Osa töistä voidaan suorittaa samanaikaisesti ja esimerkiksi jätteen karakterisointi, pakkaus ja kuljetus tullaan hoitamaan mahdollisuuksien mukaan heti kun jätettä syntyy. Töiden vaiheistus suunnitellaan niin, että radioaktiivisten osien käsittelyaika minimoidaan.

Taulukko 5-1. Purkamisen työvaiheet ja niiden arvioidut kestot.

	Työvaihe	Kesto, viikkoa
1	Esityöt	20
2	Polttoaineen käsittely	2
3	Purkaminen ja paloittelu <ul style="list-style-type: none"> – Valmistelevat työt – Reaktorisydämen käytöstäpoisto ja purkaminen – Reaktorialtaan purku – Betonirakenteiden purku 	20
4	Purku- ja huoltojätteen käsittely	12
5	Lopputoimenpiteet ja valvonnasta vapautus	8

5.1.3 Esityöt

Ennen esitöiden aloittamista, ja niiden aikana, laaditaan yksityiskohtainen purkusuunnitelma.

Esityövaiheessa tutkimusreaktorin tilat voidaan valmistella varsinaista käytöstäpoistoa eli rakenteiden purkua sekä mittaamista varten siten, etteivät laitteet ja rakenteet häiritse käytöstäpoistoon liittyvää toimintaa. Käytännössä tämä merkitsee esimerkiksi reaktorin alaosassa sijaitsevien BNCT-hoidon tukitilojen poistamista ja sädehoitoaseman suojan purkamista.

Säteilyturvakeskukselle esitetään suunnitelma sekä toteutetaan kattava aktiivisuus- ja säteilykartointi käyttäen suoria mittauksia ja näytteenottoa.

5.1.4 Polttoaineen käsittely

FiR 1 -tutkimusreaktorissa ydinpolttoainetta on hieman yli 100 polttoaine-elementtiä. Reaktorissa käytössä on 79 polttoaine-elementtiä ja jo käytetyt polttoaine-elementit on varastoitu käytetyn ydinpolttoaineen varastotiloihin reaktorilla. Lisäksi tutkimusreaktorilla on noin parikymmentä säteilyttämätöntä polttoaine-elementtiä.

Ennen varsinaisia rakenteiden purkutöitä reaktorista ja varastotiloista poistetaan käytetty ydinpolttoaine. Käytetty TRIGA-polttoaine ei alhaisen jälkilämpötehon vuoksi vaadi jäähdytystä ja varastointi tapahtuu kuivatiiloissa.

Polttoainesauvojen liikutteluun voidaan käyttää olemassa olevaa nostolaitetta. Polttoainesauvoja siirretään jokaisen vuosihuollon yhteydessä reaktorisydäimestä tarkistusmittauksiin ja vastaavaa menetelmää voidaan käyttää myös käytöstäpoistossa.

Polttoainesauvojen siirtämiseksi kuljetussäiliöön ne siirretään ensin reaktorialtaassa suojatusti veden alla säteilyä vaimentavaan siirtosuojaan ja siirtosuojan avulla hallinosturia käyttäen eteenpäin siirrettäväksi kuljetussäiliöön. TRIGA-polttoaineen kuljetussäiliö on B(U)F-tyypin NAC-LWT (Legal-Weight Truck Cask). FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen riittää yksi kuljetussäiliö. Polttoaineen kuljetuksesta on kerrottu luvussa 6.2.2.

Käyttämättömät ydinpolttoainesauvat pakataan omaan kuljetuspakkaukseen. Koska käyttämättömän ydinpolttoaineen säteily on hyvin vähäistä, sitä koskevat pakkaus- ja kuljetusvaatimukset ovat merkittävästi lievemmat kuin käytetyille polttoaineelle.

5.1.5 Purkaminen ja paloittelu

Purkamista ja paloittelua koskevat tekstiosiot pohjautuvat VTT:n teettämään erillisselvitykseen (*Lytsy & Siiskonen 2014*) sekä VTT:n asiantuntijoiden lausuntoihin.

Valmistelevat työt

Ennen varsinaisten purkutöiden aloittamista FiR 1 -laitosalueelle määritetään erilaisia työskentelyalueita. Valvonta-alueena toimii koko se alue, jolla on noudatettava erityisiä turvaohjeita säteilyltä suojaamiseksi ja radioaktiivisen kontaminaation leviämisen estämiseksi, ja jonne pääsyä valvotaan. Valvonta-alueen rajalla on kulkualueet, joissa on työntekijöiden ja työkalujen radioaktiivisen kontaminaation valvonta.

Valvonta-alueen sisälle rakennetaan erikseen lisäsuojarakennelma (telta tai vastaava) betonin leikkauksen ajaksi sekä radioaktiivisten että ei-radioaktiivisten päästöjen ilma-kehään leviämisen estämiseksi. Järjestelyille asetettavat vaatimukset riippuvat purkutöihin valittavista leikkaus- ja paloittelumenetelmistä. Erilliset jätteen pakkausalueet rajataan erityyppisille jätteille sekä järjestetään erillinen jätepakkausten telakointialue.

Olemassa olevaa ilmastointilaitosta voidaan hyödyntää tukemaan purkutöitä varten perustetun suojarakennelman ilmanvaihtoa tai paikallispoistoja. Lisäksi joillekin työskentelyalueille voidaan tarvita paikallinen suojaus ja ilmanvaihto, jonka teho ja nopeus sovitetaan työskentelyalueen vaatimuksiin. Kaikki ulkoilmaan johtavat ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan HEPA-suodattimilla, jotta purkuvaiheessa mahdollisesti ilmaan vapautuvien radioaktiivisten aerosolihiukkasten leviäminen ulos estetään. Paloturvallisuusjärjestelyihin kiinnitetään huomiota erityisesti, jos korkeita lämpötiloja tuottavaa tekniikkaa, kuten plasmaleikkua, käytetään.

Reaktorisydämen käytöstäpoisto ja purkaminen

Reaktorisydän voidaan poistaa joko kokonaisuudessa grafiittiheijastimen kanssa tai paloittelemalla. Esimerkiksi saksalaisessa Heidelbergin yliopiston HD-2-projektissa nostettiin reaktorisydän yhdessä grafiittiheijastimen kanssa onnistuneesti pois kokonaisuudessa siirrettiin suoraan sitä varten suunniteltuun säiliöön.

Paloitteluvaihtoehdossa reaktorin oheislaitteet irrotetaan säteilysuojatusti mekaanisilla laitteilla veden alla tai hyödyntämällä väliaikaisia säteilyesteitä. Työkaluihin, kuten saksisiin ja sahoihin, voidaan myös liittää jatke, jolla saadaan lisättyä etäisyyttä säteilylähteen pienentäen näin aiheutuvaa säteilyannosta tai työkalut voidaan liittää kauko-ohjattavaan purkurobottiin. Grafiittiheijastin sekä sen alumiinipäälyys voidaan siirtää yhtenä kappaleena, jolloin sen välivarastointi ennen loppusijoitusta helpottuu. Jos reaktorisydäntä lohkotaan, se voidaan tehdä veden alla, kauko-ohjatusti tai väliaikaisessa kuumakammiossa.

Reaktorin putkisto puretaan niin, ettei reaktorialtaan tiiveyttä menetetä ennen kuin reaktorisydämen purkaminen on tehty, sillä altaan vesi toimii säteilysuojana reaktorisydäntä irrotettaessa ja purettaessa. Jos reaktorialtaan putket puretaan, niiden tulo- ja poistopäät laipoitetaan.

Mahdollisia veden alla tehtäviä katkaisutöitä varten altaan omaa suodatinjärjestelmää käytetään ylläpitämään hyvää näkyvyyttä altaassa. Vedessä tehtäviä katkaisumenetelmissä pyritään suosimaan tekniikoita, jotka eivät tuota hienoja hiukkasia.

Reaktorialtaan purku

Reaktoriallas voidaan purkaa asteittain seuraten betonirakenteiden purkamista, pääosin siitä syystä, että allas on pysyvästi kiinnitetty sementtiin bitumilla, eikä sitä pysty irrottamaan yhtenä kappaleena. Altaan vuorauksen irrottaminen leikatusta betonipalasta on oletetusti helpompaa kuin palojen irrottaminen ennen betonin purkamista, sillä työskentelyalue altaan sisäpuolella on hyvin rajallinen.

Ei-radioaktiivinen osa reaktorialtaasta voidaan poistaa käsityökalujen avulla. Kun allas on lohkottu asteittain ylhäältä alaspäin, reaktori voidaan edelleen pitää osittain veden peitossa ylläpitäen työntekijöiden säteilynsuojaa aktivoituneista osista veden avulla.

Työskentelytasoja tullaan käyttämään varmistamaan turvallinen ja tehokas työskentely. Altaan vuorauksen leikkaamiseen voidaan käyttää nakertajia, pyörösahoja tai muita mekaanisia työkaluja. Koska vuorauksen oletetaan olevan bitumin avulla tiukasti kiinni ympäröivässä betonissa, nostolaitteita tullaan käyttämään vetämään leikattu osa irti altaan seinämästä. Jos on tarpeen, kappale voidaan myös kuumentaa esimerkiksi puhalluslampulla, jolloin bitumi sulaa ja vuoraus irtoaa helposti betonista. Reaktorialtaan aktivoitunutta osaa voidaan myös tarvittaessa purkaa kauko-ohjatuilla työkaluilla purkurobotin avulla.

Betonirakenteiden purku

Reaktorin biologinen suoja puretaan vaiheittain käyttäen erilaisia betonin leikkaustekniikoita, sillä purkamisolosuhteet sekä vaatimukset purkamiselle vaihtelevat työskentelyalueittain ja rakenteittain. Betoni leikataan niin suuriksi paloiksi kuin on mahdollista olemassa olevan nosturin viiden tonnin nostokapasiteetin perusteella, tutkimusreaktorin tilojen sallimien siirtojen sekä kuljetusjärjestelyjen kannalta. Myös potentiaalisesti aktivoituneiden kappaleiden ominaisuudet otetaan huomioon paloja leikattaessa. Sujuvaa käsittelyä varten aktivoituneet osat pyritään purkamaan tekniikalla, jonka avulla voidaan tuottaa halutunlainen geometria, ottaen huomioon esimerkiksi palan jatkokäsittely ja karakterisointi. Ei-aktivoituneet osat voidaan purkaa parhaiten kyseiseen rakenteeseen soveltuvalla tekniikalla.

Työntekijöiden säteilyannoksen pienentämiseksi radioaktiiviset osat betonirakenteista (myös suihkuputket) puretaan mahdollisuuksien mukaan ensin. Reaktorin sisäpuolella on kuitenkin rajalliset työskentelytilat, minkä vuoksi voi olla järkevintä purkaa myös aktivoituneet osat sitä mukaa kun asteittainen purkaminen ylhäältä alas sen mahdollistaa.

Betonin purkamisessa pyritään myös käyttämään menetelmiä, jotka tuottavat mahdollisimman vähän jätettä ja pölyä ilmaan, kuten betonin halkaisua. Jos timanttisydänkairausta käytetään, Tanskan Risø-2 -reaktorin purkamisesta saadut kokemukset otetaan huomioon ja mahdollisiin ongelmiin varaudutaan ajoissa. Myös purkurobotteja, joita on yleisesti käytössä rakennusteollisuudessa, voidaan hyödyntää.

Kiinnivaletut suihkuputket reaktorisydämen ympärillä ovat todennäköisesti aktivoituneet ja ne voidaan poistaa sydänkairauksen avulla ennen jäljellä olevan betonirakenteen purkamista. Ei-aktivoituneet putket voidaan poistaa samanaikaisesti jäljellä olevien betonirakenteiden yhteydessä.

Myös lämmönvaihtimet, muut putket, pumput ja hartsista tyhjennetyt ioninvaihtimet oletetaan ei-radioaktiivisiksi. Kaikki pulteilla kiinnitetyt esineet irrotetaan ensin ja pysyvästi kiinnitetyt esineet tämän jälkeen käyttäen ensisijaisesti käsityökaluja, kuten me-

tallisahaa, pyörösahaa ja hiomakoneita. Tilaa vievät esineet voidaan pieniä myös käyttäen käsityökaluja mahdollistaen helpon ja tehokkaan kuljetuksen.

5.1.6 Purku- ja huoltojätteen käsittely purkamisen yhteydessä

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyy radioaktiivista purkujätettä. Kaikkien purkujätteiden käsittely purkuvaiheessa perustuu niiden tiiviiseen pakkaamiseen. Työntekijöiden säteilysuojauksesta pakkauksen aikana huolehditaan ja arvioidaan tarve erityisiin työjärjestelyihin (esim. suojaukset ja kaukokäyttö). Purkamisen yhteydessä huolehditaan myös tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneen huoltojätteen, kuten suojavaatteiden, roskien ja veden puhdistuksessa käytettyjen ioninvaihtohartsien, käsittelystä asianmukaisesti. Reaktorialtaan vesi puhdistetaan olemassa olevalla ioninvaihtosuodatusjärjestelmällä ja sen jälkeen puhdistettu vesi johdetaan keräilyssäiliöihin. Radioaktiivisuusmittausten jälkeen puhdas vesi johdetaan keräilyssäiliöistä sadevesiviemäröinnin kautta läheiseen lampeen.

Purkujätteiden radioaktiivisuus mitataan, jätteet lajitellaan aktiivisuuden, materiaalin ja jatkokäsittelyn mukaan ja jätteistä pidetään yksityiskohtaista jätekirjanpitoa YVL-ohjeen D.4 vaatimusten mukaisesti. Jätekirjanpito sovitetaan yhteneväiseksi voimalaitosten (Loviisa ja Olkiluoto) vastaavan jätekirjanpidon kanssa. Jätteiden aktiivisuus määritetään käyttäen pääosin olemassa olevia kalibroituja VTT:n gammaspektrometri- ja nestetuikemittausjärjestelmiä, joista on laajalti käyttökokemusta vastaavista mittaustuksista. Gammaspektrometriamittauksiin käytetään erityisesti ISOCS-mittauslaitteistoa (In-Situ Object Counting System), joka soveltuu tarkoitukseen hyvin. Jätteiden aktiivisuusmittauksiin tullaan laatimaan yksityiskohtaiset työohjeet ja mittausprosessi hyväksytetään STUK:lla.

Purku- ja huoltojätteiden käsittely tutkimusreaktorin alueella tehdään tätä tarkoitusta varten varatuilla alueilla. Korkea-aktiivisille esineille, joita ei voida pakata veden alla, perustetaan oma käsittelyalue, jotta käsittelijöiden sekä purkuhenkilöstön säteilyannokset saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä. Erilliset alueet rajataan myös muulle radioaktiiviselle jätteelle sekä ei-radioaktiiviselle jätteelle erikseen. Jätteille tarvitaan myös karakterisointialue, jossa jätteet ja jätepakkaukset voidaan luotettavasti ja tehokkaasti karakterisoida ilman säteilyaltistusta muista toiminnoista (esimerkiksi radioaktiivisen materiaalin nostoista) tai ilmakontaminaatiosta. Lisäksi perustetaan jätepakkausten kuormausalue, jossa kuljetusvalmiit pakkaukset voidaan säilyttää ilman riskiä ulkoisesta kontaminaatiosta ja jolta pakkaukset saadaan siirrettyä helposti ja turvallisesti ulkokuljetuksia varten varattuihin kuljetusvälineisiin.

Purkujätteen radionuklideja ovat mm. H-3, C-14, Co-60 ja Eu-152. Purkujätepakkausten säteilytaso aiheutuu pääasiassa muun muassa aktivoituneen betonin sekä aktivoituneiden ja kontaminoituneiden metalliosien sisältämisestä voimakkaista gammasäteilijöistä, kuten Co-60. Betoni ja alumiini ovat aktivoituneet sydänalueen ympäriltä ja suurimmat annosnopeudet aiheutuvat näistä osista leikatuista paloista sekä erityisesti sydämen ympäriltä irrotettavasta grafiittiheijastimesta sekä sen yläpuolisesta säteilytysrenkaasta. Tarvittaessa aktiivisimpien osien siirtoon käytettävä pakkaus vuorataan lyijylevyillä.

Loppusijoitusta vaativan radioaktiivisen jätteen määrää voidaan pienentää erilaisin puhdistus eli dekontaminointi- ja paloittelumenetelmin. Osa purkujätteestä voidaan erotella ja vapauttaa valvonnasta puhtaat osat edellyttäen, että vapautettavan purkujätteen radionuklidien pitoisuudet alittavat säädetyt vapaarajat. Osasta jätettä radioaktiiviset aineet voidaan poistaa, minkä jälkeen kyseinen jäte voidaan myös vapauttaa valvonnasta.

Kontaminoituneita työvälineitä tai muita osia voidaan dekontaminoida purkualueella käsin esimerkiksi pesemällä, pyyhkimällä tai hiomalla, tarvittavat säteilysuojelutoimenpiteet huomioon ottaen.

Ennen pakkaamista loppusijoitusta varten joidenkin jätteiden tilavuutta voidaan tarvittaessa pienentää esimerkiksi paloittelemalla tai kokoon puristamalla.

Laitoksen käytön yhteydessä syntyneitä jätteitä, joiden olomuoto ei ole kiinteä (käytetyt ioninvaihtohartsit), voidaan tarvittaessa kiinteyttää tarkoitukseen sopivalla sidosaineella yhtenäisiksi, homogeenisiksi tuotteiksi. Vaihtoehtoisesti hartsit voidaan sulkea kestävästi astiaan kuivattuina tai sopivaan väliaineeseen imeytettyinä.

Pääosa purkujätteistä voidaan pakata suoraan sopivaan astiaan.

5.1.7 Lopputoimenpiteet ja tilojen valvonnasta vapautus

Lopputoimenpiteinä tutkimusreaktorin tilat puhdistetaan ja säteilymittauksin varmistetaan, ettei tiloista löydy radioaktiivisia aineita. Myös tavanomaisista, ei radioaktiivisista jätteistä, huolehditaan asianmukaisesti. Tässä vaiheessa kaikki radioaktiiviset jätteet ja laitteet on kuljetettu pois tutkimusreaktorin alueelta. Näin varmistetaan, että tilat saadaan vapautettua valvonnasta ja rakennus voidaan luovuttaa kiinteistön omistavalle Aalto-yliopistokiinteistöt Oy:lle. Myös reaktorin käytössä edelleen osittain olleet pienehköt varastotilat vapautetaan valvonnasta vastaavasti.

Purkamatta jätettävien rakennusten seinien, lattioiden ym. rakenteiden pinnat mitataan tarkoin säteilymittareilla ja niistä otetaan näytteet, joista analysoidaan mahdollista radioaktiivisuutta. Rakennukset voidaan vapauttaa valvonnasta ilman käyttörajoituksia, jos tilojen keskimääräinen aktiivisuuskate ei ylitä arvoa 0,4 Bq/cm². Sen lisäksi aktiivisuuskate ei saa ylittää arvoa 10 000 Bq millään yhden neliömetrin alueella. Puhdistusvaiheen säteilymittausohjelma laaditaan purkamisen päätyttyä. STUK valvoo ja toteuttaa tarkistusmittauksia harkintansa mukaan.

Kun reaktorirakennuksen tilat ovat mittauksin ja näytteiden analysoinnin perusteella osoitettu puhtaksi radioaktiivisuudesta, Säteilyturvakeskukselle toimitetaan hyväksyttäväksi ydinenergialain mukainen hakemus, jossa esitetään, että kyseessä ei ole enää ydinlaitos ja että sitä voidaan käyttää rajoituksetta muuhun tarkoitukseen.

Käytöstäpoiston lopputoimenpiteiden suunnittelu ja tarpeellisen viranomaisaineiston valmistelu tehdään purkamisen päättymisvaiheessa.

Tutkimusreaktoreiden käytöstäpoistosta ja siihen liittyen tilojen puhdistuksesta sekä rakennusten uudelleenkäyttöön vapauttamisesta on olemassa useita esimerkkejä ja näitä koskevat menettelytavat ovat tunnettuja ja kansainvälisesti ohjeistettuja.

5.2 Viivästetty purkaminen

Viivästetyssä ydinlaitoksen purkamisessa voitaisiin hyödyntää lyhytikäisempien radionuklidien määrän vähenemistä ajan myötä, jolloin purkutyöt voisivat osin helpottua säteilytason laskiessa. Menetelmässä ydinlaitos saatetaan vuosiksi tai kymmeniksi vuosiksi valvotun säilytyksen tilaan, jossa laitosta voidaan turvallisesti pitää lopulliseen purkamiseen saakka. Valvotun säilytyksen aikana laitokselle on järjestettävä valvonta ja vartiointi.

Viivästetyn purkamisen käytöstäpoiston vaiheet ovat samanlaisia kuin välittömän purkamisen tapauksessa. Myös tässä vaihtoehdossa käytetty ydinpolttoaine siirretään viiveettä välivarastoitavaksi ja myöhemmin loppusijoitettavaksi. Purkamisesta aiheutuvien muiden ydinjätteiden huoltoon sisältyvät samat vaiheet kuin välittömässä purkamisessa.

Käytännössä viivästetyn purkamisen menetelmä liittyy isojen ydinvoimalaitosten purkamiseen, jossa radioaktiivisten aineiden määrä on merkittävä. TRIGA-kokoisilla tutkimusreaktoreilla perustetta viivästykseseen ei tyypillisesti ole. Saksassa on todettu vertaamalla kahden samantyyppisen tutkimusreaktorin purkukokemuksia, ettei eroa säteilyturvallisuuden kannalta ole ollut välittömän ja viivästetyn purkamisen välillä (*Kaulard & Jünger-Gräf 2007*).

Ydinlaitosten purkamisessa yhteiskunnan odotukset edellyttävät yleensä välitöntä purkua ja viivästetty purkaminen voidaan oikeuttaa vain erityistapauksissa, jolloin se vaatii selkeät perusteet (*IAEA 2006b*).

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston tapauksessa hankkeesta vastaava ei pidä viivästettyä purkamista perusteltuna. Viivästyksen aikana on haastavaa ylläpitää riittävää asiantuntevaa henkilöstöä, jolla olisi valmiudet myöhemmän purkamisen suunnitteluun ja aloittamiseen. Viivästyksessä aiheutuisi tietotaidon heikkenemistä ja tarpeetonta resurssien sitomista sekä suoria ja välillisiä lisäkuluja. Viivästystä voitaisiin harkita vain, jos käytetyn ydinpolttoaineen palautuksen jälkeen ei aikataulullisesti saataisi käyttöön soveltuvaa purkujätteen välivarastointiratkaisua ja rakenteet reaktorirakennuksessa pidettäisiin siksi odotustilassa. Tällaista tilannetta ei kuitenkaan pidetä todennäköisenä.

5.3 Purkamisen turvallisuus ja säteilysuojelu

Lainsäädännön vaatimukset ja yleiset periaatteet

Suomessa voimassa olevien ydinvoimalaitosten turvallisuusvaatimusten yleiset periaatteet on annettu valtioneuvoston asetuksissa (733–736/2008 ja 717/2013) sekä yksityiskohdat Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa YVL-ohjeissa. Säteilysuojelua koskee säteilylaki, säteilyasetus sekä soveltuvat Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitos (YVL)- ja säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan turvallisuutta koskevat yleiset (ST)-ohjeet. Uusien YVL-ohjeiden soveltamista olemassa olevilla ydinlaitoksilla koskevat päätökset tehdään vuonna 2015.

Ydinlaitosalue jaetaan valvonta-alueeseen ja tarkkailualueeseen. Työskentelyalueella mitataan järjestelmällisesti säteilyn annosnopeudet sekä valvotaan mahdollista ilman radionuklidipitoisuutta ja pintakontaminaatiota. Valvonta-alueeksi on määritelty ne tilat, joissa ulkoinen säteilyannosnopeus saattaa ylittää arvon 3 $\mu\text{Sv/h}$ tai joissa 40 tunnin viikkoittaisesta oleskelusta voi ydinlaitosperäisistä radionuklideista aiheutua yli 1 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa. Valvonta-alueen tilat jaetaan tarvittaessa vyöhykkeisiin ulkoisen annosnopeuden, pintakontaminaation ja ilman radionuklidipitoisuuden perusteella. Tutkimusreaktorin käytön aikana tällaista aluejakoa ei normaalisti käytetä, kulku säteilytysalueille ja polttoainetarkastuksiin on rajoitettu tarpeellisille henkilöille. Kontaminaatiota ei normaalisti esiinny.

Valvonta-alueella tehtäviä töitä varten laaditaan työsuunnitelma sekä siihen liittyvä säteilytöylupa tai -ohje, kun se on säteilyturvallisuuden vuoksi perusteltua.

Säteilytyötä tekevät työntekijät luokitellaan säteilytyöluokkiin A tai B. Säteilyasetuksen 10 §:n mukaan säteilytyöluokkaan A kuuluvat ne työntekijät, joille työstä aiheutuva efektiivinen annos, kun otetaan huomioon työhön liittyvä poikkeavaan säteilyaltistuk-

seen johtavan tapahtuman mahdollisuus, on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai ekvivalenttiannos suurempi kuin kolme kymmenesosaa silmän mykiölle, iholle, käsille ja jaloille säädetyistä annosrajoista.

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. Säteilyturvakeskus valvoo Suomessa työskentelevien ydinlaitostyöntekijöiden henkilökohtaisia säteilyannoksia ja annosrajojen toteutumista.

Säteilytyötä tekevän työntekijän terveystarkkailun tarkoituksena on muun muassa:

- varmistaa, että työntekijä soveltuu säteilytyöhön eikä hänen terveydentilansa ole esteenä säteilytyön tekemiselle
- varmistaa, että säteilytyöntekijä pystyy käyttämään säteilytyössä tarvittavia suojavarusteita

Reaaliaikaisella säteilyaltistuksen seurannalla kerätään tietoja työn suunnittelua varten sekä varmistetaan, että säteilynsuojelutoimet ovat riittäviä.

Ydinlaitoksen ja sen ympäristön säteilyturvallisuuden varmistamisessa käytetään hyväksi kiinteästi asennettuja ja siirrettäviä säteilymittausjärjestelmiä ja -laitteita. Niillä mitataan säteilyannosnopeutta ja säteilyannosta laitoksen tiloissa sekä valvotaan radioaktiivisten aineiden määrää järjestelmissä. Lisäksi niillä mitataan radioaktiivisten aineiden päästöjä.

Säteilynsuojelu FiR 1 -tutkimusreaktorilla perustuu kokemuksen hyväksikäyttöön, suunnitteluun, tarkoituksenmukaisiin työtapoihin ja säteilynsuojelumenetelmiin, laitteisiin ja suojavarusteiden käyttöön.

FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisen aikainen turvallisuus ja säteilynsuojelu

Käytöstäpoiston turvallisuussuunnittelulla varmistetaan, että laitoksen käytöstäpoistossa radioaktiivisten aineiden leviäminen pystytään estämään kaikissa tilanteissa luotettavasti. Käytöstäpoistossa noudatetaan toiminnallisen turvallisuuden periaatteita ja siihen liittyviä määräyksiä. Tutkimusreaktorin purkamisen säteilynsuojelussa noudatetaan samankaltaisia menettelytapoja kuin ydinvoimalaitoksen vuosihuollossa, jolloin kontaminoituneita järjestelmiä avataan ja huolletaan. Tärkeänä valintaperusteena käytöstäpoiston purkamis-, siirto-, paloittelu- ja pakkaamistekniikoille ovat säteilyaltistuksen sekä kertyvien jätemäärien pitäminen vähäisinä.

Käytöstäpoistovaihetta koskien tutkimusreaktorin käyttöluohehtoihin tullaan hakemaan valtioneuvostolta muutosta, missä yhteydessä keskeiset reaktorin toimintajärjestelmän asiakirjat tarkistetaan ja päivitetään asianmukaisesti. Tarkistettaviin asiakirjoihin kuuluu mm. tutkimusreaktorin säteilytarkkailuohjelma, jossa on määritelty tutkimusreaktorin mahdollisten radioaktiivisten aineiden päästöjen ja ympäristön pitoisuuksien valvonta. Purkamisen säteilynsuojelua varten päivitetään tutkimusreaktorin säteilynsuojelukäsikirja, jonka tuleviin ohjeisiin sisältyy muun muassa tarkennettu säteilytyölupakäytäntö kaikille keskeisille säteilytyöille. Myös turva- ja valmiusjärjestelyistä huolehditaan käytöstäpoistovaiheen aikana ydinenergia-asetuksen suhteellisuusperiaatteen (graded approach) mukaisesti. Käyttölupaehtojen muutoshakemus tehdään ympäristövaikutusten arvioinnin jälkeen huomioiden arvioinnin tulokset.

Valvonta-alueella työskentelevät työntekijät perehdytetään purkuvaiheen säteilytyöhön. Työntekijöille annetaan tietoa säteilylainsäädännöstä ja sen nojalla annetuista määräyk-

sistä sekä edellytykset oikeaoppiseen työskentelyyn. Pääosa henkilöstöstä on sellaisia, jotka ovat aiemmin työskennelleet säteilytyössä.

Säteilysuojausta toteutetaan työvaiheiden mukaan. Säteilysuojelullisesti olennainen vaihe, jossa erityistä säteilysuojaa vaaditaan, on reaktorin ja sen ympäröivän betonin purku ja paloittelu. Tämän vaiheen on arvioitu kestävän noin 2-3 kuukautta. Työalueet, joissa voi esiintyä kontaminaatiota eristetään niin, ettei näihin ole turhaa kulkua. Työntekijöiden suojavarusteet määritetään työtehtävän mukaan. Kontaminoitunut alue pyritään pitämään mahdollisimman pienenä purkutöiden ajan järjestämällä erillisiä kontaminaatorajoja, ns. kenkärajoilla eristettyjä alueita, joihin kulkiessa on käytettävä rajalla määrättyjä suojavarusteita. Suojavarusteet riisutaan poistuessa rajojen sisäpuolella niin, ettei kontaminaatio pääse leviämään. Tarvittaessa ilmakontaminaation leviämistä estetään rakentamalla työskentelyalueelle ilmastoinnin paikallispoisto tai lisäsuojarakenne.

Ilman aktiivisuus määritetään tiloissa ja alueilla, joiden ilmassa voi esiintyä työntekijöiden säteilysuojeluun vaikuttavia radioaktiivisia aineita. Määrittäminen perustuu jatkuvasti mittaaviin laitteisiin sekä kerätyn näytteen analysointiin laboratoriossa.

Alustavasti on arvioitu, että FiR 1 -tutkimusreaktorin välittömästä purkamisesta aiheutuu työntekijöille muutaman kymmenen mmanSv:n kollektiivinen annos, joka sisältää myös ennen purkamisen aloittamista tehtävän käytetyn ydinpolttoaineen siirrosta aiheutuvan annoksen. Annosarvio tarkentuu olennaisesti, kun lupaa varten tarvittavat työsuunnitelmat ja -ohjeistot täsmentyvät.

6 KÄYTÖSTÄPOISTON YDINJÄTEHUOLTO

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta syntyy sekä korkea-aktiivista jätettä että matala- ja keskiaktiivista jätettä. Korkea-aktiivinen jäte koostuu pääasiassa käytetystä ydinpolttoaineesta. Suurin osa purku- ja huoltojätteestä luokitellaan matala- ja keskiaktiiviseksi jätteeksi. Lisäksi käytöstäpoistosta syntyy tavanomaisia jätteitä.

6.1 Ydinjätehuollon turvallisuus ja säteilysojelu

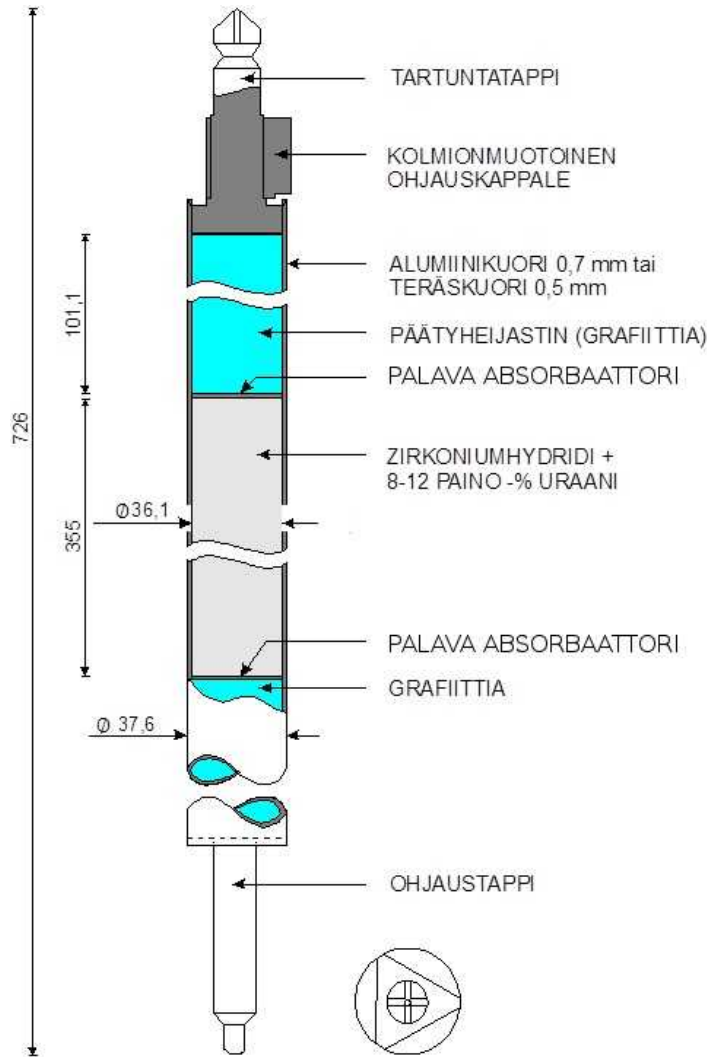
Ydinenergiatalain mukaisesti ydinjätteen tuottaja on huolehtimisvelvollinen tuottamansa käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden huollosta aina loppusijoitustilojen sulkemiseen saakka ja varautumisvelvollinen vastaamaan kaikista ydinjätehuollon aiheuttamista kustannuksista. Ydinjätteiden huollossa lähtökohtana on, että jätteet eristetään lopullisesti ympäristöstä kunnes ne ovat muuttuneet vaarattomiksi.

Käytöstäpoiston jätehuoltoketjun kaikissa vaiheissa huolehditaan, että säteilyannokset pysyvät selvästi lainsäädännössä asetettujen enimmäisannosten alapuolella niin työntekijöiden kuin ympäristön eniten altistuvien yksilöiden kohdalla.

6.2 Käytetty polttoaine

Tutkimusreaktorin käytetty ydinpolttoaine luokitellaan korkea-aktiiviseksi ydinjätteeksi. FiR 1 -tutkimusreaktorissa ydinpolttoainetta on hieman yli 100 polttoaine-elementtiä. Reaktorissa käytössä on 79 polttoaine-elementtiä ja jo käytetyt polttoaine-elementit on varastoitu käytetyn ydinpolttoaineen varastotiloihin reaktorilla. Lisäksi tutkimusreaktorilla on noin parikymmentä säteilyttämätöntä polttoaine-elementtiä. Käytetyn polttoaineen kokonaisuudessa on noin 340 kilogrammaa, josta uraania on noin 25 kilogrammaa.

FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaine-elementit ovat sauvamaisia. Niiden kokonaispituus on 726 mm ja ulkohalkaisija 37,6 mm (Kuva 6-1). Polttoaine-elementin keskellä on varsinainen uraania sisältävä polttoaineosio ja elementin ylä- ja alapäissä on grafiittiheijastin. Polttoaine-elementtien suojakuorimateriaalina on joko alumiini tai teräs.



Kuva 6-1. FiR 1 -polttoaine-elementtien havainnekuva.

FiR 1 -tutkimusreaktorin tapauksessa polttoaine-elementillä tarkoitetaan yksittäistä polttoainesauvaa, ei polttoainesauvojen muodostamaa polttoainenippua, jollaisia tyypillisesti käytetään ydinvoimalaitosten reaktorisydämissä. Tutkimusreaktorin polttoaine eroaa myös muuten voimalaitoskäyttöön tarkoitettujen ydinreaktoreiden polttoaineesta (ks. Taulukko 2-1).

Tutkimusreaktorin polttoaineessa uraani on seostettu zirkoniumhydridiin, minkä johdosta polttoaineen käytön aikainen turvallisuus on erityisen hyvä: ketjureaktion karkaaminen hallitsemattomasti on fysikaalisesti mahdotonta. Käytännössä tämä turvallisuusominaisuus johtuu voimakkaasta ja välittömästä negatiivisesta takaisinkytkennästä ketjureaktion aiheuttaman lämpötehon ja polttoaineen reaktiivisuuden välillä, mikä on ominaista uraani-zirkoniumhydridiseokselle. Uraania tutkimusreaktorin polttoaineessa on 8–12 painoprosenttia, riippuen polttoainetyypistä. Alumiinisuojuokerisissa polttoaine-elementeissä uraania on kahdeksan painoprosenttia, terässuojuokerisissa 8,5 tai 12 painoprosenttia. Tutkimusreaktorin polttoaine luokitellaan matalarikasteiseksi (LEU, engl. Low Enriched Uranium). Ketjureaktion kannalta keskeisen halkeamiskelpoisen (fissiilin) U-235-isotoopin osuus FiR 1 -polttoaineessa on vajaa 20 prosenttia.

Käytön aikana ydinpolttoaineeseen syntyy radioaktiivisia fissiotuotteita, jotka aiheuttavat polttoaineeseen jälkilämpöä, erityisesti alfa-hajoamisten kautta. Tutkimusreaktorin

polttoaineen osalta jälkilämmöntuotto on kuitenkin vähäistä, eikä aktiivista jäähdytystä tarvita. Tutkimusreaktorin polttoainetta voidaan ongelmitta varastoida ja kuljettaa kiviainetta.

Tutkimusreaktorin polttoaine-elementit tarkistetaan vuosittain reaktorin vuosihuollon yhteydessä. Tällöin muun muassa mitataan elementtien mahdollinen venymä sekä muutokset suojakuoren halkaisijassa ja elementtien suoruus. Tarkastuksissa on todettu, että tutkimusreaktorin polttoaine ja polttoaineen suojakuoret ovat hyvässä kunnossa.

Arvion mukaan tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kokonaisaktiivisuus on enintään noin 300 TBq (*Viitanen & Rätty 2012*), mikä on alle sadastuhannesosa Suomen nykyisten ja rakenteilla olevan ydinvoimalaitosyksikön yhteensä tuottaman käytetyn ydinpolttoainemäärän (enintään 9 000 tU) aktiivisuudesta 40 vuoden jäähtymisajan jälkeen.

6.2.1 Pakkaus

FiR 1 -tutkimusreaktorin kuljetuksessa käytetään valurautaa tai terästä olevaa lujarakenteista B(U)F-tyypin NAC-LWT (Legal-Weight Truck Cask) -kuljetussäiliötä. Säiliöön mahtuu kerralla yhteensä 140 polttoainesauvaa, joten tutkimusreaktorilta kertyneet saavat saadaan kuljetettua kerralla yhdessä säiliössä. Polttoaineen kuljetussäiliö NAC-LWT painaa lastattuna noin 24 tonnia.

NAC-LWT säiliö on luvitettu U.S.NRC:n toimesta NAC Internationalin toimittamaan turvallisuusanalyysiin perustuen (*NAC 2008*), ja lisäksi se täyttää Suomen viranomaisohjeen YVL D.2 sekä kansainvälisen atomienergiajärjestön (International Atomic Energy Agency, IAEA) määräykset, erityisesti TS-R-1 (*Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*) sekä SSR-6 (*Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - 2012 Edition Specific Safety Requirements*) vaatimukset.

Kansainvälinen atomienergiajärjestö määrittelee kuljetuspakkaukselta vaadittavat ominaisuudet pakkauksen sisältämän aineen aktiivisuuden ja säteilyominaisuuksien perusteella (*IAEA 2009*). Lisäksi pakkauksen tulee lujuusteknisesti kestää kuljetusympäristön potentiaaliset kuormitukset. IAEAn vaatimusten mukaisesti kuljetussäiliön tulee kestää normaaleissa kuljetusolosuhteissa (Kuva 6-2):

- vesisuihku tunnin ajan
- pudotus 0,3-1,2 metrin korkeudelta peräänantamattomalle alustalle
- säiliön painoon nähden viisinkertainen levykuorma
- tunkeumatesti, jossa 6 kg:n terästanko pudotetaan 1 metrin korkeudelta säiliön sivuseinämää kohti.

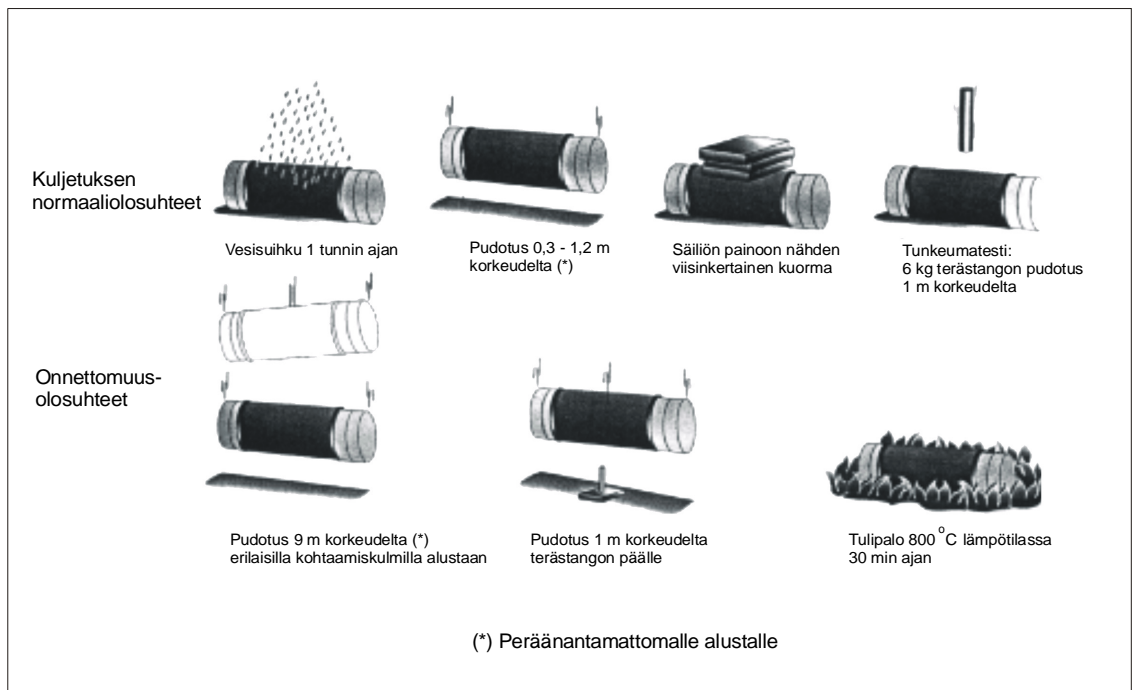
Edellä mainittuun pudotustestiin liittyen tulee riskien arvioinnissa kiinnittää huomiota ilman törmäysvaimentimia tehtävien nostojen turvallisuuteen. Nostojen epäonnistuessa kuljetussäiliön rakenne säilyy ehyenä, mutta törmäyskohteelle saattaa aiheutua vaurioita.

Liikenteellisten onnettomuuksien tai poikkeuksellisten kuormitusten varalta törmäysvaimentimin varustetun käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliön tulee täyttää huomattavasti tiukemmat vaatimukset eli sen tulee kestää mm.:

- pudotus peräänantamattomalle alustalle seurauksiltaan epäedullisimmalla kohtaamiskulmalla 9 metrin korkeudelta
- pudotus halkaisijaltaan 0,15 metrin terästangon päälle 1 metrin korkeudelta

- lammikkopalon kuumennus vähintään 30 minuutin ajan, kun liekit koskettavat säiliön koko pintaan ja niiden lämpötila on 800 °C
- upotus 200 metrin syvyyteen vähintään tunnin ajaksi.

Poikkeustilanteisiin liittyvät testit (Kuva 6-2) pyrkivät kattamaan mahdollisten onnettomuustilanteiden synnyttämät mekaaniset ja termiset kuormitukset, kuten törmäysten aiheuttamat säiliöön kohdistuvat iskut ja palavia nesteitä kuljettavan ajoneuvon tulipalon. Todellisuudessa törmäyksen kohde ei ole peräänantamaton. Yhdeksän metrin pudotuskokeessa kuljetussäiliö saavuttaa iskeytymishetkellä lähes nopeuden 50 km/h, mikä käytännön onnettomuustilanteissakin on mahdollinen törmäysnopeus toiseen ajoneuvoon tai esteeseen. Kuljetussäiliöissä olevan käytetyn ydinpolttoaineen tulee kuljetuksen aikana pysyä kaikissa tilanteissa alikriittisenä.



Kuva 6-2. IAEA:n ohjeiden mukaiset testit kuljetussäiliölle normaalikuljetusten olosuhteissa sekä onnettomuustilanteiden olosuhteita vastaten.

U.S. NRC:llä on vastaavia vaatimuksia kuin IAEA:lla säiliöiden tiivydelle ja yksityiskohtaiset luvitusohjelmat käyttöön otettaville kuljetussäiliöille.

Polttoaineen lastaaminen kuljetussäiliöön tapahtuu erillisen siirtosäiliön avulla, jota operoidaan tutkimusreaktorin hallinosturilla. Lastaaminen tapahtuu ulkotilassa, jossa tarvitaan erillinen 24 tonnin kapasiteetin nostolaite. Kun FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoainesauvat on saatu lastattua kuljetussäiliöön, suljetaan säiliön kannet kiristämällä kansipultit. Kuljetussäiliö nostetaan nosturilla säiliön yläosan korvakkeista ilmaan ja lasketaan pystyasennossa varovasti kuljetusajoneuvon kuljetusalustalle pohjaosa edellä, kiinnitetään alaosastaan kehtoon ja lasketaan sen jälkeen vaaka-asentoon kuljetusalustalle.

Polttoaineen kuljetus tapahtuu kuivakuljetuksena, mutta säiliön sisälle, sauvojen tai seinämien pinnoille on saattanut jäädä tai tiivistyä kosteutta. Tämän takia kuljetussäiliöstä poistetaan mahdolliset ylimääräiset kaasut ja säiliön ontelo-osa sisäkorineen ja polttoainesauvoineen kuivataan tarkoitukseen soveltuvalla laitteistolla.

Ennen kuljetusta tarkistetaan säiliön ulkopinnan lämpötila ja säteilytaso. Samoin on hyvä mitata säteilytaso myös sääsuojan ulkopinnalta. Mittauksilla varmistutaan myös siitä, ettei kontaminaatiota ole jäänyt säiliön, sääsuojan tai kuljetusajoneuvon renkaiden tai muille pinnoille. Sääsuoja suljetaan lopuksi myös säiliön päätyosiltaan ja kuljetussäiliö on valmis kuljetettavaksi.

Maantiekuljetuksessa kuljetuslasti puretaan (Loviisa, Olkiluoto) siirto-ohjeiden mukaisesti. Laivakuljetusvaihtoehdoissa polttoaine siirretään kuljetuskalustosta suoraan laivaan saattuehenkilöstön valvonnassa.

6.2.2 Kuljetukset

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukselle Säteilyturvakeskus (STUK) myöntää kuljetusluvan. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä turva- ja valmiusjärjestelyt. IAEA:n esittämän kansainvälisen ohjeistuksen lisäksi merikuljetuksia säätelee ihmishenkien turvaamisesta merellä tehtyyn yleissopimukseen (SOLAS) kuuluvat INF-säännöstö ja IMDG-säännöstö ja kulloinkin voimassa oleva Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin päätös.

Kuljetusten kuvaus pohjautuu VTT:n erillisselvitykseen (*Suolanen 2014*).

Kuljetuskalusto

Maantiekuljetuksissa käytetyn polttoaineen kuljetuskalusto muodostuu vetoauton ja lavetin yhdistelmästä. Kuljetussäiliö pitää kiinnittää ja lukita kuljetusalustaan, mikä voidaan toteuttaa tarkoitusta varten suunnitellulla kuljetuskehdolla. Kuljetussäiliö varustetaan sääsuojalla kuljetuksen ajaksi. Kuljetus tapahtuu valvottuna kuljetuksena, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö. Erikoiskuljetuksen suurin sallittu kuljetusnopeus on 60 km/h. (*Suolanen 2014*)

Säteilytetyn polttoaineen merikuljetukseen tarkoitettussa aluksessa tulee olla turvallisuutta varmistavia teknisiä ratkaisuja, kuten kaksoispohjarakenne uppoamisen estämiseksi mahdollisen karilleajon seurauksena. Lisäksi siinä tulee olla esimerkiksi lastitilan lämpötilan valvonta- ja hallintalaitteistot, kehittyneet viestilaitteet ym. tiettyjä turvallisuutta lisääviä ominaisuuksia. Suomessa merikuljetus on toteutettavissa esimerkiksi Ruotsin ydinjätehuollosta vastaavan SKB:n omistaman M/S Sigynin tai uudemman M/S Sigridin tyyppisellä aluksella. Alukset on rakennettu käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia varten. (*Suolanen 2014*) Yhdysvaltoihin suuntautuvassa laivakuljetuksessa käytettäisiin Yhdysvaltojen sopimusosapuolen Saksasta tai Iso-Britanniasta hankkimaa tyytötettyä kuljetusalusta, jossa voi olla kuljetettavana samaan aikaan myös muita ydin- tai ns. vaaralliseksi luettavia aineita Euroopasta Yhdysvaltoihin.

Kuljetusreitit

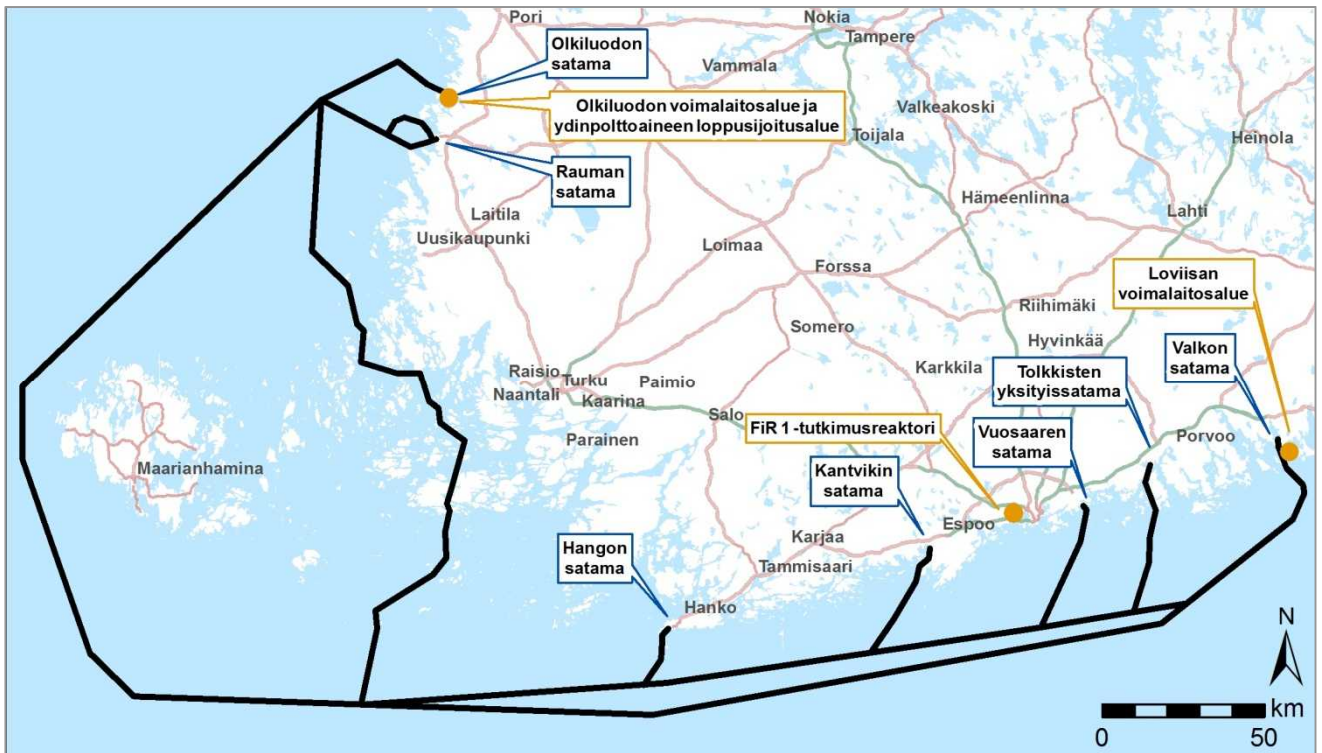
Yhdysvaltojen energiaministeriön käytetyn ydinpolttoaineen palautusohjelman mukaisesti käytetty ja tuore polttoaine voidaan palauttaa Yhdysvaltoihin Idaho National Laboratory (INL) -laitokselle. Tällöin polttoaine kuljetetaan Otaniemestä maanteitse satamaan, josta edelleen merikuljetuksena Yhdysvaltojen itärannikolle, todennäköisesti Etelä-Carolinan osavaltion soveltuvaan satamaan. Sieltä polttoaine kuljetetaan ensin rautatie- tai maantiekuljetuksena Savannah River Site:lle ja sieltä edelleen maantiekuljetuksena Idahaan. Yhdysvalloissa tapahtuvan kuljetuksen turvallisuudesta vastaa säteilyturvaviranomainen U.S.NRC (United States Nuclear Regulatory Commission). Vastuu kuljetuksen aikaisissa mahdollisissa onnettomuuksista pysyy reaktorioperaattoreilla niin

kauan kunnes polttoaine on virallisesti vastaanotettu Yhdysvaltojen maaperälle. Tämän jälkeen vastuu siirtyy Yhdysvalloille. (*Federal register 1996*)

Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus Suomessa vaihtoehtoisin välivarastointipaikkoihin (Loviisa, Olkiluoto) sekä loppusijoitettavaksi (Olkiluoto) tehtäisiin maantiekuljetuksena tai maantiekuljetuksen ja merikuljetuksen yhdistelmänä.

Suomessa satamavaihtoehtoina on tarkasteltu Kantvikin, Vuosaaren, Tolkkisten ja Hangon satamaa. Nämä ovat kaikki syväsatamia, joita voidaan lähestyä ja kiinnittyä valtamerialuksilla. Olkiluodossa merikuljetuksen vastaanottosatamana olisi todennäköisesti Olkiluodon satama. Loviisassa vastaanottosatamana olisi nykytilanteessa Valkon satama. Myös muut satamavaihtoehdot ovat mahdollisia.

Oheisessa karttakuvassa (Kuva 6-3) on esitetty tutkimusreaktorin sijainti, vaihtoehtoiset välivarastointi- ja loppusijoituspaikat sekä mahdolliset satamat ja merikuljetusten väylävaihtoehdot Suomessa. Maantiekuljetuksille on olemassa useita mahdollisia reittejä, jotka tarkentuvat lähempänä kuljetusajankohtaa. Merikuljetuksille on tarkasteltu kahta vaihtoehtoista reittiä: Saaristomeren kautta kulkevaa reittiä ja Ahvenanmaan kiertävää reittiä.



Kuva 6-3. Tutkimusreaktorin sijainti sekä vaihtoehtoiset satamat, välivarastointipaikat ja loppusijoituspaikka Suomessa.

Kuljetusten säteilysuojelu

Kuljetussäiliöön lastattavan käytetyn polttoaineen kokonaisaktiivisuus on enintään noin 300 TBq (*Viitanen & Rätty 2012*). Polttoaineen jäähtymisajan myötä lyhytikäisten nuklidien aktiivisuus pienenee merkittävimmin. Yhdysvaltoihin palautetun tutkimusreaktorien TRIGA-polttoaineen kuljetussäiliöiden annosnopeuksia on mitattu aktiivisuussisällöstä riippuen (*U.S.DoE 2004b*). FIR 1 -polttoaineen kuljetustapauksessa aktiivisuussisältö vastaisi noin annosnopeutta 0,05 mSv/h.

Säteilytettyä polttoainetta kuljettaessa minimoidaan kuljetusaika ja kuljetussäiliöiden käsittelyaika, käytetään asianmukaisia säteilysuojeluvälineitä sekä varmistetaan kuljetushenkilöstön ja käsittelijöiden pätevyys sekä jätepakkausten tiiveys ja puhtaus.

Ennen kuljetusta tarkistetaan säteilytasot mittauksin säiliön ulkopinnalta sekä koko kuljetuskaluston siltä osin kun se on ollut kosketuksissa mahdollisesti kontaminoituneiden pintojen kanssa. Säiliön pintakontaminaatiosta aiheutuva aktiivisuus saa olla enintään 4 Bq/cm² ja erälle radionuklideille 0,4 Bq/cm². (Suolanen 2014)

Kuljetushenkilöstö ja säiliöiden käsittelijät ovat verrattavissa ydinvoimalaitoksen valvonta-alueella työskenteleviin henkilöihin, joiden säteilyannoksia tarkkaillaan mm. henkilökohtaisilla kertyneen annoksen sekä tarvittaessa annosnopeuden mittauslaitteilla (Suolanen ym. 2004). Suurimmat säteilyannokset aiheutuvat kuljetussäiliön ja pakkausten käsittelijöille, koska he työskentelevät lähellä säteilyn lähdettä käsittelyyn kuluvan ajan (Suolanen 2014).

Kuljetettavat radioaktiiviset jätteet pakataan niin, ettei säteilyn annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella voi ylittää IAEA:n asettamia raja-arvoja suljetulle kuljetukselle (IAEA 2009):

- 10 mSv/h missään säiliön ulkopinnalla
- 2 mSv/h missään pisteessä kuljetusvälineen ulkopinnalla
- 0,1 mSv/h missään kohdassa 2 m etäisyydellä kuljetusvälineestä

6.2.3 Välivarastointi ja loppusijoitus Yhdysvalloissa

Yhdysvaltojen energiaministeriön käytetyn polttoaineen palautusohjelman mukaisesti FiR 1 -polttoaine voidaan palauttaa Yhdysvaltoihin tietyin ehdoin (ks. luku 2.5.1.1).

Palautusohjelmassa takaisin Yhdysvaltoihin kerätty TRIGA-polttoaine tullaan välivarastoitamaan Idahon Buttessa sijaitsevaan Idahon tutkimuskeskukseen (Idaho National Laboratory, INL) (*Federal register 1996*). INL on Yhdysvaltojen energiaministeriön tieteellinen tutkimuskeskus, joka tukee ministeriötä ydinvoimaan ja energiaan liittyvässä tutkimuksessa, tieteessä ja kansallisessa puolustuksessa. Tutkimuskeskuksen alue on yhteensä noin 2 300 km² kokoinen, ja alueella on useita erilaisia laitoksia, muun muassa koereaktoreita, tutkimusrakennuksia ja käytetyn ydinpolttoaineen varastointialue. Rakennukset ovat ryhmittyneet alueelle niin, että laitosalueet ovat tyypillisesti muutaman neliökilometrin kokoisia ja niiden välillä on useita kilometrejä rakentamatonta maata. (INL 2014)

Vuonna 2010 INL:ssä varastoitiin energiantuotantokäytössä olevien ydinvoimalaitosten ja tutkimusreaktoreiden käytettyä polttoainetta noin 260 tonnia raskasmetallia (*Secretary of Energy 2012*). INL:n tämänhetkiset varastointitilat koostuvat maanpinnalla olevista vesiallas varastoista, sekä maanpäällisistä ja maanalaisista holvimaisista kuivavarastointilaitoksista (*U.S.NRC 2004*).

Kuivavarastointitekniikkaan kuuluu käytetyn polttoaineen kapselointi terässylinteriin, joka voidaan siirtää suureen terästynnyriin tai muuhun rakennelmaan. Käytetty ydinpolttoaine varastoidaan kehikoissa tai levyillä erotettuna sylinterin sisällä eri välimatkoin joko ilmatäytteisesti tai tyhjiössä. Tynnyrien tai muiden rakennelmien materiaali, tyypillisesti joko betoni, teräs, rauta tai lyijy, toimii suojana sekä lämmönpoistajana. Etäisyyttä, fissiilin materiaalin rajoitteita ja neutroneja absorboivia materiaaleja käytetään kriittisyyden estämisessä. Vaihtoehtona on kaksi erilaista kuivavarastointitekniik-

kaa, modulaarinen kuivaholvi sekä kuivien tynnyreiden käyttö. Molemmat ovat todennettua tekniikkaa ja NRC:n (Nuclear Regulatory Commission) hyväksymää. (*U.S.DoE 1996*)

Väliavarastoinnin jälkeen FiR 1 käytetty ydinpolttoaine kuljetettaisiin loppusijoituspaikkaan. Yhdysvaltojen hallinto on vastuussa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ja se on luonut 2012 uuden strategian käytetyn ydinpolttoaineen ja korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitukselle perustuen Blue Ribbon Commissionin suositukseen Yhdysvaltojen ydinvoiman käytön tulevaisuudesta. Strategiassa päämääränä on vuonna 2048 käytössä oleva maanalainen loppusijoitustila. Tällä välin käytetty ydinpolttoaine ja muu korkea-aktiivinen jäte varastoidaan useissa eri väliavarastointilaitoksissa, jotka sijaitsevat kaupallisilla ydinvoimalaitoksilla, INL:ssa Idahossa, Etelä-Carolinassa ja Washingtonissa. (*U.S.DoE 2013*)

Vuonna 2004 INL sai Yhdysvaltojen ydinturvallisuusviranomaiselta (NRC, Nuclear Regulatory Commission) luvan uuden väliavarastointilaitoksen rakentamiselle, johon myös valmistumisen jälkeen tuotava TRIGA-polttoaine olisi tarkoitus sijoittaa. (*U.S.NRC 2004*) Rakennushanke on kuitenkin pysähdyksissä ainakin vuoteen 2017 asti, jota ennen myös olemassa olevien väliavarastojen käyttömahdollisuudet tullaan tarkemmin kartoittamaan ennen rakennushankkeen mahdollista jatkoa. Väliavarastointi INL:ssä tulee päättymään vuonna 2035, jonka jälkeen FiR 1 käytetty ydinpolttoaine kuljetettaisiin toiseen osavaltioon väliavarastoitavaksi odottamaan loppusijoituslaitoksen valmistusta, jonka toiminnan on suunniteltu alkavan vuonna 2048 (*U.S.DoE 2013*).

6.2.4 Väliavarastointi Suomessa

Siinä tapauksessa, että FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetty polttoaine aiottaisiin loppusijoittaa Suomeen, tulisi loppusijoitustapaa koskevan yksityiskohtaisen selvitystyön pohjalta laatia suunnitelma, jossa määritellään myös tavoiteajat tarpeelliselle väliavarastoinnille sekä varsinaisen kapseloinnin ja loppusijoittamisen toteuttamiselle. Vaihtoehtoina käytetyn ydinpolttoaineen varastoinnille Suomessa on Teollisuuden Voima Oy:n ydinvoimalaitosalue Olkiluodossa ja Fortum Power and Heat Oy:n voimalaitosalue Loviisassa.

Olkiluodossa on erillinen KPA-varasto (Kuva 6-4), joka valmistui vuonna 1987. KPA-varastossa on tällä hetkellä käytössä kolme varastoallasta ja yksi vara-allas. Altaiden varastointikapasiteetti on tällä hetkellä noin 1200 tonnia uraania. KPA-varaston laajennusprojekti on aloitettu vuonna 2009 ja laajennus on tarkoitus saattaa loppuun vuonna 2014. Laajenuksessa on rakennettu neljä lisäällasta, joista kolmeen on tarkoitus sijoittaa tiheitä telineitä OL3:n käytettyä polttoainetta varten. Lupa polttoaineen varastoinnille haetaan OL3 käyttöluvan hakemisen yhteydessä. KPA-varaston nykyinen käyttölupa on voimassa vuoteen 2018 saakka. Loviisassa varastojärjestelmä liittyy kiinteästi voimalaitoksen rakennukseen. Loviisan käytetyn polttoaineen varastoaltaiden määrää on lisätty viimeksi vuonna 2000 ja sen jälkeen vuosina 2007, 2009 ja 2011 varastointikapasiteettia on lisätty siirtymällä käyttämään tiheitä telineitä polttoaineen varastoinnissa. (*Posiva 2014*) Molemmilla laitoksilla väliavarastointi on suunniteltu niin, että sitä voidaan jatkaa sadan vuoden ajan.

Ydinvoimalaitosten käytettyä ydinpolttoainetta säilytetään Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksella vesiallasvarastoissa. Tekninen peruste vesiallasvarastointiin on käytettyyn polttoaineeseen liittyvän jälkilämmön turvallinen poisto vesijähdytettynä. Samalla

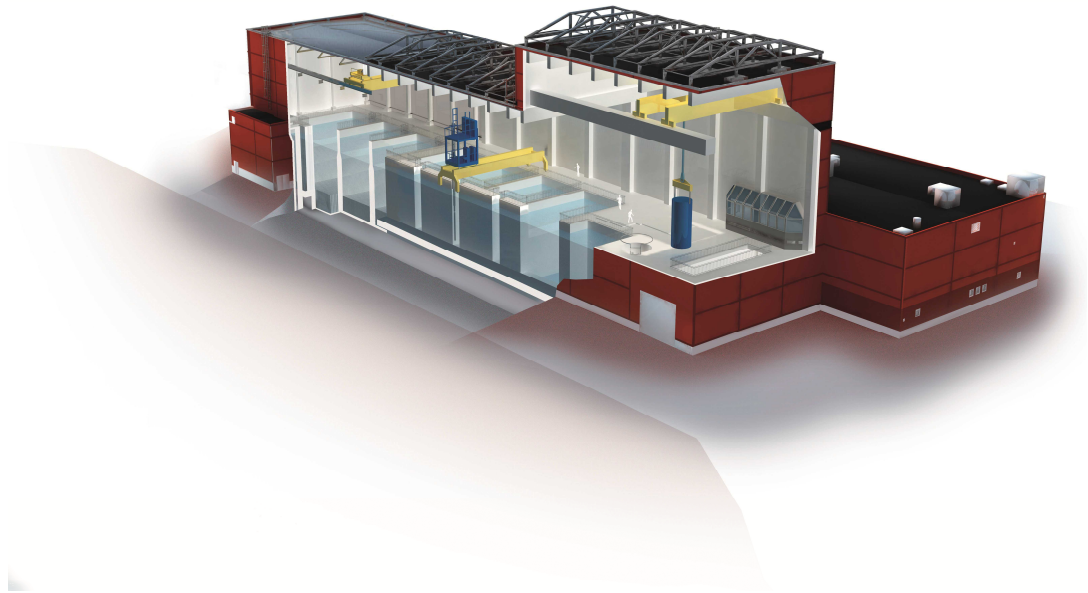
vesi toimii tehoreaktoreiden voimakkaasti säteilevän käytetyn polttoaineen säteilysuojana. Kriittisyysturvallisuus varmistetaan telinerakentein.

Euroopassa on käytössä myös ilmajäähdytteisiä ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen kuivavarastoja. Tällöin polttoaineniput suljetaan tiiviisiin säiliöihin, jotka ovat tuuletetussa tilassa tai esimerkiksi suurissa betonitynnyreissä.

FiR 1 ydinpolttoaineen pidempiaikainen (vuosikymmenten) välivarastointi voimalaitospaikoilla olisi ensisijaisesti selvitettävä kuivavarastointitavalla. Tällainenkin varastointi vaatisi samaa rakenteellista turvajärjestelyjen tasoa kuin ydinvoimalaitospolttoaine. Nykyisissä välivarastotiloissa ja -järjestelmissä ei ole kuitenkaan valmisteltua käsittelytapaa ja tilavarausta tutkimusreaktorin polttoaineelle. Siihen kohdistuisi myös kansainvälinen ydinmateriaalivalvonta välivarastoinnin ja loppusijoittamisen toteuttamisvaiheen aikana.

Varastointiratkaisussa tulisi ottaa huomioon myös polttoaineen kunnon seuranta ennen kapselointia loppusijoitusta varten.

Kun asianmukaiset tekniset ratkaisut laadittaisiin ja toteutus tapahtuisi niiden mukaan, ei FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla voimalaitosalueella olisi käytännössä turvallisuusvaikutusta. Polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna muuhun toimintaan. Varastoinnin aiheuttaman lisävalvonnan tarvetta hallinnollisesti ei ole arvioitu.



Kuva 6-4. Käytetyn polttoaineen välivarasto Olkiluodossa. (Kuva: Teollisuuden Voima Oyj)

6.2.5 Loppusijoitus Suomessa

Suomessa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) omistama Posiva Oy (Posiva) tulee rakentamaan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen Eurajoen Olkiluotoon. Suunnitellussa laitoksessa on maanpäällinen ydinpolttoaineen kapselointilaitos sekä loppusijoitustilat, jotka rakennetaan noin 420 metrin syvyyteen.

Loppusijoituslaitokseen on suunniteltu loppusijoitettavan Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden tuottamaa käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 9 000 tonnia uraania, mikä on periaatepäätöksen mukainen enimmäismäärä. FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen määrää ei ole sisällytetty Posivan periaatepäätöksiin. Loppusijoitus Olkiluodossa edellyttäisi täsmennettyä yhteistyösopimusta Posivan kanssa ja lukuisia yksityiskohtaisia teknisiä selvityksiä (ks. luku 2.5.1.2).

Alla on kuvattu yleispiirteisellä tasolla Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus-suunnitelma (*Posiva 2012a*).

Välivarastoista tuotu käytetty ydinpolttoaine pakataan kapseluihin kapselointilaitoksessa, minkä jälkeen kapselit siirretään hissillä loppusijoituslaitokseen. Loppusijoitusmenetelmän lähtökohtana on niin sanottu moniesteperiaate, jossa radioaktiiviset aineet eristetään ympäristöstä toisiaan varmistavien vapautumisesteiden avulla. Moniesteperiaatteessa yhden vapautumisesteen pettäminen ei vaaranna ydinjätteen eristyksissä pysymistä, vaan lisäesteet varmistavat ydinjätteen turvallisen sijoittamisen. Vapautumisesteinä toimivat ydinpolttoaineen olomuoto, loppusijoituskapseli, bentoniittipuskuri ja peruskallio.

Loppusijoitukseen suunnitellussa KBS-3 -menetelmässä radioaktiiviset aineet pakataan vesitiiviisiin ja kestäviin kupari-rautakapseluihin, jotka sijoitetaan noin 420 metrin syvyyteen kallioon loppusijoitustunneleihin. Kapselit ympäröidään bentoniittisavella. Loppusijoitustunnelit suljetaan sitä mukaa kuin niitä täytetään ja loppusijoitustoiminnan päätteeksi myös laitoksen tekniset tilat, ajotunnelit ja kuilut täytetään. Maanalaisten loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen maanpäälliset rakennukset puretaan ja alue maaisemoidaan.

Lähtökohtaisesti FiR 1 ydinpolttoaine olisi loppusijoitettavissa samantapaisella kapselilla kallioperään. Kapselin sijoittamiseen liittyisi erillinen (säteily- ja kriittisyysturvallisuus) turvallisuusperustelu, ja siitä riippuisi missä vaiheessa ja miten kapseli voitaisiin maan-alaisiin tiloihin siirtää. Kun asianmukaiset tekniset ratkaisut laadittaisiin ja toteutus tapahtuisi niiden mukaan, ei FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen loppusijoituksella olisi käytännössä turvallisuusvaikutusta. Polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna muuhun toimintaan.

6.3 Purku- ja huoltojäte

Purkujäte sisältää muun muassa betonia, teräsosia, alumiinia, grafiittia sekä erilaista roinaa ja ioninvaihtohartsia. Uusimpien inventaarilaskujen mukaan purkujätteen radioaktiivisten osien kokonaismäärä on noin 75 tonnia (Taulukko 6-1). Ei-radioaktiivista jätettä arvioidaan syntyvän yhteensä noin 300 tonnia (Taulukko 6-2).

Purkujätteen laskennallinen kokonaisaktiivisuus noin 38,5 TBq, jos Fluentalin tritium ei olisi käyttöjakson aikana merkittävältä osin poistunut. Radioaktiivisia aineita sisältävät muutoin teräs, alumiini, grafiitti ja betoni. Reaktorisydämen radioaktiivisimpia osia ovat säätösauvojen alumiiniset osat ja reaktorisydäntä lähinnä olevat näyteputket (0,9

MBq/g), säteilytysrenkaan teräksiset sisäosat (6,5 MBq/g) sekä grafiittiheijastin (1,2 MBq/g). Muun arvioidun aktiivisuuden nykyinen kokonaismäärä on suuruusluokkaa 2 TBq.

BNCT-aseman Fluental-hidastinaineen laskennallinen aktiivisuus on erittäin suuri. Fluentalin aktiivisuus johtuu kuitenkin laskennallisesti 99,99 prosenttisesti tritiumista, joka on beta-aktiivista eikä aiheuta merkittävästi ulkoista säteilyä purkutöissä. Lisäksi kaasumaisena aineena tritium on todennäköisesti vapautunut Fluentalista ajan kuluessa, mitä laskentaohjelmat eivät pysty huomioimaan. Ilman Fluentalin vaikutusta oheisen taulukon (Taulukko 6-1) kokonaisaktiivisuus olisi 1,8 TBq.

Tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneet radioaktiivisen jätteen määrät on huomioitu käytöstäpoiston yhteydessä huolehdittavien ydinjätteiden määrissä. Käytön aikana syntyneisiin huoltojätteisiin ei sisälly erityistyyppisiä jätteitä.

Kaikkiaan laskennallinen aktiivisuus tarkistetaan karakterisointimittauksilla viimeistään purkamisen yhteydessä.

Taulukko 6-1. Arvio pakkaamattoman radioaktiivisen jätteen määristä. (Kotiluoto & Rätty 2014)

	Tilavuus [m ³]	Massa [kg]	Tärkeimmät radioisotoopit	Kokonaisradioaktiivisuus
Betoni	25	61 000	3H, 55Fe, 60Co ja 152Eu	0,105 TBq
Grafiitti	2,61	4450	3H, 14C, 60Co, 133Ba	0,859 TBq
Teräs	0,449	3 540	63Ni, 55Fe, 60Co, 59Ni, 14C	0,268 TBq
Alumiini	0,836	2 220	55Fe, 65Zn, 63Ni, 60Co, 54Mn, 59Fe	0,364 TBq
Fluental	0,45	1 330	3H, 14C	36,5 TBq
Muut	10	2 700	3H, 14C, 108mAg, 63Ni	0,416 TBq
Yhteensä	39,5	75 100		38,512 TBq

Taulukko 6-2. Arvio ei-radioaktiivisista jätemääristä.

	Massa [t]
Betoni	250
Teräs	35
Alumiini	13
Muut	2
Yhteensä	300

6.3.1 Pakkaus ja kuljetukset

Purku- ja huoltojätteet sijoitetaan jätelajikohtaisesti sopiviin standardipakkauksiin. Purku- ja huoltojäte pakkaukset on mitoitettu siten, että ne täyttävät liikenneministeriön päätöksen (660/97) asettamat ehdot. Viranomaisten hyväksynnän lisäksi jätteen vastaanottavan tahon tulee myös hyväksyä pakkaus.

Purkujätepakkausten säteilytaso muodostuu mm. aktivoituneesta betonista sekä aktivoituneista ja kontaminoituneista metalliosista. Betoni ja alumiini ovat aktivoituneet sydänalueen ympäriltä ja suurimmat annosnopeudet aiheutuvat näistä osista leikatuista paloista sekä erityisesti sydämen ympäriltä irrotettavasta grafiittiheijastimesta sekä sen yläpuolisesta säteilytysrenkaasta. Mikäli betonilohkojen tai teräsosien aktiivisuus on suuri, vuorataan siirtoon käytettävä pakkaus tarvittaessa lyijylevyillä. Suurimmaksi osaksi FiR 1 -reaktorin suojabetonin aktiivisuustaso on alhainen, eikä aktiivisuustaso juuri erotu luonnon normaalista taustasäteilystä. Suuri osa betonista onkin valvonnasta vapautettavaa ainesta alhaisen ominaisaktiivisuuden takia.

Kiinteät jätteet pakataan varastointia ja loppusijoitusta varten astioihin, jotka helpottavat jätteiden siirtoa, estävät kontaminaation leviämistä ja vähentävät jätteiden palovaaraa. Jätteiden pakkaustilavuutta pienennetään lajittelulla, kokoonpuristuksella ja paloittelulla mahdollisuuksien mukaan. (YVL D.4)

Jos purku- ja huoltojäte viedään Olkiluodon ydinvoimalaitokselle, pakkaamiseen voitaisiin osin käyttää Olkiluodossa käytettäviä menetelmiä ja loppusijoituspakkauksia. Kuiva matala-aktiivinen purkujäte voidaan pakata sellaisenaan loppusijoituspakkauksiin tai pakata 200 litran terästynnyreihin ja sijoittaa nämä betonilaatikkoon. Aktivoitunut ja mahdollinen kontaminoitunut metalliromu tarvittaessa paloitellaan ja puristetaan pienempään tilavuuteen ja pakataan lopuksi loppusijoituspakkauksiin. FiR 1 purku- ja huoltojäte pakattaisiin siten Olkiluodossa betonisiin loppusijoituslaatikoihin, riippuen jätteen pakkaustehokkuudesta. Jos jäte on pölyävää tai sisältää pieniä irtokappaleita, voidaan se ensin pakata teräslaatikoihin ja tämän jälkeen betonilaatikkoon.

Vastaavasti Loviisan ydinvoimalaitoksessa purku- ja huoltojätteiden pakkaamiseen käytettävät menetelmät tulee määrittellä niin, että pakkaukset täyttävät STUK:n ja Fortumin vaatimukset. Tällä hetkellä laitoksen ydinjätteiden kiinteytysjärjestelmä on käyttöönottoaiheessa.

Pieni määrä FiR 1 vähäaktiivisia ioninvaihtohartseja voidaan kuivata tynnyreihin tai mahdollisesti kiinteyttää Olkiluodossa tai Loviisassa jätteen käsittelylaitoksessa.

Pakkaukset merkitään radioaktiivista sisältöä osoittavalla merkillä ja nostetaan trukilla konttiin. FiR 1 -tutkimusreaktoria purettaessa aktiivista betonia kertyy noin 5 m³, joten betoni ja muu purkujäte mahtuu todennäköisesti 6 metrin pituiseen konttiin.

Kun purku- ja huoltojätteet on pakattu viranomaisvaatimukset täyttäviin ja jätteen vastaanottavan tahon hyväksymiin pakkauksiin, voidaan niiden kuljetukseen käyttää tavantomaista kuljetuskalustoa.

Purku- ja huoltojätteen kuljetuksissa noudatetaan viranomaisohjetta YVL D.2 sekä IAEA:n määräyksiä, erityisesti TS-R-1 (*Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*) sekä SSR-6 (*Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - 2012 Edition Specific Safety Requirements*). Kuljetuksia varten laaditaan ohjeen YVL D.2 mukainen viranomaisaineisto.

Radioaktiivisen purku- ja huoltojätteen maantiekuljetuksiin on yleisesti käytetty IP-2-teollisuuskollia, jotka kuljetetaan kuorma-autoilla. Muiden jätteiden kuljetuksissa (mm. betoni) voidaan käyttää kuorma-autoon lastattavaa tavallista kuljetuskonttia. (*Lytty & Siiskonen 2014*)

Suomessa purku- ja huoltojätteen kuljetukset välivarastointitilaan (Otaniemi, Olkiluoto tai Loviisa) ja edelleen loppusijoitettavaksi (Olkiluoto tai Loviisa) oletetaan tapahtuvan maantiekuljetuksena kuorma-autolla. Alustavasti radioaktiivisten purku- ja huoltojätteen

kuljetuksia arvioidaan syntyvän noin viisi kuorma-autollista. Valvonnasta vapautettu purku- ja huoltojäte kuljetetaan laitosalueelta maantiekuljetuksena jatkokäsittelypaikkaan. Näitä kuljetuksia arvioidaan syntyvän noin 20–25 kuorma-autollista.

6.3.2 Purkujätteen erityispiirteiden vaatimukset

FiR 1 purkujäte poikkeaa suomalaisten ydinvoimalaitosten purkujätteestä erityisesti sen sisältämien alumiinin ja grafiitin osalta. Purkujätteen erityispiirteillä on merkitystä lähinnä jätteen loppusijoitusolosuhteissa.

VTT on selvittänyt (*Carlsson ym. 2014*) ydinvoimalaitosten jätetuotteista poikkeavan alumiinin ja grafiitin erityiskysymyksiä loppusijoituksen kannalta. Työ tehtiin kirjallisuuskatsauksena.

Alumiinin periaatteellinen turvallisuusmerkitys on korroosioriski loppusijoitustilan mahdollisissa muissa metallipakkauksissa ja siihen liittyvä kaasunkehitys. Loppusijoitustilat täyttyvät vähitellen pohjavedellä ja Suomessa tarkastellut loppusijoitusratkaisut olisivat vesikemiallisesti hyvin pitkään emäksisiä. FiR 1 purkujätteen alumiini ei kuitenkaan sen vähäisen aktiivisuuden vuoksi edellytä sen suoraa sijoittamista kriittiseen tilaan, vaan se voidaan sijoittaa etäämmälle muista metallijätteistä, jolloin se ei heikennä muiden jätteiden loppusijoitusturvallisuutta.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osalta haasteellisin radionuklidi grafiitissa on hiili-14, joka tulee pystyä pitkäaikaisesti eristämään biosfääristä. VTT:n selvityksessä (*Carlsson ym. 2014*) tarkasteltiin maailmalla tehtyjä kokeita grafiitin 14C-nuklidin kemiallisesta muodosta. Kemiallisella muodolla on merkitystä liukoisuuteen. Orgaaninen yhdiste kuljettaa radioaktiivista nuklidia veden mukana, kun taas epäorgaaninen yhdiste sitoutuu esimerkiksi betoniin. Tarvittaessa tämä on muoto ja ilmiön merkitys on mahdollista määrittää TRIGA-reaktorigrafiitin liukoisuustesteillä.

Alumiinia ja grafiittia sisältävä purkujäte voitaisiin viedä ulkomaille käsiteltäväksi ennen välivarastointia ja loppusijoitusta Suomessa. Käsittelyn tarkoituksena on muuttaa jäte helpommin käsiteltävään ja loppusijoitettavaan muotoon. Erottelussa jäljelle jäävä radioaktiivinen jäte palautettaisiin takaisin Suomeen loppusijoitettavaksi. Käsittelyvaihtoehtoja ulkomailla on kuvattu luvussa 2.5.2.2.

Välivarastoinnin kannalta kaikki FiR 1 purkujätteet ovat ongelmattomia, sillä ne ovat kiinteitä, palamattomia, eri lämpötiloja ja kosteutta hyvin sietäviä.

6.3.3 Välivarastointi

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi ennen loppusijoitusta tai valvonnasta vapautusta voitaisiin toteuttaa joko VTT:n hallinnoimissa tiloissa Otaniemessä, Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitosalueella tai Teollisuuden Voima Oyj:n voimalaitosalueella Olkiluodossa.

Välivarastoinnin yleisperiaatteet ovat seuraavanlaisia:

- tilan on oltava erillään ja lukittu sekä teknisesti valvottavissa
- säteilyvaikutukset vapaalla kulkualueella eivät saa asettaa rajoituksia
- merkittävää lisäsuojauksia ei tarvita, varastoitava materiaali itse toimii säteilysuojana
- varastoitava materiaali ei vapauta kaasuja, eli erillistuuletukselta ei tarvita
- se suojataan mahdolliselta ulkopuoliselta kostumiselta (vesivuoto)

- tarpeen mukaan käytetään varastokonttia, mahdollisten jätepakkausten lisäksi.
- materiaalit valitaan kestävämmän suunniteltu välivarastointiaika (esim. 15 vuotta)
- turvallisuusjärjestelmien tarve on vähäinen
- huollettavuus ja tarkastettavuus otetaan huomioon
- ulkoiset uhkat arvioidaan ja otetaan huomioon.

Suunnittelussa on tarpeen laatia yksityiskohtainen välivarastoinnin tekninen määrittely. Ydinvoimalaitosalueilla tämä täydentäisi jo olemassa olevien rakennusten ja toimintojen turvallisuusselostetta. Uusien rakennettavien tilojen osalta (Otaniemi tai Loviisa) laaditaan vastaavat selvitykset sekä toimintajärjestelmän ohjeet. Määrittelyssä otetaan huomioon STUK:n YVL- ja ST-ohjevaatimukset. Kansainvälisiä ohjeita ydinjätteiden välivarastoinnista on mm. IAEA:lla (esim. *Storage on radioactive waste, safety guide no. WS-G-6.1*).

Jätteiden välivarastoinnissa (ennen loppusijoitustilojen valmistumista) Otaniemessä, Loviisassa tai Olkiluodossa säteilysuojelujärjestelyt toteutetaan YVL-ohjeiden vaatimuksia noudattaen ja estämällä tarpeeton pääsy varastointialueelle.



Kuva 6-5. Purkujätteen välivarastointitiloja Risön tutkimuskeskuksessa Tanskassa. (Kuva: Dansk Dekommissionering)

Otaniemi

Purettavan tutkimusreaktorin rakennusta ei voida ensisijaisesti käyttää välivarastointitilana reaktorin purkamisen jälkeen, koska kokonaisuudessaan iso tila on tarkoitettu vapauttaa valvonnasta myöhempään muuhun käyttöön. Vaihtoehtona tutkitaan purku- ja huoltojätteen välivarastoinnin sijoittamista Otaniemessä VTT:n hallinnassa olevan maanalaisen tutkimushallin yhteyteen rakennettavaan säilytystilaan. Purkujäte voitaisiin STUK:n valvonnassa säilyttää täällä siihen asti, että se siirretään Olkiluodon tai Loviisan voimalaitosalueelle loppusijoitettavaksi tai jatkovarastoitavaksi.

Purku- ja huoltojätteen välivarasto tulee olemaan passiivinen varasto, joka sisältää kiinteää jätettä (mm. betonia, alumiinia, grafiittia ja terästä) eikä jätteitä siirrellä tai lisätä varastoinnin aikana. Luola sijaitsee kallioperässä, ja huolellisesti varastoitava jäte olisi erillään, valvottu ja lukittu niin, ettei siitä aiheudu rajoituksia tilan muulle käytölle.

Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon voimalaitosalue

Olkiluodossa FiR 1 purku- ja huoltojätettä voitaisiin välivarastoida keskiaktiivisen jätteen (KAJ) varastossa, matala-aktiivisen jätteen (MAJ) varastossa tai voimalaitosjäteluolassa sijaitsevassa pienjätevarastossa, joista keskiaktiivisen jätteen varasto olisi todennäköisin vaihtoehto. Välivarastoinnin jälkeen purku- ja huoltojäte siirrettäisiin VLJ-luolaan luvitusprosessin päätyttyä.

KAJ-varasto

KAJ-varasto on tarkoitettu voimalaitosyksiköiden ja KPA-varaston tuottaman matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittely- ja varastotilaksi. Lisäksi varastoa on suunniteltu OL3:n keskiaktiivisen jätteen välivarastointipaikaksi. KAJ-varastossa on myös palontorjuntajärjestelmä, aktiivisuusmittausjärjestelmä ja lattiaviemärijärjestelmä. Varasto pidetään alipaineisina ulkoilmaan nähden.

FiR 1 purku- ja huoltojätteen varastoinnin toteutuessa KAJ-varastolla jätteen tilavuus pyrittäisiin pitämään käytännöllisen pienenä varastotilan ollessa rajallinen. Lisäksi varastolla tapahtuva muu toiminta (mm. jätteiden käsittely ja kompaktointi) on otettava huomioon, jotta varaston normaali toiminta ei häiriinny.

MAJ-varasto

MAJ-varastolla käsitellään ja varastoidaan lähinnä hyvin matala-aktiivista huoltojätettä, joka on tarkoitus vapauttaa valvonnasta. Varastossa on valvottu viemärointi ja varastotila pidetään alipaineisena ulkoilmaan nähden.

VLJ-luola

STUK:n hallussa olevat radioaktiiviset pienjätteet varastoidaan erillisen sopimuksen nojalla Olkiluodon VLJ-luolaan. Pienjätevaraston käytöstä FiR 1 purku- ja huoltojätteen varastointiin tulisi sopia erikseen. Pienjätevaraston tilavuus on jo nyt osoittautunut pieneksi STUK:n hallussa olevien pienjätteiden varastointiin, eikä näin ollen luultavasti ole tarkoituksenmukainen välivarasto FiR 1 purku- ja huoltojätteelle.

Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitosalue

Loviisan voimalaitoksella ei ole tällä hetkellä olemassa valmiina FiR 1 purku- ja huoltojätteen välivarastoinnille tai loppusijoitukselle soveltuvia tiloja. Uusi, teknisesti soveltuva varastotila olisi mahdollista rakentaa esimerkiksi seuraavasti:

Välivarastointi tarkoitusta varten rakennettavassa hallissa

Mikäli laitosalueelle rakennetaan uusia rakennuksia, ne tulitisiin suunnittelemaan hyödyttämään myös muuta käyttöä, esimerkiksi vapautettavan jätteen varastointiin tai kiinteytystuotteiden varastointia varten. FiR 1 purku- ja huoltojätteen välivarastointia varten rakennuksesta osa jouduttaisiin mahdollisesti rakentamaan valvonta-alueena.

Varastointi metalliromun käsittelyrakennuksessa

Laitosalueelle on tehty aluevaraus käytöstäpoiston aikaisen metalliromun käsittelyrakennukselle. Hankkeen toteutuessa rakennusta voitaisiin pienin muutoksin käyttää FiR 1 purku- ja huoltojätteen välivarastointiin oletuksella, että välivarastoitava jäte saataisiin

siirrettyä loppusijoitustiloihin ennen rakennuksen palauttamista alkuperäiselle käyttötarkoitukselle.

Välivarastointi käytöstäpoistojätteen loppusijoitustiloissa

Maanalaisiin loppusijoitustiloihin voitaisiin louhia sinne suunniteltuja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustiloja jo tässä vaiheessa eikä käytöstäpoistosuunnitelman mukaisesti vasta 2020-luvulla.

Välivarastointi erilliseen VLJ-luolaan louhittavaan tilaan

Loviisan VLJ-luolaan olisi mahdollista louhia erillinen tila FiR 1 purku- ja huoltojätettä varten.

6.3.4 Loppusijoitus

Tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen loppusijoitus voitaisiin toteuttaa Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosalueen kallioperään joko matala-aktiivisen jätteen tai keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaan tai reaktoreiden käytöstäpoiston jälkeen toteutettavaan purkujätteen loppusijoitustilaan.

Ydinjätteiden varastoinnille ja loppusijoitukselle on olemassa säteilysuojelujärjestelyt nykyisissä voimalaitosjätteiden loppusijoitusluolissa. Varastointi- ja loppusijoitusalueilla työntekijöiden säteilysuojelusta huolehditaan, säteilyaltistusta seurataan sekä alue jaotellaan säteilysuojelualueisiin ja vyöhykkeisiin sekä alueella on asianmukaiset säteilyvalvontajärjestelmät. (YVL D.4, D.3)

Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon voimalaitosalue

Olkiluodossa on vuonna 1992 otettu käyttöön matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila, VLJ-luola. Olkiluodon loppusijoitustila sijaitsee voimalaitosalueella ja luola ulottuu noin 100 metrin syvyydelle Olkiluodon kallioperään.

VLJ-luola muodostuu nykyisin kahdesta kallioon louhitusta noin 35 metriä korkeasta ja 24 metriä halkaisijaltaan olevasta siilosta, joiden alapinta on 95 metrin syvyydellä. Toisessa siilossa on teräsbetonieristys jätteen ja kallion välissä. Matala-aktiivisen jätteen (MAJ) siilo on mitoitettu 5 000 kuutiometrille jätettä ja kokonaisaktiivisuudelle 10 TBq (10^{13} Bq). Keskiaktiivisen jätteen siilo on mitoitettu 3 500 kuutiometrille jätettä ja kokonaisaktiivisuudelle 1 000 TBq (10^{15} Bq). Kaikki jätteet pakataan teräsbetonilaatikkoihin. Lisäksi määrät jätteet on pakattu 200 litran terästynnyreihin, joiden sisältö on kiinteitetty bitumiin. Myös pääosa kuivista jätteistä pakataan tynnyreihin, jotka on puristettu kokoon puristimella. Olkiluodon loppusijoitustilaa on suunniteltu laajennettavaksi uusien ydinvoimalaitosyksiköiden (OL3, OL4) käytössä syntyvien voimalaitosjätteiden sekä kaikkien laitosyksiköiden purkamisesta syntyvien jätteiden loppusijoittamiseksi erillisissä siiloissa.

Matala-aktiiviset jätteet sijoitetaan kalliosiiloon (noin 5 000 kuutiometriä) ja keskiaktiiviset jätteet toiseen kalliosiiloon rakennettuun teräsbetoniseen siiloon (noin 3 500 kuutiometriä). Luolaa tullaan laajentamaan uusien reaktoreiden voimalaitosjätteitä varten kahdella siilolla sekä neljällä uudella siilolla laitosten käytöstäpoiston purkujätettä varten. Reaktoripaineastioita varten rakennetaan kaksi erillistä pystykuilua.

Kun luolan käyttö päättyy, yhteydet luolaan suljetaan. Sulkemisen jälkeen tilaa ei tarvitse valvoa, ja jätteiden radioaktiiviset aineet muuttuvat aikaa myöten ympäristölle vaarattomiksi. (Teollisuuden Voima Oyj 2008)

Jos FiR1 purku- ja huoltojätteiden välivarastointi toteutetaan Olkiluodossa, olisi tarkoituksenmukaista soveltuvin osin toteuttaa myös loppusijoitus Olkiluodon VLJ-luolassa matala-aktiivisen jätteen siiloon. Määrällisesti FiR 1 purku- ja huoltojätteet sopivat pääosin MAJ-siiloon loppusijoitettavaksi, kunhan erityisjätteiden (grafiitti, alumiini ja fluoriyhdiste Flual) turvallisuusratkaisu (kapseli/pakkaus tms.) ja -perustelu on ratkaistu.

Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitosalue

Fortumin ydinvoimalaitosalueella matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustila on louhittu voimalaitosalueelle kallioon 110 metrin syvyyteen. Loppusijoitustila koostuu kahdesta tunnelista ja luolasta. Loppusijoitustilassa on omat tilansa huoltojätteille ja kiinteätetylle jätteelle.

Laitoksella on edelleen käyttöönottoaiheessa nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitos, jossa muun muassa prosessivesien puhdistuksessa käytetyt ioninvaihtohartsit sekä haihdutusjätteet kiinteytetään sementin kanssa teräsbetoniin jäteastioihin, jotta niiden käsittely ja loppusijoitus olisi turvallisempaa. Kiinteät radioaktiiviset jätteet pakataan 200 litran peltitynnyreihin. Kiinteytetty ioninvaihtomassa loppusijoitetaan luolaan sylinterimäisissä teräsbetoniastioissa. Kiinteytyslaitos on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2013. (Fortum Power and Heat Oy 2012)

Fortumilla on lisäksi suunnitelmat purkujätteen loppusijoitukselle olettaen, että ydinvoimalaitosyksiköt ovat käytössä noin 50 vuotta. Päätös tämän purkujätelaitoksen luvutuksesta tehdään, kun yhtiössä ratkaistaan lopullisesti kyseisten yksiköiden käyttöaika.

Voimalaitosjätteen loppusijoitustilojen rakentaminen nykyisen matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan yhteyteen on suunniteltu alkavan 2020-luvulla. Voimalaitoksen purkaminen on suunniteltu aloitettavaksi välittömästi käytön lopettamisen jälkeen vuonna 2027. FiR 1 huolto- ja purkujätteen loppusijoitus voitaisiin ottaa mukaan tähän suunnitteluun jos Loviisa valitaan loppusijoituspaikaksi. Suunnittelussa huomioidaan FiR 1 jätteiden erityispiirteiden turvallisuusvaatimukset, kuten Olkiluodon loppusijoitusvaihtoehdossa.

6.3.5 Jätteiden valvonnasta vapautus

Valvonnasta vapauttaminen tarkoittaa aktiivisuudeltaan vähäisten FiR 1 -tutkimusreaktorin rakennemateriaalien sekä käyttö- ja huoltojätteiden luokittelua huolellisen mittaamisen perusteella tavanomaiseksi jätteeksi tai kierrätettäväksi uusiokäyttöön.

Tällaista käytännön toimintaa koskevat kansainvälisesti kehitetyt menettelytavat (*European Commission Radiation Protection 2000*), joihin kansalliset menettelyt perustuvat. Suomessa Säteilyturvakeskuksen ohje YVL D.4 koskee myös valvonnasta vapauttamista. Sen perusvaatimuksena on, että vapautetuista materiaaleista väestön yksilöille tai jätteitä käsitteleville työntekijöille aiheutuva vuosiannos ei ylitä arvoa 0,01 mSv ja että valvonnasta vapautetusta jätteestä aiheutuva säteilyaltistus pidetään muutoinkin niin vähäisenä kuin käytännön toimin on mahdollista.

Valvonnasta vapauttaminen voi tapahtua yleisesti (määränpäätä ei määritellä tai se ilmennetään vain pääpiirteisesti) tai tapauskohtaisen menettelyn kautta. Tapauskohtaiseen menettelyyn liittyy aina turvallisuusanalyysi. Tutkimusreaktorin purkujätteitä koskevan tiedon perusteella on ilmeistä, että ne voidaan käsitellä pääosin Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla tapauskohtaisella menettelyllä.

Käytännön kierrätysmahdollisuudet FiR 1 -tutkimusreaktorin purkujätteelle ovat hyvin rajalliset purkamisen pienten materiaalmäärien vuoksi, lähinnä ne koskevat suojarakenteen betonia ja allasalumiinia. Vapautettu betonijäte toimitettaisiin esimerkiksi rakennusteollisuuden vastaanottojärjestelmiin, missä se muun vastaavan betonimurskan kanssa käytettäisiin esimerkiksi maanrakennuksen täyteaineena. Suurin osa Suomessa muuten kierrätykseen erotettavasta alumiinista tulee teollisuus-, elektroniikka-, ajoneuvo- ja metallipakkausromusta. Metallinen alumiini toimitetaan teollisuuteen ja valetaan uudeksi tuotteeksi.

Grafiitin suhteen ei uusiokäyttöä reaktorigrafiittina ole. Aikanaan käytöstä poistetun termisen patsaan matala-aktiivinen grafiitti voitaisiin polttaa esimerkiksi Ekokemin laitoksella, mutta se ei ehkä ole kannattavaa.

7 KÄYTÖSTÄPOISTON YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT

7.1 Radioaktiivisten aineiden päästöt

Säteilyturvakeskuksen hyväksymissä tutkimusreaktorin turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on määritelty ilmaan ja veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen raja-arvoksi kymmenesosa ydinvoimalaitoksia koskevasta vastaavasta raja-arvosta, joka on annettu valtioneuvoston asetuksessa (733/2008). Säteilyturvakeskuksen vahvistama käytön aikainen raja 3,7 TBq perustuu Ar-41 päästöön, jota ei purkamisvaiheessa synny. Purkamisvaiheen mahdolliset lisärajoitukset antaa Säteilyturvakeskus. Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto ja purkaminen suunnitellaan Säteilyturvakeskuksen ohjeen YVL C.3:n mukaisesti.

Purkamistoimenpiteissä radioaktiivisten aineiden päästöjä voi syntyä vähäisiä määriä reaktorin ja sen rakenteiden purkamisen yhteydessä (esim. Co-60), riippuen valittavista leikkaamis- ja lohkomismenetelmistä. Menetelmät pyritään valitsemaan siten, ettei hiukkasmaisia päästöjä pääse syntymään. Hiukkasmuodossa olevien aktiivisten aineiden leviämistä rajoitetaan ja tuuletusilman aktiivisuutta poistokanavassa valvotaan jatkuvalla mittauksella.

Purkutöistä radioaktiivisten aineiden päästöjä voi syntyä myös vaurioituneen polttoainesauvojen käsittelyn aikana. Nämä päästöt voisivat sisältää erittäin pieniä määriä jalokasuja (ksenon ja krypton). Päästöt kuitenkin rajoittuisivat reaktorirakennuksen sisälle työtilaan, sillä purkamisessa toteutetaan sellaiset suojausjärjestelyt, ettei reaktorilta pääse radioaktiivisia aineita rakennuksen ulkopuolelle herkilläkään menetelmillä havaittavia määriä.

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistovaiheen aikana reaktorirakennuksen ilmanvaihto on alipaineistettu ulkoilmaan nähden kolmiportaisesti kuten käyttövaiheen ajanakin: ilma virtaa ulkoa toimistohuoneisiin, toimistohuoneista hallitilaan ja hallitilasta reaktoritankin yläpuoliseen tutkimustilaan, joka on salipaineisin. Tuuletuksen poistopuhallus voidaan kytkeä kulkemaan suodattimien kautta. Lisäksi säteilytystiloista ja eräistä tutkimuslaitteistoista on erillinen ilmanvaihto. Tuuletusilman aktiivisuutta poistokanavassa valvotaan jatkuvalla mittauksella.

Tutkimusreaktorin normaalikäytössä ei synny radioaktiivista jätevettä, eikä sitä synny myöskään käytöstäpoistovaiheessa. Reaktorirakennuksen työvaiheen käsienpesualtaista ja vuotoihin varatuista lattiakaivoista kertyvät vedet johdetaan keräilyssäiliöihin (2 kpl, 15 m³), joiden vesien radioaktiivisuus määritetään näytteistä herkin menetelmin. Jätevedessä ei ole havaittu käytön aikana radioaktiivisia aineita ennen niiden tyhjentämistä (tyhjennys tehty viimeksi vuonna 2011). Ennen purkamista polttoainealtaan puhdistettu vesi johdetaan keräilyssäiliöihin ja mittauksen jälkeen puhdas vesi johdetaan keräilyssäiliöistä sadevesiviemäröinnin kautta läheiseen lampeen (Ossinlampi) ja lammen kautta mereen (Laajalahti).

7.2 Kuljetukset ja liikenne

Käytetty ydinpolttoaine pakataan tarkoitukseen soveltuvaan kuljetuspakkaukseen. Kaikki polttoaine (käytetty ja käyttämätön) mahtuu yhteen kuljetuspakkaukseen, joten ydinpolttoaineen kuljetuksia laitosalueelta lähtee vain yksi. Kuljetus toteutetaan tarkoitukseen soveltuvalla kuorma-autolla valvottuna kuljetuksena, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö.

Purkujätteen osalta kuljetuksia tutkimusreaktorilta on yhteensä noin 30 kuorma-autollista, joista noin viisi on radioaktiivisen jätteen kuljetuksia ja 20–25 muun rakennusjätteen (lähinnä betonin) kuljetuksia.

Käytöstäpoiston aikana alueelle kohdistuu myös hieman työntekijöiden työmatkaliikennettä. Purkutöihin arvioidaan osallistuvan noin 10 henkilöä.

7.3 Muut päästöt ilmakehään

Tutkimusreaktorin purkamisesta ei synny tavanomaisia päästöjä ilmakehään.

Purkutyöstä voi aiheutua hieman pölyämistä, mutta pölyäminen pyritään rajoittamaan pääosin reaktorirakennuksen sisätiloihin purkutöiden yhteyteen. Pölyn leviäminen rakennuksen ulkopuolelle estetään asianmukaisesti ja purkutöissä noudatetaan työturvallisuuslainsäädännön määräyksiä. Pölyävän purkutyövaiheen kesto on lyhyt.

Käytöstäpoiston yhteydessä suoritettavista kuljetuksista ja liikennöinnistä aiheutuu vähäisiä määriä pakokaasupäästöjä ilmaan.

7.4 Muut vesipäästöt ja jätevedet

Tutkimusreaktorin jäähdytysjärjestelmässä ei käytetä vesilauhdutusta, sillä reaktorisydäimestä käytön aikana veteen siirtyvä lämpöenergia vapautuu ilmakehään viereisen laboratoriorakennuksen katolla olevien lämmönvaihtimina toimivien kolmen jäähdytystornin kautta. Näin ollen laitoksesta ei synny jäähdytysvesiä eikä lämpökuormaa vesistöön.

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyneet tavanomaiset jätevedet käsitellään asianmukaisesti ja analysoinnin jälkeen johdetaan Espoon kaupungin viemäriverkostoon.

7.5 Jätteet

Käytöstäpoistossa syntyvät radioaktiiviset jätteet on kuvattu luvuissa 6.2 (käytetty polttoaine) ja 6.3 (purku- ja huoltojäte). Purkamisessa syntyy ei-radioaktiivista jätettä noin 300 tonnia, joka koostuu lähinnä betonista, teräksestä ja alumiinista. Nämä jätteet toimitetaan asianmukaisesti lajiteltuna jatkokäsittelyyn tai hyödynnettäväksi.

Lisäksi käytöstäpoiston aikana syntyy vähäisiä määriä myös tavanomaisia jätteitä (esimerkiksi paperi- ja muovijätettä) ja vaarallisia jätteitä (esimerkiksi loisteputkia ja kemikaaleja).

VTT:n yhteiskuntavastuuseen kuuluu huolehtia myös ympäristöturvallisuudesta. VTT:lle on myönnetty ISO 14001 -ympäristöjohtamisjärjestelmän mukainen sertifikaatti 16.1.2014. VTT:llä on jätehuoltosuunnitelma, jota noudatetaan kaikissa jätehuoltoon liittyvissä toiminnoissa VTT:n eri kiinteistöissä. Vaarallisten jätteiden osalta VTT:n sopimustoimittajana on Ekokem Oyj.

7.6 Melu ja värinä

Reaktorin käytöstäpoiston purkutöissä aiheutuu jonkin verran melua ja värinää, jotka kuitenkin kohdistuvat lähinnä reaktorirakennuksen sisälle. Purkutyöt tehdään pääsääntöisesti päiväsaikaan kello 7.00–19.00 välisenä aikana. Purkutöissä huomioidaan työturvallisuuslainsäädännön asettamat ohjeet:

Valtioneuvosto on antanut päätöksen ulko- ja sisämelutason ohjearvoista (VNP 993/92) meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi. Sen mukaan asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla melutaso ei saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason (LAeq) päiväohjearvoa (klo 7–22) 55 dB ja yöohjearvoa (klo 22–7) 50 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei kuitenkaan sovelleta yöohjearvoja. Yöohjearvoa ei myöskään sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Työturvallisuuslaki (738/2002) sisältää säännökset työntekijöiden altistumisesta melulle. Sen mukaan työntekijän altistuminen melulle on rajoitettava niin vähäiseksi, ettei siitä aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle. Tärkein melua koskeva säädös on valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuilta vaaroilta (85/2006).

7.7 Kemikaalit ja haitta-aineet

Reaktorirakennus on rakennettu 1950-luvulla, jolloin Suomessa käytettiin yleisesti asbestia palonsuojauksessa, putkieristeissä, laatoissa sekä kiinnitys- ja saumaustaasteissa. Asbestin lisäksi myös muita terveydelle haitallisia rakennusaineita käytettiin aina 1980-luvulle saakka.

VTT:n reaktorirakennus peruskorjattiin 1990-luvulla, jolloin uusittiin suurin osa ilmastoinnin ja lämmönvaihtimien putkistoista ja rakenteista. Remontin yhteydessä asbestin esiintyminen rakenteissa selvitettiin, ja asbestieristeet ja muut haitta-aineet poistettiin.

Rakennuksessa mahdollisesti jäljellä olevat vanhat muovilaatat ja laattojen liima-aineet tutkitaan asbestin ja muiden rakennusmateriaalien haitta-aineiden osalta ennen purkutöiden aloittamista. Jos haitta-aineita vielä esiintyy 90-luvun remontista huolimatta, purkutytöt ja jätteiden loppusijoitus tehdään asianmukaisesti lakien ja säädösten mukaisesti.

Tutkimusreaktorin tiloissa on vähäisiä määriä lähinnä siivouksessa ja lääketieteellisissä tutkimuksissa käytettyjä kemikaaleja. Kemikaalit pakataan asianmukaisesti ja toimitetaan jatkokäsittelyyn vaarallisena jätteenä ennen tilan purkamista.

8 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET

8.1 Kaavoitus

Tutkimusreaktorin purkaminen ei vaikuta kaavoitukseen. Sekä voimassa olevassa asemakaavassa että alueelle vireille tulevassa asemakaavan muutosehdotuksessa alue on osoitettu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi. Asemakaavassa ei ole osoitettu ydinlaitoksen suojavyöhykettä tai muita vastaavia alueita, joiden tarve poistuisi reaktorin käytöstäpoiston johdosta.

Välivarastointi- ja loppusijoituspaikoilla voimassa olevat kaavat sallivat hankkeen mukaisen toiminnan, eikä niitä ole tarvetta muuttaa.

8.2 Ympäristövaikutusten arviointi

YVA-lain (468/1994) ja YVA-asetuksen (713/2006) mukaisesti tutkimusreaktorin käytöstäpoisto edellyttää ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. YVA-selostus liitetään käyttöluvan muutoshakemukseen.

8.3 Ydinenergiain mukaiset päätökset ja luvat

8.3.1 Käyttölupa

Ydinenergiain (990/1987) 16 §:n 1 momentin mukaan luvan ydinlaitoksen käyttöön myöntää valtioneuvosto. Ydinlaitoksen käyttöluva voidaan myöntää edellyttäen, että ydinenergiain 20 §:ssä luetellut edellytykset täyttyvät.

Valtioneuvosto on myöntänyt 8.12.2011 tutkimuskeskus VTT:lle ydinenergiain (990/1987) 20 §:ssä tarkoitetun, tällä hetkellä voimassa olevan luvan:

1. käyttää Espoon Otaniemessä sijaitsevaa FiR 1 -tutkimusreaktoria sädehoitoon, tutkimukseen, opetukseen ja isotooppituotantoon 31.12.2023 asti;
2. pitää hallussaan, käyttää, käsitellä ja varastoida ydinmateriaaleja VTT:n hallinnoimalla materiaalitasalueella, jota Säteilyturvakeskus, IAEA ja Euratom valvovat. Materiaalitasalue tarkoittaa reaktorirakennusta ja siihen liittyvää laboratoriorakennusta.

Lupaan sisältyy turvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevia ehtoja.

8.3.2 Käyttöluvan ehtojen uudistaminen ja käytöstäpoisto

Tutkimusreaktorin käytöstäpoiston aloittaminen edellyttää, että ydinenergiain mukainen käyttöluva vastaa laitoksen tilaa ja siten lupaehtojen muuttamista. Käytöstäpoistoa koskevat lupaehtojen täsmennykset voidaan toteuttaa luvanhaltijan hakemuksen perusteella tai lupaviranomaisen päätöksellä ydinenergiain 25 §:n mukaisena lupaehtojen muutoksena. Tutkimusreaktorin käyttö (fissiot ja neutronien tuotto) lopetetaan sammuttamalla reaktori turvallisesti (safe enclosure). Purkua koskevat pääperiaatteet ja tavoitteet kuvataan hakemuksessa, tarkemmat selvitykset toimitetaan Säteilyturvakeskukselle.

VTT toimittaa käyttöluvaehtojen muutosta koskevan hakemuksen valtioneuvostolle ja liittää siihen Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 24 §:ssä mainitut hakijaa koskevat selvitykset sekä soveltuvasti 34 §:ssä esitetyt selvitykset:

1. selvitys ydinlaitoksen sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä;
2. selvitys ydinlaitoksessa valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä;
3. pääpiirteinen selvitys teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisuksista sekä muista järjestelyistä, joilla turvallisuus on varmistettu;
4. selvitys noudatetuista turvallisuusperiaatteista sekä arvio periaatteiden toteutumisesta;
5. selvitys toimenpiteistä ydinlaitoksen ympäristörasituksen rajoittamiseksi;
6. selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja ydinlaitoksen käyttöorganisaatiosta;
7. selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi mukaan luettuna ydinlaitoksen purkaminen ja ydinjätteiden loppusijoitus sekä selvitys ydinjätehuollon aikataulusta ja arvioituista kustannuksista;
8. selvitys hakijan rahoitusasemasta, ydinlaitoksen rahoituksen hoitosuunnitelma sekä ydinlaitoksen tuotannollinen suunnitelma;
9. hakijan tilinpäätösasiakirjat kaikilta 32 §:n 13 kohdassa mainittuja vuosia seuraavilta vuosilta tai jos ydinlaitokselle on aikaisemmin myönnetty käyttöluva, edellisen käyttöluvan hakemisvuodelta ja sitä seuraavilta vuosilta;
10. selvitys siitä, miten mahdollisia rakentamisluvan ehtoja on noudatettu tai jos ydinlaitokselle on aikaisemmin myönnetty käyttöluva, miten mahdollisia edellisen käyttöluvan ehtoja on noudatettu; sekä
11. muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys.

Keskeiset kuvaukset esitetään kohdissa 4.–7. sekä 11. (ml. YVA-selostus).

Lisäksi Säteilyturvakeskukselle soveltuvasti toimitetaan ydinenergia-asetuksen (161/1988) 36 §:n mukaisesti:

1. lopullinen turvallisuusseloste;
2. todennäköisyysperusteinen riskianalyysi;
3. luokitusasiakirja, jossa esitetään ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden luokittelu niiden turvallisuusmerkityksen perusteella;
4. ydinlaitoksen käytön laadunhallintaohjelma;
5. turvallisuustekniset käyttöehdot, joissa määritellään ainakin ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavia prosessisuureita koskevat rajat eri käyttötiloissa, annetaan määräyksiä laitteiden vikaantumisen aiheuttamista käyttörajoituksista sekä esitetään vaatimukset turvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden koestuksille;
6. määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelma;
7. suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi;
8. selvitys ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä;

9. ydinlaitoksen johtosääntö;
10. selvitys ympäristön säteilyn perustilasta ja ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvontaa koskeva ohjelma; (31.10.2013/755)
11. selvitys turvallisuusvaatimusten täyttymisestä; sekä
12. ikääntymisen hallintaohjelma.

Milloin käyttö lupaa haetaan sellaista ydinlaitosta varten, joka on jo ollut käytössä, 1 momentissa tarkoitettujen asiakirjain tarpeen toimittaa säteilyturvakeskukselle vain niiltä osiltaan, joilta niitä ei aiemmin ole toimitettu. Tämän nojalla tullaan tarkastelemaan yksittäisten kohtien soveltuvuutta, esimerkiksi kohdat 2.–6. ja 12. eivät suoraan koske käytöstäpoistovaihetta.

Luvanhakijan on lisäksi toimitettava Säteilyturvakeskukselle muut Säteilyturvakeskuksen tarpeelliseksi katsomat selvitykset.

Säteilyturvakeskukselle toimitetaan hyväksyttäväksi yksityiskohtainen käytöstäpoiston suunnitelma. Suunnitelman sisältöä koskevat tarkemmat vaatimukset on annettu ohjeessa YVL D.4 ”Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstäpoisto”. Voi olla tarkoituksenmukaista, että lopullinen purkus suunnitelma muodostuu osakokonaisuuksista, joille pyydetään STUK:n hyväksyntä ennen kyseisen vaiheen aloittamista.

Muut keskeiset tutkimusreaktorin käytöstäpoiston turvallisuutta sekä ydinjätehuoltoa (ml. käytetty polttoaine), koskevat YVL-ohjeet ovat:

- YVL A.11, Ydinlaitoksen turvajärjestelyt
- YVL C.2, Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta
- YVL D.1, Ydinmateriaalivalvonta
- YVL D.2, Ydinainesten ja ydinjätteiden kuljetus
- YVL D.3, Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi
- YVL D.5, Ydinjätteiden loppusijoitus

8.3.3 Ydinjätehuolto

Nykyisessä muodossa ydinenergiailaissa ei ole yksityiskohtaisia määräyksiä ydinlaitosten käytöstäpoistoon tai purkamiseen, vaan ne katsotaan osaksi ydinjätehuoltoa.

Ydinenergiain 3 §:n mukaan ydinjätteisiin kuuluvat sekä ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet, käytetyn ydinpolttoaineen muodossa tai muussa muodossa olevat radioaktiiviset jätteet että ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena radioaktiivisiksi muuttuneet aineet, esineet ja rakenteet, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityisiä toimenpiteitä.

Ydinenergiain 6 a §:n mukaan ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Tämä ei kuitenkaan koske:

- vähäisiä määriä ydinjätteitä, jotka toimitetaan tai on toimitettu ulkomaille tutkimustarkoituksessa; (23.5.2008/342)

- ydinjätteitä, joissa radioaktiivisten aineiden määrä on vähäinen ja jotka toimitetaan toiseen maahan käsiteltäviksi tarkoituksenmukaisella tavalla; eikä (23.5.2008/342)
- ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena.

Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) on YEL 32 §:n mukaan määrättävä VTT:n huolehtimisvelvollisuus ydinjätteistä päättyneeksi, kun vastuu on

1. YEL 30 §:n mukaisesti siirretty toiselle toimijalle; tai
2. ydinjätteet on 6 a §:n 2 momentissa tarkoitettulla lopulliseksi hyväksytyllä tavalla siirretty Suomen oikeudenkäytövallan ulkopuolelle; tai
3. ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen on suoritettu YEL 33 §:n mukaisesti ja jätehuoltovelvollinen on suorittanut valtiolle kerta-kaikkisen maksun näiden ydinjätteiden vastaisesta tarkkailusta ja valvonnasta.

YEL 33 §:n mukaan ydinjätteiden loppusijoitus on suoritettu, kun säteilyturvakeskus on todennut ydinjätteet sijoitetuksi pysyväksi hyväksymällään tavalla. Ydinlaitos on poistettu käytöstä, kun Säteilyturvakeskus on todennut, että laitosalueen rakennuksissa ja maaperässä jäljellä olevien radioaktiivisten aineiden määrä on tämän lain nojalla asetettujen vaatimusten mukainen.

YEL 34 §:ssä todetaan, että kun jätehuoltovelvollisen huolehtimisvelvollisuus on 32 §:n 1 momentin 3 kohdan nojalla päättynyt, siirtyy omistusoikeus ydinjätteisiin valtiolle, jonka on sen jälkeen vastattava ydinjätteistä. Jos se loppusijoituksen jälkeen on tarpeellista, on valtiolla oikeus ryhtyä paikassa, johon ydinjätteitä on loppusijoitettu, kaikkiin niihin toimenpiteisiin, joita ydinjätteiden tarkkailu ja valvonta sekä ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuuden varmistaminen edellyttävät.

8.3.4 Säteilylain mukainen turvallisuuslupa

VTT:llä on useita säteilylain mukaisia turvallisuuslupia. Turvallisuuslupa (nro 4672/L13/11) liittyy säteilytoimintaan Otakaari 3:ssa ja sisältää erilaisten muussa käytössä olevien säteilylähteiden lisäksi reaktorilla tapahtuvan neutroniaktiivointianalyysin ja radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamisen sekä reaktorisydämessä sijaitsevan käytön aikana aktivoituvan antimoni-beryllium neutronilähteen. Kyseisessä turvallisuusluvassa on myös lueteltu käytössä olevat säteilymittarit.

Reaktorin käytön lopettamisen yhteydessä turvallisuuslupaan on tarpeen hakea muutosta reaktoria koskevilta osin.

8.3.5 Kuljetusluvut ja käytetyn polttoaineen siirto

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus on ydinenergialain 8 §:n perusteella luvanvaraista, ja ydinenergia-asetuksen (YEA 161/1988) 56 §:n mukaan luvan ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljettamiseen Suomessa tai Suomen alueen kautta myöntää Säteilyturvakeskus polttoainekuljetuseräkohtaisesti. Tämä on käytännössä YVL D.2 -ohjeen mukainen hyväksymispäätös.

Kuljetukseen saa ryhtyä vasta kun Säteilyturvakeskus on todennut, että kuljetuskalusto ja kuljetusjärjestelyt sekä turva- ja valmiusjärjestelyt täyttävät niille asetetut vaatimuk-

set ja että vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty (YEA 56 §, 115 §).

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia ja siihen käytettävää tekniikkaa sääntelevät lisäksi muun muassa:

- laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994)
- valtioneuvoston asetus (194/2002) ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (369/2011) sekä valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluovasta (401/2011)
- asetuksen (369/2011) liite pohjautuu IAEA:n suositukseen radioaktiivisten aineiden osalta
- valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (195/2002) ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (370/2011),
- INF-säännöstö (*International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships*)
- IMDG-säännöstö (*International Maritime Dangerous Goods Code*) merikuljetuksissa, sekä kulloinkin voimassa oleva Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín päätös. IMDG-säännöstössä radioaktiiviset aineet kuuluvat luokkaan seitsemän (Class 7)
- STUK:n ohje YVL D.2 Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus, joka kattaa myös tuoreen polttoaineen
- Security in the Transport of Radioactive Material, NSS No. 9, IAEA (2008)
- Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA (2012)
- STUK:n ohje ST 5.7 Radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirrot
- Käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja koskee direktiivi 2006/117/Euratom, joka on otettu huomioon Suomen lainsäädännössä

Kuljetuksissa ulkomaille (tässä tapauksessa meriteitse Yhdysvaltoihin) on noudatettava kansainvälisiä määräyksiä. Käytetyn ydinpolttoaineen merikuljetuksiin liittyviä määräyksiä ovat Kansainvälisen IAEA:n ohjeistuksen lisäksi INF-säännöstö (*International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships*) ja IMDG-säännöstö (*International Maritime Dangerous Goods Code*) jotka liittyvät ihmishenkien turvaamisesta merellä tehtyyn yleissopimukseen (SOLAS).

8.4 Väliavarastointia ja loppusijoitusta koskeva luvitus

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyvien purku- ja huoltojätteiden väliavarastointi ja loppusijoitus edellyttää ydinenergialain mukaista luvitusta. Lupa väliavarastointiin haetaan osana käytöstäpoistoon liittyvän käyttöluohtojen muutosta. Tarkoituksenmukaisten tilojen yksityiskohtainen määrittely koskisi joko VTT:n hallinnassa olevaa Espoon Otaniemen, Fortumin hallinnassa olevaa Loviisan Hästholmenin tai TVO:n hallinnassa olevaa Eurajoen Olkiluodon aluetta.

Eri hankkeiden aikataulut ja luvituksen yhteensopivuus on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 8-1).

Purku- ja huoltojätteen väliavarastointi Otaniemi

Otaniemen väliavarastointitilan luvitus määritetään tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvän käyttöluvan ehtojen muutoksen yhteydessä. Kun luvan voimassaolo päättyy

(nyt 2023 asti), on silloin arvioitava ydinenergialakiin soveltuva lupamenettely ottaen huomioon silloin tilassa olevien ydinjätteiden kokonaismäärä ja -aktiivisuus. Mikäli jätteen aktiivisuus ylittää 1 TBq, tulee hakea ydinlaitoslupa valtioneuvostosta. Jos aktiivisuus on vähäisempi kuin 1 TBq, varastoinnille riittää STUK:n toimintalupa. Toinen vaihtoehto on siirtää tutkimusreaktorin jäte viimeistään käyttöluvan päättyessä sinne mihin loppusijoitusta sen hetken tilanteessa on valmisteltu (Olkiluoto tai Loviisa: kuvattu jäljempänä).

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi sekä loppusijoitus Olkiluoto tai Loviisa

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla voimassa olevat käyttöluvut rajoittavat nykyisellään luvanhaltijan oikeutta käsitellä ja pitää hallussa ydinjätteitä siten, että se koskee vain laitospaikalla toimivien reaktoreiden ydinjätteitä.

FiR 1 -tutkimusreaktorin huolto- ja purkujätteen sijoittaminen Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosalueille vaatisi siten ydinvoimalaitosten käyttöluvan muutosta.

FiR 1 purku- ja huoltojätteen välivarastoinnin luvitus voitaisiin toteuttaa voimalaitosten tulevien lupamuutosten yhteydessä. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttöluva uusitaan vuonna 2018. Loviisa 1 ja 2 -laitosten nykyiset käyttöluvut ovat voimassa vuoteen 2027 ja 2030. Loviisan nykyisessä käyttöluvassa on optio pienelle määrälle muuta, kuin Loviisan voimalaitoksella tuotettua jätettä.

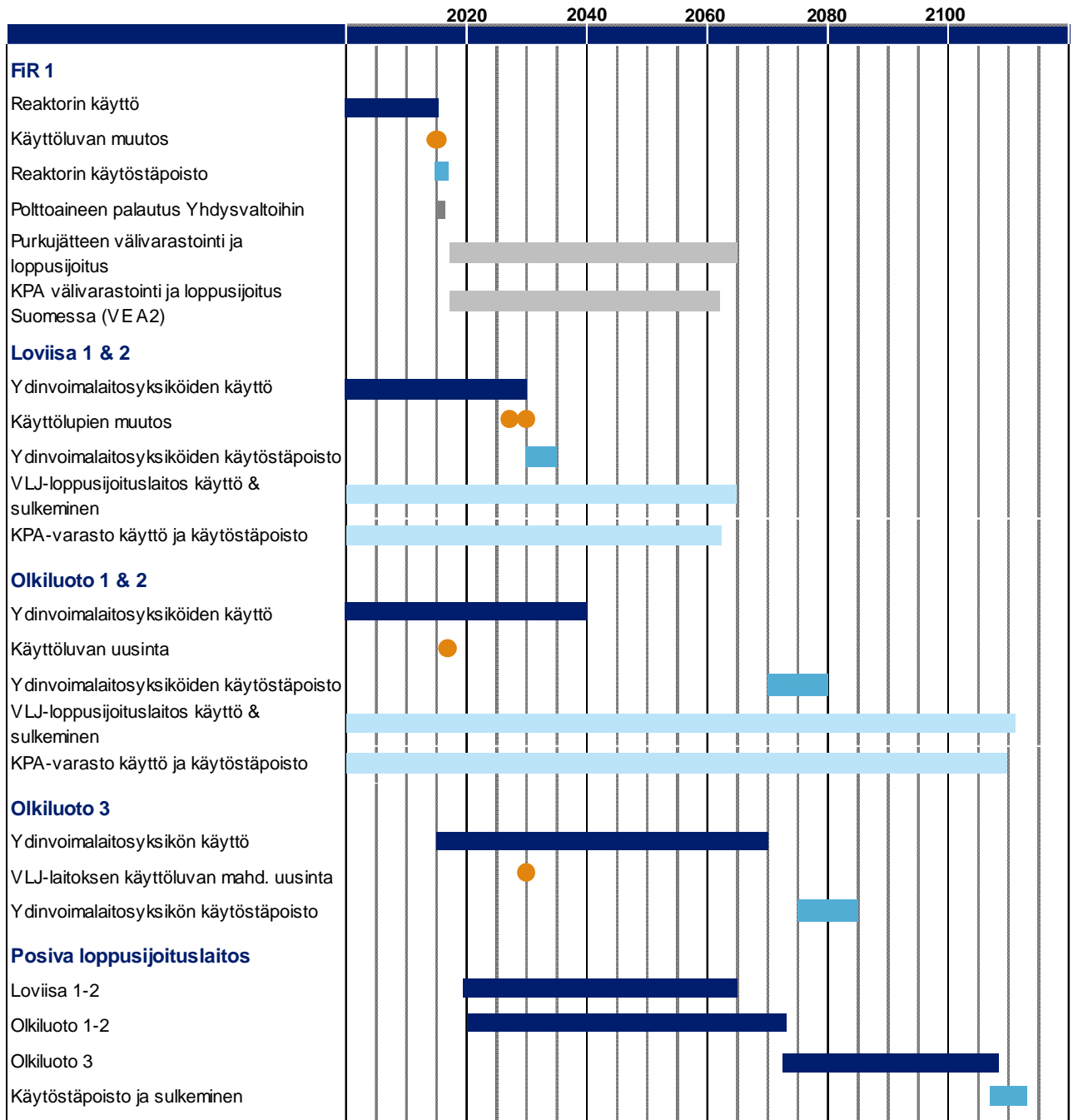
Olkiluoto 3 -laitoksen käyttöönoton seurauksena jätekertymä usealta laitokselta voi aiheuttaa tarpeen laajentaa VLJ-luolaa arvioilta 2030-luvulla, minkä yhteydessä myös FiR 1 -jätteet voitaisiin luvittaa. Loviisassa kyseeseen tulisi lähinnä purkuvaiheen laajennuksen luvitus. Yhteistyön ja aikataulun suunnittelussa olennaista ovat erilaiset lupaprosessit jätteiden välivarastointia ja loppusijoitusta varten sekä lain ja YVL-ohjeiden vaatimukset jätepakkauksille ja tiloille. Valmistelutyön laajuus riippuu toteutettavasta vaihtoehdosta ja on raskaampi, jos esimerkiksi täysin uusia tiloja välivarastoinnille rakennetaan.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi Olkiluoto tai Loviisa

FiR 1 käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointia koskeva lupamuutos on haettava muutoksena ydinvoimalaitoksen käyttöluvan.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Olkiluoto

Nykyisen lainsäädännön mukaan lupa FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen käsittelylle kapselointilaitoksessa ja loppusijoitukselle tulisi hakea täydennyksenä periaatepäätökseen, valmistelussa olevaan rakentamislupaan ja myöhempään käyttöluvan.



Kuva 8-1. Eri hankkeiden aikataulut ja luvituksen yhteensopivuus. (Kuva laadittu perustuen seuraaviin lähteisiin: Työ- ja elinkeinoministeriö 2014 & Posiva 2012b)

8.5 Maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset luvat

Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen rakennuslupa (MRL 125 §) tarvitaan uuden rakennuksen rakentamisen ohella rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaiseen muuttamiseen sekä sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, jolla ilmeisesti voi olla vaikutusta käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. Luvanvaraisia muutostöitä ovat esimerkiksi uusien märkätilojen rakentaminen tai laajentaminen, kantavan tai paloa osastoivan rakenteen muutos, rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen muutos tai sellaisen rakennuksen vaippaan tai teknisiin järjestelmiin kohdistuvaan korjaus- tai muutostyöhön, jolla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen.

Lähinnä lupatarve kohdistuu tutkimusreaktorin purkamista seuraaviin mahdollisiin muutostarpeisiin rakennuksen jatkokäytössä.

Toimenpideluvulle (MRL 126 §), purkamisluvulle (MRL 127 §) (tai purkuilmoitukselle) tai maisematyöluvulle (MRL 128 §) ei ole tarvetta, sillä varsinaiseen reaktorirakennukseen ei kosketa.

8.6 Ympäristölupa

Tutkimusreaktori ei ole ollut ympäristönluvanvarainen laitos seuraavan perustelun mukaisesti: Ympäristönsuojelulain (86/2000) 28 §:n 1 momentin ja ympäristönsuojeluasetuksen (169/2000) 1 §:n 1 momentin 3 kohdan alakohdan a mukaan ydinvoimalaitoksen toimintaan on haettava ympäristölupa. Asetuksen 1 §:n 1 kohdan 3 kohdassa säädetään energiantuotantoon liittyvistä laitoksista. Reaktori ei ole kuitenkaan varsinaisesti energiantuotantokäytössä, joten tutkimusreaktorin käyttöä ei voida pitää tällä perusteella ympäristönluvanvaraisena laitoksena. Ympäristönsuojelulain 2 §:n mukaan ympäristönsuojelulakia ei sovelleta säteilystä aiheutuvien haittavaikutusten ehkäisemiseen siltä osin kuin siitä säädetään ydinenergia- (990/1987) tai säteilylaissa (592/1991).

Myöskään tutkimusreaktorin käytöstäpoisto ei edellytä ympäristölupaa.

8.7 Muut luvat

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

8.8 Hankkeen suhde maankäyttösuunnitelmiin sekä luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Hankkeen kannalta keskeisimmät suunnitelmat ja ohjelmat ovat lähinnä kansainvälisiä sitoumuksia (luku 8). Nämä eivät välttämättä suoraan velvoita toiminnanharjoittajaa, mutta niiden tavoitteet voidaan tuoda toiminnanharjoittajatasolle esimerkiksi lupien ja muiden säännösten kautta.

Hanke ei suoraan liity käynnissä oleviin maankäyttösuunnitelmiin tai luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin. Hankkeella on yhtymäkohtia seuraavien kansallisten suunnitelmien ja ohjelmien kanssa:

- Kansallinen ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimus SAFIR2014 (SAFIR2018): FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistohankkeessa on hyödynnetty reaktorifyysiikan kehitettyjä laskentavalmiuksia.
- Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT2014 (KYT2018): loppusijoitusolosuhteisiin liittyvää tutkimustietoa on hyödynnetty FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistohankkeen selvityksissä.

Lisäksi hankkeella on yhtymäkohtia erilaisiin kansainvälisiin ydinturvallisuustutkimuksiin muun muassa seuraavien ohjelmien ja järjestöjen puitteissa: Euroopan unionin tutkimuksen puiteohjelmat (sekä fission että fuusiotutkimusta), pohjoismainen turvallisuustutkimusohjelma NKS, teollistuneiden maiden yhteistyöjärjestön OECD:n ydinenergiajärjestö NEA:n (Nuclear Energy Agency) ja YK-perheeseen kuuluvan IAEA (International Atomic Energy Agency).

9 ARVIOINNIN LÄHTÖKOHDAT JA ARVIOINTIMENETELMÄT

9.1 Arvioinnin lähtökohdat

Arvioinnissa on tarkasteltu YVA-lainsäädännön mukaisesti FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston aiheuttamia ympäristövaikutuksia:

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

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu reaktorin käytön lopettamisen jälkeen suoritettavia purkutöitä (luku 11) sekä purkutöiden yhteydessä syntyneiden jätteiden kuljetuksia, välivarastointia ja loppusijoitusta Suomessa (luku 12.1). Käytetyn ydinpoltoaineen Yhdysvaltoihin palautuksen ympäristövaikutuksia on kuvattu luvussa 12.2. Tarkasteltavat vaikutukset ovat normaalitoiminnan aikana syntyviä vaikutuksia. Onnettomuus- ja poikkeustilanteiden vaikutusten arviointi on kuvattu erikseen omina kohtinaan.

Vaikutusten arviointi perustuu FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyviin VTT:n erillisselvityksiin (*mm. Lytsy & Siiskonen 2014, Suolanen 2014, Rossi 2014, Carlsson ym. 2014, Kotiluoto & Rätty 2014*) sekä aiheeseen liittyviin muihin julkaistuihin selvityksiin ja tutkimuksiin. Suomessa sijaitsevien vaihtoehtoisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen tarkastelussa on hyödynnetty niistä tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Yhdysvaltoihin palautettavan käytetyn ydinpoltoaineen osalta vaikutusten arviointi pohjautuu laitokselle tehtyyn ympäristövaikutusten arviointiin (*U.S.DoE 1996*).

Vaikutuksia arvioitaessa on huomioon otettu merkittäviksi arvioidut ja koetut vaikutukset. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista on saatu tietoa muun muassa seurantaryhmätapaamisten, ryhmähaastatteluiden ja yleisötilaisuuksien yhteydessä.

Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa on hyödynnetty muun muassa annettuja ohjearvoja, kuten radioaktiivisten aineiden päästöarvoja sekä saatavilla olevaa tutkimustietoa.

Ympäristövaikutusten tarkastelualueeksi on määritelty Otaniemessä tutkimusreaktorin ympäristö sekä kuljetusreittien ympäristö niin laajalta alueelta, että se kattaa tarkasteltavan ympäristövaikutuksen vaikutusalueen. Vaihtoehtoisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen tarkastelualueena on käytetty niiden ympäristövaikutusten arvioinnissa esitettyjä tarkastelualueita. Hankkeen teknisen kuvauksen sekä säteily- ja muita vaikutuksia kuvanneiden selvitysten valmistumisen jälkeen vaikutusten tarkastelualueiden riittävyys tarkastettiin ja tarkastelualueet todettiin riittäviksi.

9.2 Arviointimenetelmät

9.2.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Tarkastelualueiden maankäytön nykytila on selvitetty kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä paikallistuntemukseen perustuen. Suunniteltu maankäyttö on selvitetty pääasiassa voimassa ja vireillä olevien kaavojen ja muiden aluetta koskevien selvitysten perusteella. Vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun maankäyttöön. Tarkastelualueen laajuudeksi on Otaniemessä määritelty keskeinen kampusalue sekä suunnitellun purku- ja huoltojätteen välivarastointipaikan lähialue ja Olkiluodossa sekä Loviisassa ydinvoimalaitosalueet ympäristöineen.

Osiassa ei ole huomioitu kuljetuksia, sillä niistä ei aiheudu vaikutuksia yhdyskuntarakenteelle tai maankäytölle.

9.2.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Tarkastelualueiden maiseman piirteet on selvitetty kartta- ja ilmakuvatarkastelujen sekä aiemmin tehtyjen ympäristövaikutusten arviointien perusteella (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet on selvitetty valtakunnallisten ja maakunnallisten aineistojen sekä muiden vastaavien tietojen perusteella.

Maisema, kaupunkikuva ja kulttuuriympäristö -osiossa ei ole huomioitu kuljetuksia, sillä niistä ei aiheudu muutoksia liikenneverkkoon eikä siten myöskään vaikutuksia maisemaan, kaupunkikuvaan tai kulttuuriympäristöön.

9.2.3 Kuljetukset ja liikenne

Liikennevaikutuksia on tarkasteltu arvioimalla tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvien kuljetusten määrät, kuljetustavat ja käytetyt reitit. Sekä tie- että merikuljetusten aiheuttamia vaikutuksia on tarkasteltu niillä kulkureiteillä ja kohteissa (purkualue, satamat, välivarastointi- ja loppusijoituspaikat), joihin hanke voi vaikuttaa. Tarvittavat harkittavat muutokset alueiden liikennejärjestelyihin on esitetty.

Käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta on esitetty arvio. Arvioinnissa on hyödynnetty erillistä tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kuljetusselvitystä. Lisäksi arvioinnin perustana on käytetty aiemmin tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja soveltuvin osin (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*).

9.2.4 Ilmasto ja ilmanlaatu

Purkamisen sekä jätehuollon aikana aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ja muut päästöt ilmaan on arvioitu. Arvioinnissa on hyödynnetty purkusunnitelmaa, aiemmissa ympäristövaikutusten arvioinneissa saatuja tuloksia (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*) ja olemassa oleva päästöjen seurantatietoa. Radioaktiivisia päästöjä on verrattu ohjearvoihin.

9.2.5 Melu ja värinä

Melu- ja värinävaikutuksia on tarkasteltu käytöstäpoiston eri työvaiheissa. Purkutöiden vaikutusten lisäksi on arvioitu käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetuksista aiheutuvat melu- ja värinävaikutukset syntyvien kuljetusmäärien perusteella. Jätehuollosta syntyvät vaikutukset on arvioitu aiempien ympäristövaikutusten arviointien perusteella (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oy 2008*).

9.2.6 Kasvillisuus, eläimet ja suojelukohteet

Luontovaikutusten arvioinnissa on huomioitu sekä hankkeen suorat että mahdolliset epäsuorat vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimistöön, Natura 2000 -verkoston kohteisiin, luonnonsuojelualueisiin sekä luonnon monimuotoisuuteen. Vaikutusten arviointi kytkeytyy YVA-selostuksen muissa osioissa tehtyihin arviointeihin.

Purkamisen aikaisten luontovaikutusten arviointi perustuu hankkeen erillisselvityksistä saatuun tietoon. Jätehuollon luontovaikutukset on arvioitu asiantuntija-arviona aikaisemmissa ympäristövaikutusten arvioinneissa esitettyjen luontotietojen ja vaikutusarvioiden (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oy 2008*) sekä muun julkisesti saatavilla olevan aineiston pohjalta (mm. OIVA-palvelun ympäristö- ja paikkatietoaineisto, kaupunkien paikkatietoaineisto luontokohteista ja Valtion ympäristöhallinnon Eliölajit-rekisterin tiedot uhanalaisista lajeista). Uusien luontoselvitysten toteuttamista ei nähty tähän YVAan liittyen tarpeelliseksi, koska toiminta ei merkittävästi laajene nykytilanteeseen verrattuna.

9.2.7 Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Vaikutukset tarkastelualueiden maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin arvioidaan tehtyjen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiselvitysten, alueen maastonmuotojen, maaperän laadun sekä purkutoimenpiteiden, purkujätteen ja jätehuollon perusteella.

Arviointi perustuu maa-, kallioperä-, ja pohjavesiolosuhteiden osalta olemassa olevaan alueiden nykytilaa kuvaavaan aineistoon, sekä suunniteltuihin purkutoimenpiteisiin, purkujätteen laatuun ja määrään, sekä jätehuollon suunnitelmiin.

9.2.8 Vesistöt

Vaikutukset vesistöihin on arvioitu asiantuntijatyönä perustuen olemassa olevaan tietoon tarkastelualueiden vesistöjen nykytilasta (*mm. Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oy 2008*). Otaniemessä sijaitsevan Ossinlammen nykytila on selvitetty asiantuntijan kohdekäynnillä. Arviointi perustuu tietoihin suunnitelluista purkutoimenpiteistä, purkujätteen ja polttoaineen laadusta ja määrästä sekä jätehuoltosuunnitelmista. Arvioinnissa on hyödynnetty myös YVA-selostusta varten tehtyä erillistä kuljetusselvitystä.

9.2.9 Ihmiset ja yhteisöt

YVA-selostuksessa on arvioitu hankkeen vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen. Arvioinnissa on hyödynnetty muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita sekä olemassa olevia jo tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuus-*

den Voima Oyj 2008). Terveysvaikutusten kuvauksessa on hyödynnetty STUKin julkaisemaa "Säteilyn terveysvaikutukset" -julkaisua, joka sisältää tietoa ionisoivan säteilyn terveysvaikutuksista (STUK 2002a). Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu lisäksi työllisyysvaikutuksia.

Arviointityössä on otettu huomioon sidosryhmien mielipiteet ja näkemykset. Sidosryhmien suhtautumista hankkeeseen, hankkeeseen mahdollisesti liittyviä pelkoja ja huolenaiheita sekä sidosryhmien kokemia hankkeen aiheuttamia vaikutuksia on arvioitu muun muassa YVA-ohjelmasta jätettyjen mielipiteiden, YVA-menettelyn aikana seurantar ryhmältä ja yleisötilaisuudesta saadun palautteen sekä yksilö- ja ryhmähaastattelujen perusteella.

9.2.10 Jätehuollon vaikutukset

Ydinjätehuollon vaikutusten arvioinnin lähtökohtia on kuvattu luvussa 9.1. Jätehuollon vaikutusten arviointimenetelmiä on kuvattu tarkemmin kunkin vaikutusosa-alueen kohdalla.

Tavanomaisten jätteiden jätehuollon vaikutuksia on arvioitu jätemäärien ja -laadun perusteella.

9.2.11 Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön

Hankkeen vaikutuksissa luonnonvarojen käyttöön on tarkasteltu hankkeen vaikutuksia luonnon uraanin käyttöön ja esitetty arvio FiR 1 polttoaineen uudelleenkäyttämähallinnasta.

9.2.12 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Onnettomuusriskien tyyppi, todennäköisyys ja ympäristövaikutukset on arvioitu ja niiden estämiseksi tai seurausten lieventämiseksi on esitetty keinoja. Tarkastelussa on keskitytty tutkimusreaktorin purkamiseen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksiin, joissa hyödynnetään FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyviä erillisselvityksiä (mm. kuljetusselvitys). Välivarastoinnin ja loppusijoittamisen osalta poikkeustilanteiden vaikutuksia arvioidaan tehtyjen ympäristövaikutusten arviointien perusteella (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*).

Onnettomuustilanteiden vaikutuksia ihmisten ja ympäristön säteilyaltistukseen on tarkasteltu turvallisuusanalyysiin ja tutkimusreaktorin käytöstäpoistolle asetettaviin vaatimuksiin perustuen. Onnettomuustilanteiden aiheuttamat säteilyannokset ja vaikutusalueet on arvioitu.

10 YMPÄRISTÖN NYKYTILA

10.1 Espoo, Otaniemi

10.1.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Tutkimusreaktori sijaitsee Espoon kaupungin Otaniemen kaupunginosan korttelin 1 tontilla n:o 9 olevassa rakennuksessa, Laajalahteen lounaasta työntyvällä niemellä (Kuva 10-1). Tutkimusreaktorin lähiympäristö on Otaniemen kampusalueen ydintä. Aalto-yliopiston tilojen lisäksi kampusalueella sijaitsee muun muassa VTT:n tutkimustoiminnan tiloja, Otaniemen ostoskeskus ja koulutuskeskus Dipoli sekä opiskelija-asuntoja



Kuva 10-1. Tutkimusreaktori sijaitsee Espoossa Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalueella. Reaktorirakennus on osoitettu punaisella ympyrällä. (Espoon kaupunki 2009)

Reaktorirakennuksen ja tontin, jolla reaktorirakennus sijaitsee, omistaa Aalto-yliopistokiinteistöt Oy. Reaktorin tilat ovat muusta rakennuskokonaisuudesta erillään olevassa rakennuksen osassa. Reaktoriosa on kolmikerroksinen ja kokonaispinta-alaltaan noin 900 m²:n suuruinen. Reaktorin rakennuskokonaisuus on valmistunut vuonna 1958 ja se on viimeksi peruskorjattu 1990-luvun loppupuolella. (VTT 2010)

Reaktorin purku- ja huoltojätteen välivarastointia tutkitaan sijoitettavaksi VTT:n hallinnassa olevaan maanalaiseen tutkimushalliin, joka sijaitsee Otaniemessä. Tällä hetkellä samoissa tiloissa sijaitsee VTT:n tutkimustiloja. Tutkimushallin välittömässä lähiympäristössä sijaitsee kampukseen kuuluvia yliopiston sekä VTT:n käytössä olevia rakennuksia sekä puistoaluetta. Lähellä sijaitsee myös muun muassa toimisto- ja asuinrakennuksia. Metrotunnelia ja siihen liittyvät maanalaiset rakenteet, kuten ajotunneli, sijaitsevat lähimmillään noin 200 metrin päässä välivarastointitilasta.

Reaktorin lähiympäristössä ei ole odotettavissa merkittäviä maankäyttömuutoksia. Alue säilyy jatkossakin kampusalueena. Laajemmin tarkasteltuna Otaniemen alueen maankäyttöön tulee lähivuosina vaikuttamaan alueelle rakennettava metroasema ja sen läheisyyteen sijoittuva täydennysrakentaminen.

Maakuntakaava

Alueella on voimassa lainvoimainen (15.8.2007) Uudenmaan maakuntakaava. Otaniemi sijoittuu alueelle, joka on kaavassa osoitettu taajamatoimintojen alueeksi sekä kulttuuriympäristön tai maiseman kannalta tärkeäksi alueeksi, tieksi tai kohteeksi. (*Uudenmaan liitto 2013*)

Yleiskaava

Otaniemen alueella on voimassa lainvoimainen (KV 7.4.2008, KHO päätös 29.1.2010) Espoon eteläosien yleiskaava. Alue, jolla tutkimusreaktori sijaitsee, on merkitty julkisten palvelujen ja hallinnon alueeksi (PY) ja kaupunkikuvallisesti arvokkaaksi alueeksi. Kohteen läheisyyteen on merkitty asuntoaluetta (A), luonnonsuojelualue (SL) ja Otaniemen rantavyöhykkeelle virkistysyhteyden sisältävä virkistysalue (VL). Länsimetroa varten kaavaan on merkitty uusi maanalaisen raide ja asema.

Välivarastointia varten tarkasteltava alue on Espoon eteläosien yleiskaavassa osoitettu julkisten palvelujen ja hallinnon alueeksi (PY) kehitettävän alueen rasterilla. ”Asemakaavoituksella pyritään alueen toimivuuden (mm. palvelujen säilyminen) varmistamiseen lisärakentamisella sekä joukkoliikenteen toimintaedellytysten parantamiseen”. Alue on myös osoitettu kaupunkikuvallisesti arvokkaaksi alueeksi. (*Espoon kaupunki 2013a*)

Asemakaava

Reaktorin alueella on voimassa asemakaava Otakaari ja Otaranta, kaava-alueiden 220502 ja 220503 muutos (1.3.1984). Kaava käsittää korttelialueen 10001 tontit 6, 7, 8 ja 9. Tutkimusreaktorirakennus lähialueineen sijoittuu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevalle korttelialueelle (YO-1). Reaktorirakennusta ei ole erikseen osoitettu eikä sille ole erityisiä kaavamääräyksiä.

Reaktorirakennuksen alueella on käynnissä asemakaavan muutos (Otakaari, 220505), jonka tavoitteena on mahdollistaa uudisrakentaminen Otaniemeen tulevan metroaseman ympäristöön ja määrittellä metroaseman tilojen liittyminen nykyiseen kaupunkirakenteeseen ja uudisrakentamiseen. 28.1.2009 päivätyssä asemakaavaluonnoksessa alue on edelleen osoitettu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi (YO-1), jolla ympäristön luonne säilytetään. Asemakaavalla korttelin 10001 nykyistä rakentamista koskevaa kaavasisältöä ei oleellisesti muuteta. (*Espoon kaupunki 2013a*)

Välivarastointivaihtoehtona olevan VTT:n maanalaisen tutkimushallin alue on voimassa olevassa asemakaavassa (Hagalundinpuisto II, kortteli 10016, 21.5.1982) osoitettu opetusta ja tutkimustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi merkinnällä YO. Kaavassa on myös osoitettu ohjeellisia maanalaisia tiloja joukkoliikenneväylää varten. Metrotunneli on kuitenkin rakentumassa pohjoisemmaksi. Alueen pohjoispuolella asemakaavan muutostyö (Otaniemen keskus 220506) on aloitettu ja kaavaehdotusta laaditaan parhaillaan. Kaavamuutoksen tavoitteena on mahdollistaa Aalto-yliopiston keskeisten toimitilojen sijoittuminen Otaniemen keskustaan ja kehittää Korkeakouluaukion ympäristöä. Kaavamuutosalueen rajaus tarkentuu suunnittelun edetessä, mutta alustavan rajauksen mukaan kaava-alue ulottuu noin 100 metrin päähän maanalaisesta tutkimushallista.

Muut maankäytön suunnitelmat

Muita aluetta koskevia maankäytön suunnitelmia sisältävät muun muassa seuraavat materiaalit: Otaniemen maankäyttösuunnitelma, Otaniemi-visio sekä Otaniemen metroasemarakennus – tiloja innovaatioyliopistolle ja kaupallisille palveluille. (*Espoon kaupunki 2013a*)

10.1.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalue (Kuva 10-1) on Suomen vanhimmalle tekniikan ja arkkitehtuurin yliopistolle rakennettu, aikansa laajin yhtenäinen korkeakoulu-, tutkimus- ja asuinalue. Alue on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. Monet alueen keskeisistä rakennuksista ovat aikansa nimekkäimpien arkkitehtien suunnittelemia. (*Museovirasto 2013*) Reaktorirakennus ei mitoitukseltaan tai luonteeltaan merkittävästi poikkea kampusalueen muusta rakentamisesta. Reaktorirakennus ei valmisteilla olevan asemakaavan perusteella kuulu Otaniemen suojeltavaan rakennuskantaan. (*Espoon kaupunki 2009*)

Ydinjätteen välivarastointi sijoittuisi jo olemassa olevaan maanalaiseen tutkimustilaan.

10.1.3 Liikenne

Tutkimusreaktori sijaitsee Otaniemessä kehätien I (seututie 101) läheisyydessä, joka on noin 1,5 kilometrin päässä tutkimusreaktorin alueesta. Kehätie I on yhteydessä pohjois-itäsuunnassa useisiin valtateihin ja se päättyy etelässä Länsiväylään (kantatie 51).

Tutkimusreaktorin aluetta kiertää Otakaari. Otaniemen Teekkarikylässä on useiden Espoon linja-autovuorojen päätepysäkki ja alueen ohi kulkee useita seutulinjavuoroja. Otakaari johtaa Otaniementielle (tie 1142), josta on yhteys kehätielle I Tekniikantien, Vuorimiehentien ja Karhusaarentien kautta.

Otaniementien (1142) keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2007 oli noin 11 800 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 650 vuorokaudessa. Kehätien I liikennemäärä Länsiväylän ja Turunväylän (valtatie 1) välillä oli noin 29 300 ajoneuvoa vuorokaudessa vuonna 2012. Raskaita ajoneuvoja tästä oli noin 2 500. (*Liikennevirasto 2013*)

Vuosaaren satama

Vuosaaren satama on Helsingissä sijaitseva, Helsingin Sataman omistama satama. Vuosaaren satama palvelee kontti- ja roroluokkettua. Satama-alueen koko on 150 hehtaaria. Konttialusten käyttöön satamassa on laituria 1 500 metriä, ja laituripaikkoja roroluokille 15 kappaletta. Meriväylä, joka on 32 kilometriä pitkä ja vähintään 200 metriä leveä, johtaa suoraan avomerelle. Vuosaaren satamassa käy noin 8 000 laivaa vuosittain. (*Helsingin Satama 2013*)

Raskas liikenne kulkee kehätieltä III (kantatie 50) Vuosaaren tietunnelin kautta satamakeskukseen. Suljetulle satama-alueelle ajavat ajoneuvot jatkavat Satamatietä pitkin porttialueen läpi *Harbour Road In* -kadulle. Kehätieltä III Vuosaaren satamaan johtavan tieosuuden (tie 103) keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2012 oli noin 8 600 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 2 400 (*Liikennevirasto 2013*).

Kantvikin satama

Kantvikin satama sijaitsee Pikkalanlahden pohjoispuolella Kirkkonummella. Kantvikin satamaan johtaa kulkusyvyydeltään 9,2 metrin laivaväylä ja siellä käy vuosittain yli 200 alusta, jotka kuljettavat yhteensä noin 850 000 tonnia tavaraa (tuotantolaitosten raaka-aineita tai valmiita tuotteita). Satamassa käyvät alukset ovat pääosin irtolasti- ja kappaletavara-aluksia. (*Kantvik Shipping 2013, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006*)

Kantvikin satamaan johtaa Länsiväylältä (kantatie 51) Upinniementie (1191). Upinniementien keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2011 oli 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaita ajoneuvoja oli noin 310. Lisäksi satamaan johtaa Sokeritehtaantie (11241), jonka liikennemäärä vuonna 2010 oli 860 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista 100 oli raskaita ajoneuvoja. (*Liikennevirasto 2013*).

Tolkkisten satama

Tolkkisten satama (Port of Tolkkinen) on yksityinen yleinen satama Porvoossa. Se sijaitsee noin kymmenen kilometriä Porvoon kaupungin keskustasta lounaaseen Tolkkisten niemellä Suomenlahteen kuuluvan Sillvikin itärannalla.

Satama on aiemmin toiminut sahan satamana, jossa on käsitelty tukkeja ja sahatavaraa. Satamatoiminnot käsittävät nykyisin logistiikka- ja lastinkäsittelypalveluita irtolasteille ja kappaletavaroille sekä projektilasteille. Satama toimii sekä vienti- että tuontisatamana. Sataman toiminnan uskotaan laajentuvan ja monipuolistuvan tulevina vuosina. Sataman kautta ei kuitenkaan tulla kuljettamaan vaarallisia lasteja.

Tolkkisiin johtaa 7,20 metriä syvä väylä. Väylä on liikennöitävissä vuoden ympäri. Viereisessä sijaitsee vilkkaasti liikennöity Sköldvikin öljysatama auttaa pitämään jääolosuhteet suotuisina.

Aluskäyntejä oli vuonna 2011 51 kappaletta ja tulevaisuudessa niitä arvioidaan olevan noin 50–150 vuodessa. Huviveneily on melko vilkasta Porvoon edustan saaristossa, mihin vaikuttaa vakituisen asutuksen lisäksi saariston runsas loma-asutus. (*Aluehallintovirasto 2012*)

Satama sijaitsee noin 5,5 kilometrin päässä Helsinki–Kotka moottoritieltä (E18) ja Kehä III:lle on noin 34 kilometriä. Liikennemäärät näillä teillä olivat 27 524 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 2 312 kappaletta ja 28 607 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 3 105 kappaletta. Satamaan johtavat tiet Treksiläntie (1541) ja Tolkkistentie (1543) Helsinki–Kotka moottoritieltä. Treksiläntien liikennemäärät olivat vuonna 2012 3 542 ajoneuvoa, josta oli raskasta liikennettä yli kaksi prosenttia. (93 kappaletta). Tolkkistentien liikennemäärät olivat vuonna 2012 2 491 kappaletta, josta oli raskasta liikennettä noin kuusi prosenttia (153 kappaletta). (*Liikennevirasto 2013*)

Hangon satama

Hangon Satama on Hangon kaupungin omistama liikelaitos ja se sijaitsee Hangon keskustan läheisyydessä. Hangon Satama ylläpitää satamaa ja tarjoaa satamapalveluita asiakkailleen sekä satamassa toimiville yrityksille. Satamapalveluihin kuuluvat aluspalvelutoiminta (alusten kiinnitys, irrotus ja vedenjakelu) sekä jätteiden vastaanotto. Satama koostuu kahdesta satamanosasta, joita ovat Länsisatama ja Ulkosatama.

Ulkosatama sijaitsee Hankoniemen lounaiskärjessä Tulliniemessä erillään varsinaisesta kaupunkialueesta. Se on samalla Suomen eteläisin kohta. Ulkosatama toimii lähinnä autontuontisatamana ja autolastien purkauspaikkana. Sataman liikenne koostuu pääasiassa ro-ro-aluksista ja satamassa käy vuosittain noin 250 alusta. Satamaan johtava väylä on

saariston puuttuessa lyhyt, helppokulkuinen ja lähes aina jäätön. (*Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2005*)

Länsisatama sijaitsee Hankoniemellä Hangon kaupungin keskustan tuntumassa Pitkäkadun ja Kuningattarenuoren välisellä alueella. Kokonaisuudessaan 73,3 hehtaarin suuruinen alue käsittää myös troolarisataman alueen, alueen pohjoisosassa sijaitsevan puiston hautausmaineen sekä sataman edustan vesialueet. Länsisatamaa käytetään paperin vientiin, autojen tuontiin sekä container- ja traileriliikenteeseen. Länsisatamassa vieraillee vuosittain noin 1 350 alusta. Satamaan johtava väylä on saariston puuttumisen vuoksi lyhyt, helppokulkuinen ja lähes aina jäätön. (*Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2003*)

Satamaan johtaa valtatie 25, jonka liikennemäärät Hankoniemellä vuonna 2013 olivat 3 506 kappaletta. Raskaan liikenteen osuus noin 18 prosenttia. Tien liikennemäärät vaihtelevat Lohja-Hanko välillä 3 500 ja 10 000 ajoneuvon välillä. Tästä raskaan liikenteen osuus on noin 10–18 prosenttia. (*Liikennevirasto 2013*)

10.1.4 Ilmasto ja ilmanlaatu

Ilmastollisen seurantakauden 1981–2010 Otaniemeä lähin havaintopiste on Helsingin Kaisaniemessä. Espoossa ei ole omaa havaintopistettä. Keskimääräinen vuotuinen sademäärä Kaisaniemen havaintopisteessä on 655 millimetriä ja vuoden keskilämpötila on 5,9 °C. (*Pirinen ym. 2012*) Ilmatieteenlaitoksen Suomen tuuliatlaksen mukaan Otaniemen alueen vallitseva tuulensuunta on lounaasta (*Ilmatieteen laitos 2013*).

Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut seuraa vuosittain pääkaupunkialueen ilmanlaatua. Vuonna 2012 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu luokiteltiin hyväksi tai tyydyttäväksi yli 90 % ajasta kaikilla muilla mittausasemilla paitsi Mannerheimintiellä ja Kehä I varrella. (*HSY 2013*) Ilmanlaadun selvitykset ja mittaukset tekee Ilmatieteenlaitos.

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Merkittävimmät ilman laatua heikentävät epäpuhtaudet ovat hiukkaset (PM = particulate matter), typpidioksidi (NO₂), otsoni (O₃), hiilimonoksidi (CO), rikkidioksidi (SO₂), haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sekä eräät polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) kuten bentso(a)pyreeni. (*HSY 2013*)

Päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet viimeisten yhdentoista vuoden aikana otsonia lukuun ottamatta. Vuonna 2012 pääkaupunkiseudulla typenoksidien päästöt pysyivät edellisvuoden tasolla ja niiden vuosikeskiarvot vaihtelivat välillä 7–37 µg/m³ välillä. Typpidioksidien vuosiraja-arvo on 40 µg/m³. Rikkidioksidin päästöt kasvoivat 24 % vuodesta 2011, mutta olivat selvästi vuorokausi- ja tuntiraja-arvojen (125 µg/m³ ja 350 µg/m³) alapuolella. Mitatut vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 6–63 µg/m³ ja tuntipitoisuudet välillä 13–127 µg/m³. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt vähenivät 5 %. Bentseenin vuosikeskiarvo vaihteli välillä 0,7–1,1 µg/m³, joka on alle sille asetetun raja-arvon 5 µg/m³. Hiilimonoksidin päästöt olivat kahdeksan tunnin keskiarvolle annetun raja-arvon (10 mg/m³) alapuolella ja ne laskivat 9 % verrattuna vuoteen 2011. Hengittävien hiukkasten pitoisuudet ovat viime vuosina laskeneet tehostetun katu- ja kunnossapidon ja puhdistuksen ansioista. Pienhiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot vuodelta 2012 ovat vaihdelleet eri mittausympäristöissä välillä 6,7–9,6 µg/m³, ja ne ovat alle WHO:n ohjearvon (10 µg/m³). Otsonipitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä kohonneet pääkaupunkiseudulla. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. (*HSY 2013*)

Radioaktiivisten aineiden päästöt

FiR 1 -tutkimusreaktorin ympäristövaikutusten rajoittamiseksi radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön pyritään pitämään niin alhaisina kuin käytännön toimin on mahdollista. Tutkimusreaktorin normaalikäytön aikana radioaktiivisten aineiden päästön ilmaan muodostaa yksinomaan jalokaasu Ar-41 (Argon), jonka puoliintumisaika on 1,83 tuntia. Jalokaasut sekoittuvat ilmakehään ja lyhytikäisyytensä vuoksi Ar-41:tä tavoitetaan vain pieninä pitoisuuksina aivan reaktorin läheisyydessä. Jalokaasujen päästöt ilmaan ovat vaihdelleet vuosina 1995–2012 välillä 0,21–0,63 TBq. Vuonna 2012 päästöt olivat 0,21 TBq. (*Kekki 2013*) Päästöt ilmaan ovat olleet selvästi alle niille asetettujen päästörajajen, suurimmillaan vain noin 17 prosenttia päästörajasta. Vuosittaiseksi päästörajaksi on asetettu 3,7 TBq Ar-41:lle. (*VTT 2011*)

Radioaktiivisesta argonkaasusta aiheutuvan säteilyrasituksen alentamiseksi reaktorisydämen alueella olevat ilmatilat on suljettu silloin kun niitä ei käytetä, jolloin Ar-41 hajoaa alle kahdessa tunnissa stabiiliksi K-41:ksi (kalium-41) pääsemättä tilojen ulkopuolelle. Argonpäästöä ympäristöön syntyy vain näiden tilojen käytön aikana sekä reaktorisydämen lähellä olevista ilmatiloista, joita ei ole ollut mahdollista sulkea ilmatiiviisti. Syntyvä radioaktiivinen argon tuuletetaan ulos työskentelevien henkilöiden suojaamiseksi. Argontuuletuksen mukana päästettävää aktiivisuusmäärää valvotaan.

Säteily

Tutkimusreaktorin radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttama säteily ympäristössä on erittäin vähäistä luonnon taustasäteilyyn verrattuna ja säteilytasoja ja päästöjä valvotaan jatkuvasti. Ympäristön valvontamittauksilla seurataan reaktorista peräisin olevien radioaktiivisten aineiden esiintymistä ympäristössä.

FiR 1 -tutkimusreaktorin vuotuisen argonpäästön (Ar-41) avulla lasketaan arvio suurimmista säteilyannoksista väestön yksilölle. Argonlaskurin ohella valvontaa suoritetaan meteorologisten mittareiden avulla. (*VTT 2011*)

Reaktorin käytössä ja säteilytoiminnassa siihen liittyvässä laboratoriorakennuksessa suoritettuihin radioaktiivisten aineiden päästöihin sovelletaan ohjeannosrajana vuotuisen annositouman raja-arvoa 0,01 mSv, joka on yksi kymmenesosa YVL-ohjeen 7.1 mukaisesta väestön yksilön vuotuisen annositouman raja-arvosta (*Säteilyturvakeskus 2006*). Kyseinen raja-arvo koskee sekä ilmastoinnin että viemäröinnin kautta ympäristöön johdettavia päästöjä.

Säteilytason nousu reaktorin ollessa käynnissä 250 kW:n teholla reaktorihallin seinän ulkopuolella on alle 0,0001 mSv/h, joka aiheuttaa enintään 0,025 mSv:n vuosiannoksen kriittisen ryhmän yksilölle. Eroa normaaliin taustasäteilyyn ei juuri ole ja lisäsuojausta vaativia säteilykeiloja ei ole esiintynyt. (*VTT 2011*)

10.1.5 Melu ja värinä

Otaniemessä tutkimusreaktorin sijaintialueen läheisyydessä sijaitsevia melun lähteitä ovat Fortum Power and Heat Oy:n Otaniemen lämpökeskus, tutkimus- ja muussa käytössä olevien rakennusten ilmastointipuhaltimet sekä Otakaaren ja Otaniementien liikenne. Melumittausten mukaan tutkimusreaktorin ympäristössä melu on ollut enintään 50 dB(A):ä. Melu on ollut yöajan ohjearvon tasolla (50 dB(A)) ja päiväaikaan alle ohjearvon (55 dB(A)). (*Uudenmaan ympäristökeskus 2009*)

Tällä hetkellä rakentamismelua ja tärinää voi aiheutua lisäksi Länsimetro-hankkeen Otaniemen aseman ja metrotunnelien rakennustöistä. Louhintaurakka on saatu alueella päätökseen. Arvion mukaan Otaniemen aseman rakennustyöt olisivat valmiit syksyllä 2015. (*Länsimetro 2014*)

10.1.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

FiR 1 -tutkimusreaktori sijoittuu Laajalahden merenlahden lounaisosaan. Tutkimusreaktorirakennus sijaitsee niemen sisäosassa noin 300–400 metrin päässä merenrannasta. Niemen itäpuolella on Otaniemen ja Lehtisaaren välinen salmi ja pohjois-länsipuolella Laajalahden länsiosan Maarinlahti.

Otaniemen alue sijaitsee hemiborealisella kasvillisuusvyöhykkeellä Uudenmaan eliömaakunnassa (*OIVA-tietokanta 2013*). Hemiboreaalinen kasvillisuusvyöhyke, eli lauhkean vyöhykkeen sekametsä, on pohjoisen havumetsävyöhykkeen ja eteläisen lehtimetsävyöhykkeen vaihettumisalue, joka Suomessa rajoittuu etelä- ja lounaisrannikolle. Alueelle on tyypillistä muun muassa lehtojen ja jalojen lehtipuiden esiintyminen.

Otaniemi on lähes kokonaan luonnontilaltaan muuttunutta rakennettua ympäristöä, jossa on jäljellä vain niukasti luonnonvaraista kasvillisuutta ja eläimistöä. Noin 100 metrin etäisyydellä tutkimusreaktorin itäpuolella sijaitsevaa, rantakasvillisuudeltaan rehevää Ossinlampea (0,2 ha) ei voida pitää luonnontilaisena vesistönä. Laajalahden ja Ossinlammen kasvilajistoa on kuvattu luvussa 10.1.8.

Otaniemen sisäosat kattavan Otakaaren asemakaavan valmisteluaineiston mukaan Otaniemen alueella on lehmuskujanteita, yksittäisiä isoja lehmuksia, männiköitä ja pysäköintialueiden istutuksia (*Espoon kaupunki 2012*). Otaniemeen rajoittuva Laajalahden länsiosa on linnustoltaan kansainvälisesti arvokas, matala, avara ja ruovikkoinen merenlahti (*Helimäki 2009*). Kohde on kuvattu tarkemmin seuraavassa luvussa.

Seuraavassa on kuvattu Otaniemen ympäristön noin kahden kilometrin etäisyydellä sijaitsevat seuraavat Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisten luonnonsuojeluohjelmien kohteet (Kuva 10-2) (*OIVA-tietokanta 2013, Uudenmaan ELY-keskus 2013*):

Laajalahden lintuveden Natura-alue sekä IBA- ja FINIBA-linnustoalueet

Laajalahden lintuveden Natura-alue (FI0100028, Espoo, 192 ha, SPA/SCI) on linnustoltaan kansainvälisesti arvokas ruovikkoinen merenlahti itäisessä Espoossa. Muutonaikaisena levähdysalueena se on yksi Suomen etelärannikon parhaista. Lahden pesimälajistoon kuuluvat muun muassa ruisräikkä, luhtahuitti, kalatiira ja lapintiira. Muuton aikana alueella levähtävät runsaina muun muassa kaulushaikara, laulujoutsen, pikkujoutsen, mustakurkku-uikku, uivelo, ruskosuohaukka, sinisuohaukka, suokukko, liro ja vesipääsky. Natura-alueen rajaukseen kuuluu varsinaisen ruovikkoalueen lisäksi mantereen puolella entistä peltoa ja pensaikkoa sekä avoimempaa vesialuetta ulompana lahdella.

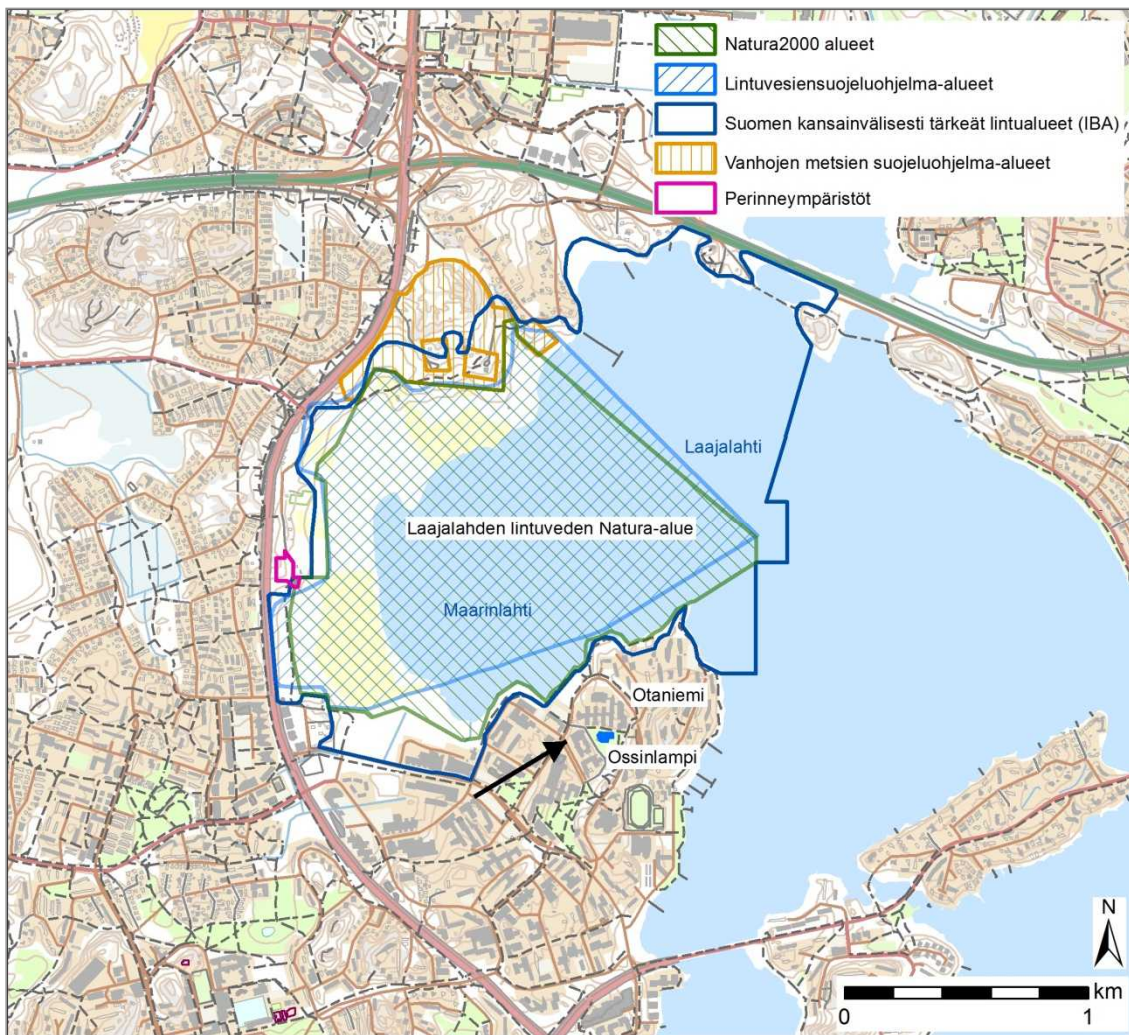
Natura-alueen suojelun perusteena on 20 lintudirektiivin liitteen I lintulajia ja 12 muuttolintulajia sekä seuraavat viisi luontodirektiivin luontotyyppiä (% pinta-alasta, * = priorisoitu eli ensisijaisen tärkeä luontotyyppi):

- 1160 Laajat matalat lahdet (78 %),
- 1630 Itämeren boreaaliset rantaniityt (11 %)*
- 6430 Kosteaa suurruohokasvillisuus (5 %)
- 9050 Boreaaliset lehdot (< 1 %) ja

– 9080 Fennoskandian metsäluhdat (< 1 %)*

Laajalahti kuuluu valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan ja sitä on ehdotettu liitettäväksi kansainvälisesti merkittävien kosteikkojen luetteloon eli niin sanotuksi Ramsar-kohteeksi. Natura-alueen suojelun toteuttamistapana on luonnonsuojelulaki. Laajalahden luonnonsuojelualue (ESA010002) on perustettu vuonna 1979 ja sen jälkeen sitä on laajennettu niin että se kattaa koko Natura-alueen. Laajalahti on osa Suomen kansainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluvaa kokonaisuutta Laajalahti-Vanhankaupunginlahti-Viikki (078) (*Leivo ym. 2001*). Hieman laajemmalla Laajalahden-Viikin alue -rajauksella (210247) se kuuluu Suomen kansallisesti tärkeisiin FINIBA-lintualueisiin. Laajalahti on pääkaupunkiseudulla merkittävä opetus- ja tutkimuskohde. Lahdella on kaksi lintutornia ja kolmen kilometrin mittainen luontopolku. Pohjoispuolella sijaitsevassa Villa Elfvikin luontotalossa toimii Espoon kaupungin ympäristövalistuskeskus.

Tutkimusreaktori sijaitsee noin 250 metrin päässä Natura-alueen, lintuvesiensuojeluohjelma-alueen, luonnonsuojelualueen ja IBA-alueen eteläpuolella. Laajalahden Otaniemen puoleisella reunalla on osa Laajalahden rantaniityistä, jotka ovat kesäaikaan karjan laidunkäytössä. Toinen lintutorneista sijoittuu noin 700 metrin päähän tutkimusreaktorista.



Kuva 10-2. Otaniemen ympäristön luontokohteet. Tutkimusreaktorin sijainti on osoitettu mustalla nuolella.

Muita noin kahden kilometrin etäisyydelle tutkimusreaktorista sijoittuvia luontokohteita ovat valtakunnalliseen vanhojen metsien suojeluohjelmaan sisältyvä kohde Elfvikin metsät noin 1,7 kilometrin päässä pohjoisessa sekä Laajarannan perinneympäristö noin 1,4 kilometrin päässä luoteessa (*OIVA-tietokanta 2013, Helimäki 2009*).

10.1.7 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi

Maa- ja kallioperä

Tutkimusreaktorirakennus sijoittuu lähimmillään noin 300 metrin etäisyydelle Suomenlahden rantaviivasta. Maanpinnan taso Otaniemessä vaihtelee yleisesti noin yhdestä metristä 20 metriin, ollen reaktorirakennuksen välittömässä läheisyydessä noin 2–5 metriä merenpinnan yläpuolella. Otaniemen itäosassa kulkee koillinen–lounassuuntainen topografiassa ympäristöään korkeammalle sijoittuva selänne. Reaktorirakennus sijaitsee kyseisen selänteen länsipuolella. Otaniemen keskiosassa, noin 100 metriä reaktorirakennuksen itä–koillispuolella, sijaitsee Ossinlampi. Ossinlammen vedenpinnan taso on noin +1,6. (*Maanmittauslaitos 2014*)

Otaniemen alueen kallioperä on iältään noin 1 800–1 850 miljoonaa vuotta vanha ja koostuu useista kivilajeista, mutta pääasiassa graniitista. (*Laitala 1991*). Kairaustietojen perusteella kallio on paikoin ruhjeista. Kalliopaljastumia esiintyy erityisesti Otaniemen itäosassa ja ympäristöään korkeammalle sijoittuvalla koillinen–lounassuuntaisella selänneellä (*Maanmittauslaitos 2014*). Kallioperään louhittava metrotunneli kulkee lähimmillään noin 400 metrin etäisyydellä reaktorirakennuksen eteläpuolella (*Länsimetro 2014*).

Irtomaapeite on kairaustietojen perusteella Otaniemen alueella ohut, yleisesti alle viiden metrin paksuinen. Topografiassa ylemmäksi sijoittuvilla alueilla, kuten Otaniemen itä- ja eteläosassa, irtomaapeite puuttuu paikoin kokonaan. Koska Otaniemi on kohtalaisen tiiviisti rakennettu, maaperän ylin osa koostuu usein muun muassa täytöistä tai teiden rakennekerroksista. Luonnontilainen irtomaapeite koostuu pääosin moreenista erityisesti sellaisilla alueilla, joilla irtomaapeite on ohut. Rannan läheisyydessä ja painanteissa esiintyy saven päällä paikoin eloperäisiä maalajeja. Saven alla saattaa esiintyä hiekkaa tai soraa, mutta pääasiassa moreenia.

Pohjavesi

Tutkimusreaktorirakennus ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle. Lähin luokiteltu pohjavesialue (Puolarmetsä, II-luokka, aluetunnus 0104902) sijaitsee noin seitsemän kilometrin etäisyydellä rakennuksen länsipuolella. Alueen läheisyydessä ei sijaitse vedenottoa eikä talousvesikaivoja.

Reaktorirakennuksen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse pohjaveden havaintoputkia. Lähimmät havaintoputket sijaitsevat noin 300 metrin etäisyydellä rakennuksen itäpuolella ja vajaan 400 metrin etäisyydellä rakennuksen eteläpuolella. (*Espoon kaupunki 2014*) Pohjaveden pinta sijaitsee yleisesti noin 1–2 metrin syvyydellä maanpinnan tasosta. Pohjaveden pääasiallinen virtaus suuntautuu kohti merta. Paikallisesti pohjaveden virtaussuunta saattaa poiketa pääsuunnasta, kuten rakenteilla olevan metrotunnelin läheisyydessä, jossa pohjavettä havaintojen perusteella saattaa tihkua kallioperään louhituun tunneliin. Pohjaveden muodostuminen Otaniemen alueella on vähäistä.

10.1.8 Vesistöt

Tutkimusreaktori sijaitsee Laajalahteen lounaasta työntyvällä niemellä (Otaniemi). Niemen itäpuolella on Otaniemen ja Lehtisaaren välinen salmi ja pohjois-länsipuolella on Laajalahden läntinen pohjukka Maarinlahti. Tutkimusreaktorin etäisyys merenrannasta on noin 250 metriä ja noin 100 metrin päässä tutkimusreaktorista sijaitsee pieni, noin 0,2 hehtaarin kokoinen Ossinlampi.

Ossinlampi on rehevä, vedessä sekä rannoilla on runsaasti kasvillisuutta, muun muassa osmankäämiä ja uistinvitaa. Lammen länsirannalta lähtee putki, jonka kautta se on yhteydessä mereen. Lammen veden laadusta tai vesieliöstöstä ei ole tarkempaa tietoa eikä sille ole tehty ympäristöhallinnon toimesta ekologista luokitusta. Ossinlampea ei voida pitää luonnontilaisena ottaen huomioon sen rakennettu valuma-alue sekä keinotekoinen yhteys mereen.

Tutkimusreaktorin käytössä syntyvien radioaktiivisten aineiden päästöjä seurataan Säteilyturvakeskuksen hyväksymän säteilyvalvontaohjelman mukaisesti. Ympäristön säteilyvalvontaan liittyvistä mittauksista raportoidaan vuosittain Säteilyturvakeskukselle. Säteilytasojen ohella mitataan vuosittain Ossinlammen vesi- ja pohjasedimenttinäytteet. Lammen vesinäytteissä ei ole yhtenäkkään vuonna havaittu merkkejä keinotekoisesta radioaktiivisuudesta. Lammen pohjasedimenttinäytteissä sen sijaan on havaittu heikkoa cesiumaktiivisuutta, joka on todennäköisesti peräisin Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden laskeumasta. (VTT 2011)



Kuva 10-3. Ossinlampi itärannalta kuvattuna 2.6.2014. Takana näkyy VTT:n rakennuksia.

Laajalahti on matala, syvälle mantereen sisälle ulottuva merenlahti, mistä johtuen veden vaihtuvuus on heikkoa. Laajalahden pinta-ala on noin viisi neliökilometriä. Vesialueen keskisyvyys on 0,5–2 metriä ja veden suolapitoisuus 3–5 promillea. Otaniemen eteläpuoleisella merialueella meriveden korkeus vaihtelee -0,8 ja +1,1 metrin välillä. Laajalahden lahdet ovat normaalisti jäässä joulukuusta huhtikuuhun ja alueen keskilämpötila on +5 °C.

Laajalahden keskeisiin kasvilajeihin kuuluvat järviruoko, sinikaisla, järvikaisla ja osmankäämi. Paikoin Laajalahdella on laajoja avovesialueita. Laajalahdelle laskettiin Talin jätevedenpuhdistamon jätevesiä vuoteen 1986 asti. Uposkasvillisuus on hitaasti palautumassa rehevöitymisen vähennyttyä alueella verrattuna aiempiin vuosikymmeniin. Laajalahden rantoja reunustavat tervalepikot, mutta tervaleppähdoista kolmannes on tuhoutunut maantäytöissä. (*Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2012*)

Kuormituksen väheneminen 1980-luvun puolella välissä on muuttanut kalastoa paikoin Helsingin vesialueella. Pasurin ja lahnan väheneminen sekä puolestaan kuhakannan voimistuminen Laajalahdella indikoi parantunutta vedenlaatua verrattuna 1970- ja 1980-lukuihin. Kuhakantaa on myös hoidettu istutuksin ja kalastusrajoituksin. Laajalahdella on muun muassa hauen, kuhan ja lahnan kutualueita. Ahvenen ja kuhan poikastuotannon kannalta Laajalahden luonnonsuojelualue on erittäin merkittävä. (*Kangas 2007*)

Laajalahden vesialueen tilaa seurataan Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamon jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailuun liittyen (*Autio ym. 2007*). Edellinen usean vuoden tarkkailuista tehty yhteenveto on vuodelta 2006. Laajalahden vedenlaatu on tyydyttävä ja alue luokitellaan reheväksi. Laajalahden rehevyyttä ylläpitää muun muassa sisäinen kuormitus (*Munne & Autio 2005*). Laajalahtea kuormittavat lisäksi edelleen Iso-Huopalahden pohjoisosassa aikoinaan sijainneen kaatopaikan suotovedet sekä saman lahden pohjoisosaan laskeva Mätäjoki. Laajalahdella kesän kokonaistyyppipitoisuus on kasvanut jonkin verran vuosien 1992–2006 aikana. Sen sijaan keskimääräisissä kokonaisfosforipitoisuuksissa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta vastaavalla aikajaksolla. Alueen eläinplanktonlajistoa luonnehtii rehevyyttä suosivien makean veden lajien runsas esiintyminen. Kasviplanktonlajiston ja -biomassojen perusteella kesät 2002–2006 olivat rehevämpiä kuin 90-luvulla, mikä johtuu osittain sisäisestä kuormituksesta (*Autio ym. 2007*).

Laajalahden merialue kuuluu Kymijoen–Suomenlahden vesienhoito-alueeseen ja Suomenlahden sisäsaariston vesimuodostumaan Seurasaari, jonka ekologinen tila on arvioitu ympäristöhallinnon toimesta välttäväksi (*OIVA-tietokanta 2013*). Vesistöjen ekologisen tilan arvioinnin perusteena on arvioitu luontainen tila ja luokittelun pääpaino on biologisissa tekijöissä. Yleisenä tavoitteena vesienhoitolainsäädännössä on vesistöjen hyvä tila. Seurasaaren merialueella luokitusta laskevat rehevöityminen, happiongelmat ja sisäinen kuormitus sekä rantarakentaminen. Pintavesien kemiallisessa luokittelussa arvioidaan haitallisten aineiden pitoisuuksia pintavesissä. Seurasaaren merialueen kemiallinen tila on arvioitu alustavasti hyväksi.

10.1.9 Ihmiset ja yhteisöt

Tutkimusreaktorin lähiympäristö on Otaniemen kampusalueen ydintä. Aivan reaktorirakennuksen vieressä sijaitsee muun muassa lääketieteellisen tekniikan ja laskennallisen tieteen laitos, maankäyttötieteiden laitos, rakennustekniikan laitos, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto-yliopiston tilojen lisäksi reaktorirakennuksen välittömässä läheisyydessä sijaitsee muun muassa VTT:n tutkimustoiminnan tiloja ja työpaikka/opiskelijaruokala. Kampusalueella sijaitsee myös Otaniemen ostoskeskus ja koulutuskeskus Dipoli sekä opiskelija-asuntoja. Tutkimusreaktorin lähin asutus on noin 300 metrin etäisyydellä. Suunnittelun välivarastointipaikan lähiympäristössä sijaitsee kampukseen kuuluvia yliopiston sekä VTT:n käytössä olevia rakennuksia sekä puistoaluetta. Lähellä sijaitsee myös muun muassa toimisto- ja asuinrakennuksia. Lähin asutus on noin 150 metrin etäisyydellä.

Otaniemen kaupunginosassa asui yhteensä 3 630 asukasta vuonna 2011. Kaupunginosan väestö koostuu pääosin nuorista opiskelijoista ja asukkaista lähes 90 prosenttia on alle 35-vuotiaita. Tutkimusreaktoria lähin suuri asutuskeskus sijaitsee Tapiolassa vajaan kahden kilometrin etäisyydellä. Vuonna 2011 Suur-Tapiolan asukasmäärä oli 42 915. (*Espoon kaupunki 2013b*)

Otaniemi kuuluu Suomen tiheimmin asuttuun seutuun ja kampusalueella sijaitsee lisäksi runsaasti työpaikkoja. Vuonna 2010 tutkimusreaktorista viiden kilometrin etäisyydellä toimivan päiväväestön (alueella asuvat - alueella asuvat työlliset + alueella työskentelevät) määräksi arvioitiin noin 197 000 henkilöä. Tutkimusreaktorista 30 kilometrin säteellä päiväväestön määrä oli noin 1 200 000 henkilöä. (*Tilastokeskus 2011*) Oheisessa taulukossa on esitetty tutkimusreaktorin Otaniemen laskenta-alueen väestöjakauma vuoden 2010 tietoihin perustuen.

Taulukko 10-1. Tutkimusreaktorin Otaniemen laskenta-alueen väestöjakauma (VTT 2010). Päiväväestö (suluisa yöväestö). Päiväväestö = alueella asuvat - alueella asuvat työlliset + alueella työssäkäyvät. Yöväestö = alueella asuvat.

Alue	Väestömäärä	Tiheys henkeä/km ²
500 m:n säteellä	17 656 (2 197)	22 636 (2 809)
Renkaalla 0,5...1,5 km	14 697 (4 956)	2 340 (790)
Renkaalla 1,5...3 km	32 060 (29 379)	1 512 (1 385)

Otaniemessä on monipuolisia virkistysmahdollisuuksia, kuten kesä- ja talviurheiluun soveltuva Otaniemen urheilukenttä, Otasatama (veneily), Otahallin sisäliikuntakeskus ja pääosin ranta-alueilla kulkevia virkistys- ja kuntoreittejä. Noin kahden kilometrin etäisyydellä hankealueesta sijaitsee kaksi koulua ja 18 päivähoidon yksikköä.

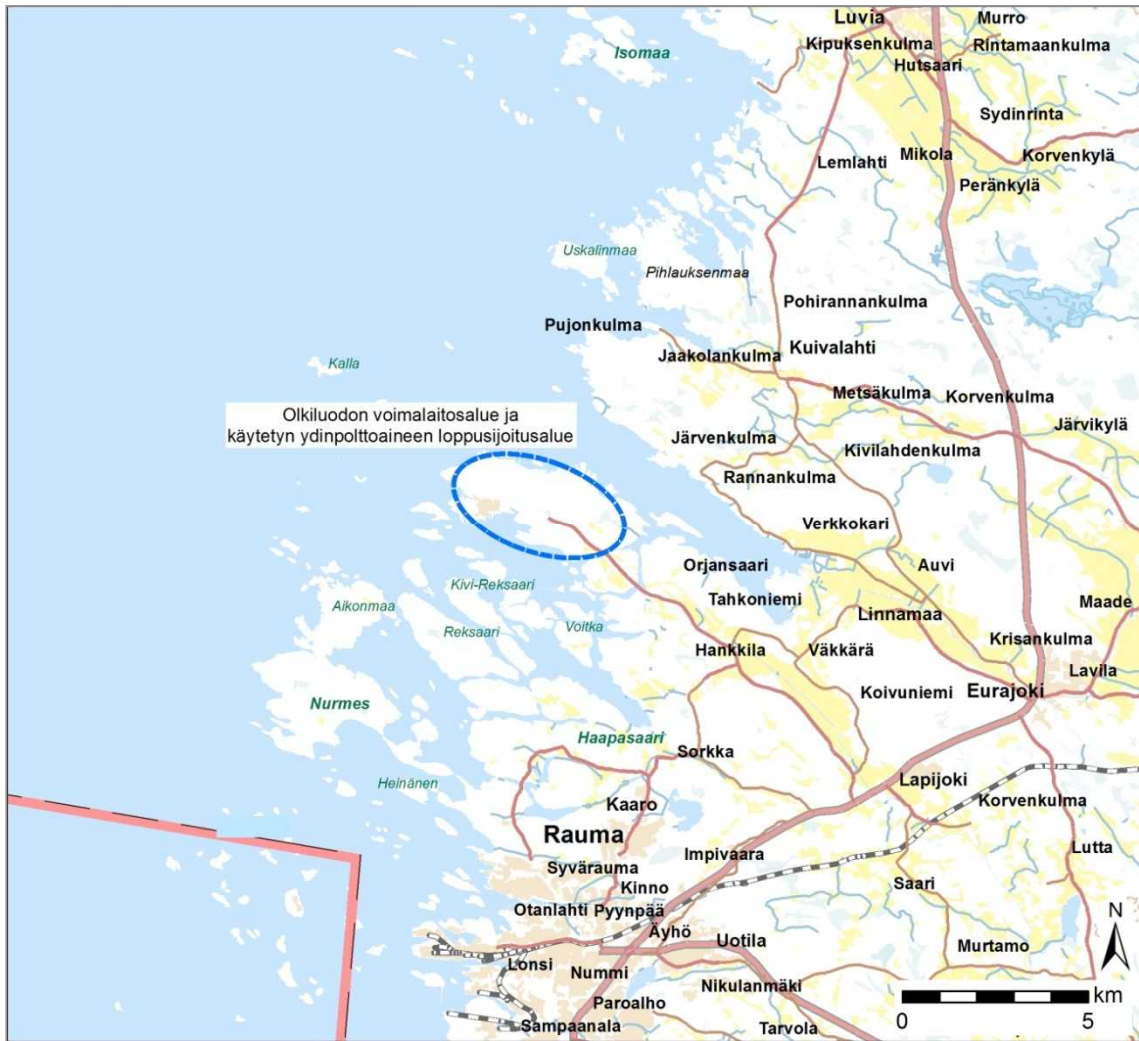
10.2 Eurajoki, Olkiluoto

10.2.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saaren länsipäässä (Kuva 10-4). Voimalaitosalueella sijaitsevat vuosina 1973–1980 rakennetut ydinvoimalaitosyksiköt OL1 ja OL2. Olkiluotoon on myös rakenteilla ydinvoimalaitosyksikkö OL3, ja OL4 on saanut eduskunnalta myönteisen periaatepäätöksen.

Olkiluodon voimalaitosalueella saaren länsiosassa sijaitsevat TVO:n nykyiset kaksi voimalaitosyksikköä ja niiden jäähdytysveden otto- ja poistorakenteet, käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto) matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (MAJ- ja KAJ-varastot), voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VJL-luola), hallintorakennuksia, koulutus- ja vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaite, raakaveden puhdistamo, kaatopaikka ja ydinjätteen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila ONKALO. Rakenteilla oleva OL3-yksikkö sijoittuu Olkiluodon länsikärkeen.

Voimalaitosalueelta saaren pohjoispuolitse lähtee leveä voimajohtoalue, jonka välissä on sähköasema. Lisäksi alueella on Fingridin kaasuturbiinivoimalaitos varavoimatarpeisiin sekä TVO:n tuulivoimalaitos. (*mm. Eurajoki, Olkiluodon osayleiskaavaselostus*)



Kuva 10-4. Olkiluodon voimalaitosalueen ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusalueen sijainti.

Saari on voimalaitosalueelta itään metsää. Saaren pohjoisrannan keskivaiheilla on teollisuussatama ja saaren itäpäässä on maatalousaluetta ja loma-asutusta. Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kolmen kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueelta. Etäisyyttä Rauman keskustaan on noin 13 kilometriä ja Eurajoen kirkonkylään noin 16 kilometriä. (Posiva 2012a, Teollisuuden Voima Oyj 2008)

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on viiden kilometrin etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Suojavyöhykkeelle toimintoja suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan Säteilyturvakeskuksen ohjeistusta. (YVL A.2)

Maakuntakaava

Olkiluoto sijoittuu alueelle, jolla on voimassa ympäristöministeriön 30.11.2011 vahvistama Satakunnan maakuntakaava.

Laitosalue on osoitettu maakuntakaavassa energiahuollon alueeksi (EN1). Merkinnällä osoitetaan ydinvoimaloiden laitosalue, joka on varattu energiatuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteutettavia laitoksia ja rakennuksia varten. Alueella on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus. Olkiluodon voimalaitosalueen ulkopuolelle on

osoitettu en-merkinnällä energiahuollon kehittämisen kohdealue. Kaavan suunnittelu- määräyksen mukaan erityistä huomiota alueen suunnittelussa tulee kiinnittää energiahuollon sekä loppusijoitustoiminnan ja kehittämisedellytysten turvaamiseen. (*Satakuntaliitto 2013*)

Yleiskaavat

Olkiluodon alueella on voimassa oikeusvaikutteinen Olkiluodon osayleiskaava, jonka kunnanvaltuusto hyväksyi 19.5.2008. Kaava on saanut lainvoiman kesällä 2010. Voimalaitosalue on kokonaisuudessa osoitettu kaavassa EN-merkinnällä. Kaavamääräyksen mukaan alueelle saa rakentaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen ja korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergialain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti.

Osayleiskaavassa on osoitettu osa-aluemerkinnällä (yj) alue, jolle ydinjätelaitoksia saa sijoittaa. Maanpäällisiä rakennuksia ovat mm. kapselointilaitos, kuilurakennus, porttirakennus, toimistorakennus, tutkimuskeskus, varastohalli, pesula/korjaamot ja rakennus tunnelitekniikkaa varten. Lisäksi on ohjeellisella osa-alueen merkinnällä (ma-enl) osoitettu maanalaisen loppusijoituslaitoksen alue korkea-aktiivista jätettä varten.

Oikeusvaikutteisessa Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavan muutoksessa (hyväksytty 29.9.2008) Olkiluodon länsipuolelle sijoittuva Kuusisenmaan saari on osoitettu energiahuollon alueeksi (EN-1). Lisäksi saarelle on osoitettu suojaviheralue (SV). Kaavalla mahdollistetaan maanalainen loppusijoitus, mutta alueelle ei ole ulotettu loppusijoitustilojen maanpäällisiä tiloja. (*Eurajoen kunta 2013*)

Asemakaavat

Nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden alueella on voimassa vuosina 1974 ja 1997 vahvistetut asemakaavat. Vuonna 2005 on hyväksytty kaksi asemakaavaa, joilla osoitettiin Olkiluodon kaakkoisosaan mm. asuntolarakennusten korttelialue ja toimitilarakennusten rakennuspaikkoja. Lisäksi Olkiluodon saaren itäosissa on kolme vahvistettua loma-asutusta ohjaavaa ranta-asemakaavaa. Vuonna 2010 vahvistettiin Eurajoen kunnanvaltuustossa loppusijoitusalueen asemakaava ja asemakaavan muutos sekä asemakaavan ja ranta-asemakaavan osittainen kumoaminen. Kaavalla varattiin alue käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoimintaa varten osayleiskaavan mukaisesti.

Olkiluodon energiatuotantoalueen maankäytön laajenemisen myötä Rauman kaupunki on käynnistänyt vuonna 2008 Kuusisenmaan, Leppäkartan ja Vähä-Kaalonperän saarien ja näitä ympäröivien alueiden asemakaavamuutoksen laadinnan. Kaava-alue rajautuu itäpuolella Eurajoen kunnanrajaan ja Olkiluodon ydinlaitosalueeseen. (*Eurajoen kunta 2013*)

10.2.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Olkiluodon ydinvoimalaitosalue sijaitsee välittömästi mannerrannikon edustalla sijaitsevan Olkiluodon saaren länsiosassa. Ydinvoimalaitoksen alue on luonteeltaan teollista, suurimittakaavaista rakennettua ympäristöä, ja alueelta johtaa mantereeseen suuntaan leveä voimajohtokäytävä. Muilta osin saari on pääosin metsäistä luonnonaluetta, mutta alueella on myös jonkin verran maatalousmiljöötä, asutusta ja loma-asutusta. Ydinvoimalaitoksen alueella ei ole erityisiä maisema- tai kulttuuriympäristöarvoja. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

10.2.3 Liikenne

Tieliikenne

Eurajoen kirkonkylä sijaitsee valtatie 8 varrella Rauman ja Porin välissä. Olkiluotoon johtava Olkiluodontie (yhdystie 2176 Lapijoki – Olkiluoto) erkanelee valtatiestä 8 Lapijoen kohdalla. Risteyksestä on Raumalle matkaa noin seitsemän kilometriä ja Poriin noin 40 kilometriä. Lisäksi Raumalta pääsee Sorkan kautta Olkiluotoon. Eurajoen keskustasta johtaa tie Linnamaan kautta Olkiluotoon. Olkiluodon alueella on toimivat liikenneyhteydet satamiseen, teineen ja paikoitusalueineen.

Olkiluodon liikennemäärät vaihtelevat hyvin voimakkaasti suurten rakennushankkeiden (OL3 ja ONKALO) ja ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen johdosta. Olkiluodontien vilkkain tieosuus on heti valtatie 8 liittymästä noin kilometri Olkiluodon suuntaan. Vuonna 2010 Olkiluodontien keskimääräinen vuorokausiliikenne oli keskimäärin 3 800 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 300 vuorokaudessa (*Liikennevirasto 2013*). Suurin osuus liikenteestä on työmatkaliikennettä.

Vuonna 2012 valtatiellä 8 Rauman ja Eurajoen välillä kulki keskimäärin 11 100 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaita ajoneuvoja oli 1 130 (*Liikennevirasto 2013*).

Meriliikenne

Olkiluodon ydinvoimalaitosten laiturit, joihin johtaa viiden metrin syvyinen laivaväylä, sijaitsevat Olkiluodon etelärannalla. OL1:n laiturissa (ja arviolta myös OL3:n laiturissa) käy enimmillään 1-2 laivaa vuodessa. Olkiluodon teollisuussatamaan Olkiluodon saaren pohjoispuolella johtaa lännestä Kallan pohjoispuolitse kuuden metrin laivaväylä. Satama toimii avovesikautena sekä vienti- että tuontisatamana. Aluskäyntejä satamassa on vuosittain noin 90–100. Muu voimalaitosalueen lähivesillä liikkuminen on pääasiassa virkistyskäyttöön ja kalastukseen liittyvää veneilyä. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

Rauman satama sijaitsee kaupungin keskustasta länteen pääosin Kompin, IsoHakunin ja UlkoPetäjängän alueella. Rauman satamaan johtaa kaksi väylää, Valkeakarjan väylä (kulkusyvyys 7,0 metriä) ja Rihtniemen suunnalta tulevan eteläisen väylä (kulkusyvyys 10,0 metriä). Laivoja satamassa kävi vuoden 2012 aikana yhteensä 1 359 (*Rauman satama 2013*).

Rauman satamaan on maaliikenneyhteys valtatieltä 12 ja valtatieltä 8. Valtateiltä liikenne satamaan kulkee Hakunintieltä (tie 22425). Metsäteollisuuden puutavaraliikenne käyttää myös Hankkarintietä. Raskaan liikenteen määrä satamakonttorin kohdalla Hakunintieltä on noin 1 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Rautatieyhteys Rauman satamaan erkanelee Tampere–Pori-radasta Peipohjassa. Ratapiha-alue on Rautatiekadun ja Karjalankadun välisellä alueella, josta rautatie jatkuu satamaan. (*Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2007*)

10.2.4 Ilmasto ja ilmanlaatu

Olkiluoto sijaitsee Selkämeren rannikolla merellisessä ilmastossa. Merelliselle ilmastolle tyypillistä on lämpöolojen tasaisuus. Keväällä lämpötila on rannikon tuntumassa selvästi alempi kuin kauempana sisämaassa. Syksyllä lämmin meri tasoittaa vuorokauden lämpötilaeroja eikä yöpakkasia juurikaan esiinny. Talvi Satakunnan alueella on lauha, koska Selkämeri pysyy auki lähes koko talven.

Olkiluodossa vallitseva tuulen suunta on lounaasta (*Ilmatieteen laitos 2013*). Olkiluodon vuotuinen sademäärä vaihtelee 400–700 millimetrin välillä.

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

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Olkiluodon ydinvoimalaitoksessa syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä toteutetaan parhaan käytettävissä olevan tekniikan periaatetta. Radioaktiiviset kaasut kerätään, suodatetaan ja viivästetään radioaktiivisten aineiden määrän alentamiseksi. Pieniä määriä radioaktiivisia aineita sisältävät kaasut johdetaan hallitusti poistoilmapiipun kautta ilmaan. Päästöt sisältävät jalokaasuja, jodeja, aerosoleja, tritiumia ja hiili-14:ää. Suurin osa ympäristöön pääsevistä radionuklideista on niin lyhytikäisiä, että niitä on satunnaisesti havaittavissa vain aivan laitoksen lähiympäristössä, minkä lisäksi radioaktiiviset jalokaasut sekoittuvat ilmakehään ja laimenevat. Käytetyn ydinpolttoaineen väli-varaston poistoilmapiipusta ei ole tavattu päästöjä, jotka olisivat ylittäneet havaintorajan. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

Suurimmillaan nykyisten voimalaitosyksiköiden vuosien 2011–2012 radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 1,2–1,24 TBq, mikä on 0,0002 prosenttia asetetusta päästörajasta (päästöraja 9 429 TBq). Jodipäästöt olivat noin 0,0002 prosenttia päästörajasta (päästöraja 0.103 TBq). (*Teollisuuden Voima Oyj 2012*)

Säteily

Voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan ja mereen seurataan jatkuvasti. Radioaktiivisten aineiden määrää mitataan muun muassa voimalaitosalueen merivedestä, kaloista, levistä, pohjaeläimistä, ilmasta, maaperästä, ruhosta sekä puutarha- ja maataloustuotteista ja lihasta. Valvonta tehdään voimalaitoksen ympäristön säteilyn valvontaohjelman mukaisesti ja tulokset raportoidaan STUK:lle. Päästöjen pohjalta lasketaan vuosittain laitoksen läheisyydessä asuvien henkilöiden saamat säteilyannokset. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*) Vuonna 2012 päästöistä ilmaan ja mereen laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle henkilölle oli noin 0,00003 mSv, mikä on noin 0,03 prosenttia asetetusta 0,1 mSv:n rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaavan säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 10 minuutissa. (*Kainulainen 2013*)

Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaitaan maaympäristöstä otetuissa näytteissä suhteellisen harvoin. Ilma- ja laskeumanäytteissä havaintoja tehdään muutamia vuosittain, mutta niiden pitoisuudet ovat olleet enimmilläänkin vain promillen luokkaa luontoperäisestä aktiivisuudesta. Voimalaitoksen välittömässä läheisyydessä vesiympäristön näytekohteissa, kuten levissä, vesikasveissa, pohjaeläimissä ja sedimentoituvassa aineksessa, havaitaan säännöllisesti pieniä määriä voimalaitosperäisiä radioaktiivisia aineita, mutta pitoisuudet ovat olleet niin ihmisen kuin luonnonkin kannalta merkityksettömiä. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

Elintarvikenäytteissä havainnot radioaktiivisista aineista ovat olleet harvinaisia. Maito-, vilja- ja lihanäytteissä ei ole havaittu kertaakaan Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita koko voimalaitoksen käyttöhistorian aikana. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

10.2.5 Melu ja värinä

Olkiluodon voimalaitosalueella melutasoon vaikuttavat TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt OL1 ja OL2, rakenteilla olevan voimalaitosyksikön OL3 rakennustyömaa ja lisäksi muun muassa tuulivoimalaitos, Posiva Oy:n ONKALO-työmaa, satama ja Fingridin Oyj:n kaasuturbiinivoimalaitos. Vuosina 2005, 2006 ja 2007 tehtyjen melumittausten mukaan melu oli lähimmissä häiriintyvissä kohteissa lähellä loma-asutusalueen melun ohjearvoa 45 desibeliä tai ajoittain yli ohjearvon. Vuonna 2006 tehdyn melulaskennan mukaan OL3 yksikön valmistuttua melu alittaa ohjearvot lähimmissä häiriintyvissä kohteissa. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

10.2.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Kapean salmen mantereesta erottaman Olkiluodon saaren pinta-ala on noin 10 km². Sitä ympäröi Selkämeren saaristo- ja merialue. Olkiluoto sijaitsee eteläboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen lounaismaahan alueella, Satakunnan eliömaakunnassa (*OIVA-tietokanta 2013*). Pohjanlahden rannikkoalueelle on ominaista nopea maankohoaminen ja siitä johutuva rantakasvillisuuden vyöhykkeisyys.

Olkiluodon luonnonympäristö on osittain ihmistoiminnan voimakkaasti muuttama, mutta saareen sijoittuu myös havupuuvaltaisia kangasmetsiä, lehtipuustoisia rantametsävyöhykkeitä, kallioita ja pienialaisia soita. Olkiluodon alue on luonnonolosuhteiltaan tyypillinen lounais-suomalainen rannikkoalue, jossa eläin- ja kasvilajisto sekä maaperä ovat hyvin samanlaisia kuin ympäröivillä alueilla. Rakentamattomat ranta-alueet, erityisesti pohjoisrannalla edustavat luonnontilaisia, usein reheviä rantabiotooppeja. Paikallisesti huomionarvoisia luontokohteita saareissa ovat sen luoteisosaan sijoittuva lahoppus-toinen Tyrniemen metsä, jossa on umpeenkasvaneita lampia, sekä etelärannalla sijaitseva Flutanperän tervaleppäluhta, joka on osittain menettänyt luonnontilansa. Olkiluodon eläinlajisto on kohtalaisen runsas, mutta harvinaisuuksia tai uhanalaisia lajeja ei alueella juurikaan ole tavattu. Alueen maalinnusto on runsas, mutta melko tavanomainen. Vesilinnuston yleisin laji on haahka ja harvinaisimpia pesiviä lajeja muun muassa ristosorsa ja pilkkasiipi. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007*).

Olkiluodon voimalaitosalueen lähin Natura 2000 -verkostoon kuuluva alue on Rauman saaristo (FI0200073), jonka lähimmät kohteet sijaitsevat noin kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta. Rauman saariston Natura-alueen suojelun perusteena on 14 luontodirektiivin luontotyyppiä. Natura-alue ja sitä ympäröivät vesialueet ovat osa Suomen kansainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluvaa kokonaisuutta Rauman–Luvian saaristot (085) (*Leivo ym. 2001*). Hieman laajemmalla rajauksella alue muodostaa Suomen valtakunnallisesti tärkeän FINIBA-lintualueen Rauman-Luvian-Porin saaristo (120074). Natura-alueeseen ja tärkeisiin IBA- ja FINIBA-linnustoalueisiin kuuluvia luotoja ja saaria on Olkiluodon saaren länsikärjen edustalla 1–2 kilometrin päässä ydinvoimala-alueesta. (*Oiva-tietokanta 2013, Lounais-Suomen ELY-keskus 2013*)

Olkiluodosta Rauman saariston Natura-alueeseen sisältyy Liiklankarin metsäalue saaren eteläosassa, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusalueen välittömässä läheisyydessä. Liiklankari kuuluu valtakunnalliseen vanhojen metsien suojeluohjelmaan (AMO020001), ja se on suojeltu Liiklankarin luonnonsuojelualueena (VMA020001). (*Oiva-tietokanta 2013, Lounais-Suomen ELY-keskus 2013*)

Noin kahden kilometrin säteellä voimalaitosalueesta sijaitsevat lisäksi seuraavat suoje-lualueet: Selkämeren kansallispuisto, Kornamaan saaren länsiosa (AMO000093), Koi-vukari (MRA202659), Vasikkari (MRA203039), Mäntyrinne (YSA206416), Voitka (MRA203036) sekä Eurajoen suiston FINIBA-lintualue (120075). (*Oiva-tietokanta 2013, Lounais-Suomen ELY-keskus 2013*)

10.2.7 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi

Olkiluoto on Selkämeren rannikolla sijaitseva saari, jonka maanpinnan topografia on varsin tasainen. Keskimäärin maanpinnan korkeustaso on noin viisi metriä merenpinnan tason yläpuolella. (*Posiva Oy 2008, 2012a*)

Olkiluodon alueen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet tunnetaan erittäin hyvin, sillä aluetta on tutkittu yli 20 vuoden ajan erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusi-joituskohdeena. Tutkimukset alueella jatkuvat edelleen. (*Posiva Oy 2008, 2012a*) Olki-luodon kallioperään on louhittu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten tutki-mustila ONKALO.

Pääasiassa migmatiiteista koostuvan kallioperän ikä on noin 1,8–1,9 miljardia vuotta. Kallioperän pintaosa on 120–140 metrin syvyyteen asti enemmän rakoillutta kuin kal-lioperä tätä syvemmällä. Kallioperän pintaosassa esiintyvien rakojen vedenjohtavuus on yleisesti korkeampi kuin syvemmällä esiintyvien rakojen. (*Posiva Oy 2008, 2012a*) Alueen irtomaapeite on yleensä 2–4 metriä ja keskimäärin 2,5 metriä paksu. Paksuim-mat, noin 16 metrin irtomaakerrokset sijaitsevat saaren länsiosassa (*Mönkkönen 2012*). Irtomaapeite koostuu pääasiassa hiekkamoreenista, jonka seassa on joitain siltti, savi, hiekka ja sorakerroksia (*Ikonen ym. 2013*).

Lähin luokiteltu pohjavesialue (Kuivalahti, I-luokka, tunnus 0205104) sijaitsee noin viiden kilometrin etäisyydellä ONKALON pohjois-koillispuolella. Olkiluodon saarella sijaitsee joitain talousvesikaivoja (*Ikonen ym. 2003*). Lähimmät kaivot sijaitsevat noin 1,4 kilometrin etäisyydellä ONKALOSTA. Pohjaveden havaintotietojen perusteella ON-KALON ympäristössä maapohjaveden pinnan taso vaihtelee noin välillä 0 - +8 metriä merenpinnan tason yläpuolella ja kalliopohjaveden painetaso vaihtelee noin välillä 0 - +10 metriä merenpinnan tason yläpuolella (*Vaittinen ym. 2013*).

10.2.8 Vesistöt

Olkiluotoa rajaa pohjoispuolella noin 1,5 kilometriä leveä Eurajoensalmi ja eteläpuolel-la noin kolme kilometriä pitkä ja 0,7–1,0 kilometriä leveä Olkiluodonvesi. Olkiluodon eteläpuolelta alkaa Rauman saaristo. Olkiluodosta länteen on matalaa rannikkoaluetta, jossa on verrattain runsaasti pieniä saaria ja luotoja. Olkiluodon ympäristö on matalaa rannikkoaluetta lukuun ottamatta saaren lounais- ja luoteispuolella sijaitsevia syvänteitä. Olkiluodon lähimerialueen pohjat ovat suurimmaksi osaksi paljasta kalliota ja toiseksi yleisin pohjantyyppi on moreenipohja. Syvännealueilla sedimentti on liejusavea tai mui-ta savilajeja. Olkiluodon merialue on melko avointa. Olkiluodon alueella ei ole järviä, jokia tai puroja. Saaren ainoa järvi on kuivunut ojituksen seurauksena. Olkiluodon alu-eelle on tehty 1970-luvulla raakavesiallas (Korvensuon allas) voimalaitoksen käyttöä varten. (*Posiva Oy 2008 & 2012a, Teollisuuden Voima Oy 2008*)

Olkiluodon merialueen veden laatuun ja ekologiseen tilaan sekä tuotantoon vaikuttavat Selkämeren rannikkovesien yleistila, jokien kuljettamat ravinteet ja muut aineet. Paikal-lisesti vesialueen tilaan vaikuttavat ydinvoimayksiköiden jäähdytysvesien aiheuttama

veden lämpötilan nousu ja virtausolojen muutokset sekä jäähdytysvesien mukana johdettavien jätevesien ravinnekuorma (*Kirkkala & Turkki 2005*). Olkiluodon ydinvoimalaitoksesta purettavat jäähdytysvedet vaikuttavat lähialueen jäätilanteeseen. Olkiluodon edustalle muodostuvan sulan ja heikon jäiden alueen koko vaihtelee muutamasta neliökilometristä 20 neliökilometriin.

Olkiluodon edustan merialueella happitilanne on yleensä ollut hyvä. Veden ravinnepitoisuudet ovat Selkämeren rannikkovesille tyypillisiä ja pitoisuuksien alueellinen vaihtelu on ollut vähäistä, joskin virtaukset, rantavyöhykkeeltä vapautuvat ravinteet ja paikallinen jätevesikuormitus lisäävät pitoisuuksia ajoittain. Merkittävin ravinnekuormittaja alueella ovat jokivedet. Kasviplanktonbiomassat ovat olleet lähinnä lievästi rehevien vesien tasoa (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Olkiluodon merialueen vesikasvillisuus vaihtelee ulkosaariston kovien pohjien levävaltaisista yhteisöistä Olkiluodonveden pehmeiden pohjien putkilokasvivaltaisiin yhteisöihin. Vesikasvillisuuden tutkimuksissa rehevöitymisen vaikutukset ovat olleet havaittavissa voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusalueella (*Kinnunen & Oulasvirta 2005*). Olkiluodon edustan pohjaeläimistön valtalajeina ovat olleet itämerensimpukka, vaeltajakotilo, amerikansukasjalkainen ja harvasukasmadot (*Turkki 2007*). Jäähdytysvesien vaikutusalueella on ollut havaittavissa pohjaeläimistön määrän ja biomassan vaihtelua sekä rehevöitymisestä hyötyvien lajien tai ryhmien ajoittaista lisääntymistä (*Turkki 2007*).

Olkiluodon edustan merialue alue kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen ja Selkämeren sisempien rannikkovesien lähimmät vesimuodostumat ovat Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi, Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Eurajoensalmi. Ulommat merialueet kuuluvat Luvian - Rauman avomerialueeseen. Vesialueet ovat pääosin hyvässä ekologisessa tilassa, mutta Eurajoensalmi on arvioitu tilaltaan tyydyttäväksi (*OIVA-tietokanta 2013*). Olkiluodonveden-Haapasaarenveden rannikkovesialueen ekologinen tila oli vuoden 2008 luokittelussa arvioitu tyydyttäväksi, mutta luokitus parantui hyväksi uudemmassa luokittelussa. Todennäköisesti muutos johtui kattavammasta seuranta-aineistosta ja luokitteluteknisistä muutoksista eikä varsinaisesti vesimuodostuman tilassa tapahtuneista muutoksista. Eurajoen salmen luokitusta laskee rehevöityminen. Selkämeren rannikkovesien kemiallinen tila on arvioitu alustavasti hyväksi.

Olkiluodon edustan merialueella harjoitetaan ammattikalastusta, joka on pääasiassa verkkokalastusta. Tärkeimmät saalislajit olivat ahven, hauki, siika, silakka, lahna ja särki (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Vähäisiä määriä saatiin myös lohta ja taimenta. Olkiluodon edustan merialueen merkittävimpien kalalajien kantoja voidaan pitää hyvinä tai kohtalaisina (*Ramboll Finland Oy 2007*).

Olkiluodon edustan levistä, sedimentoituvasta aineksesta ja simpukoista on mitattu vähäisiä määriä voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita, mutta luonnon radioaktiivisten aineiden osuus kyseessä olevissa näytteissä on ollut huomattavasti voimalaitosperäistä aktiivisuutta voimakkaampi (*Taivainen 2007*).

10.2.9 Ihmiset ja yhteisöt

Olkiluodon ydinvoimala ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusalue sijaitsevat Eurajoen kunnassa, Olkiluodon saarella. Olkiluodossa on hyvin vähän asutusta ja lähimmät vakituiset asunnot sijaitsevat noin kolmen kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueesta. Vuonna 2007 viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueilta asui vakituisesti noin 70 henkilöä. Lähimmät merkittävät asutuskeskukset ovat Rauma (12 km), Eurajoki (14 km)

ja Luvia (16 km). Vuonna 2012 Rauman kaupungin asukasluku oli 39 842, Eurajoen kunnan 5 883 ja Luvian kunnan 3 360 (*Tilastokeskus 2013*).

Olkiluodon saarella, läheisillä saarilla ja Olkiluotoa ympäröivillä rannikkoalueilla on runsaasti loma-asutusta. Lähimmät loma-asunnot sijaitsevat Olkiluodon pohjoisrannalla (Munakari). Vuonna 2007 viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueilta sijaitsi 550 loma-asuntoa. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

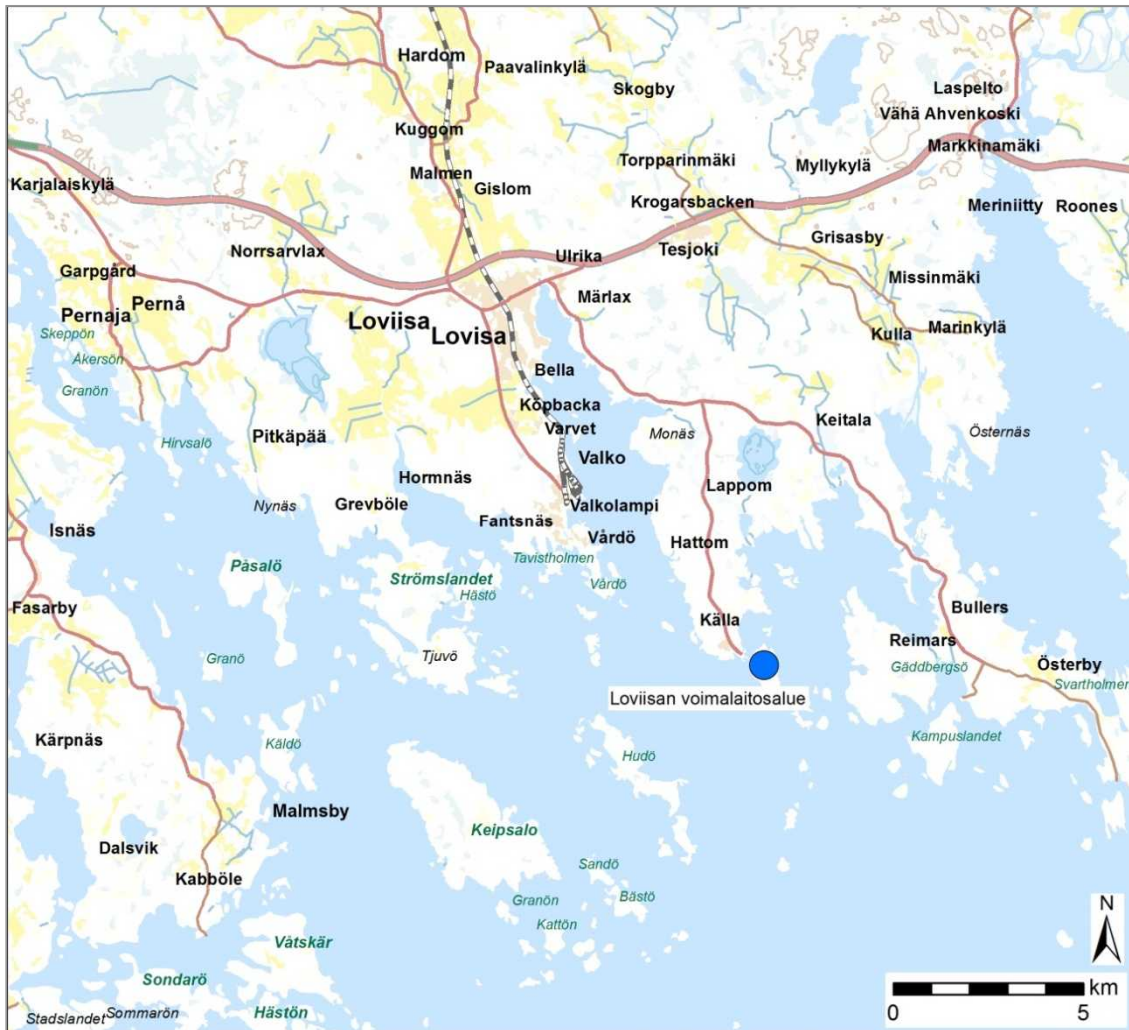
Laitosalueesta noin 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsee neljä alakouluu. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

10.3 Loviisa, Hästholmen

10.3.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan ydinvoimalaitoksen alue sijaitsee Loviisan kaupungin 12. kaupunginosassa Hästholmenin saarella noin 12 kilometrin etäisyydellä kaupungin keskustasta (Kuva 10-5). Lähin kylä Valko sijaitsee noin seitsemän kilometrin etäisyydellä luoteessa. Hästholmenin saaren omistaa Fortum. Voimalaitosalue rajoittuu valtion, Loviisan kaupungin ja yksityisten maanomistajien alueisiin. Saareen johtaa noin 200 metrin pituinen pengertie Kirmosundin salmen ylitse. Saarella sijaitsevat käytössä olevat ydinvoimalaitosyksiköt Loviisa 1 ja 2, joiden lisäksi saarella on useita ydinvoiman tuotantoon liittyviä laitoksia ja rakennuksia kuten voimalaitosjätteiden välivarastot, käytetyn polttoaineen välivarasto ja voimalaitosjätteen loppusijoitustila. Mantereella Hästholmenin välittömässä läheisyydessä sijaitsee eri tukitoimintoihin kuten vartiointiin, vastaanottoon ja vuosihuollon työvoiman tilapäiseen majoitukseen liittyviä rakennuksia ja rakenteita. (*Fortum Power & Heat Oy 2008*)

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on viiden kilometrin etäisyydelle ulottuva suoja-
vyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia (YVL A.2).



Kuva 10-5. Loviisan voimalaitosalueen sijainti.

Maakuntakaava

Alueella on voimassa Itä-Uudenmaan maakuntakaava, joka on vahvistettu ympäristöministeriössä 15.2.2010. Maakuntakaavassa voimalaitosalue on osoitettu energiahuollon alueeksi (EN/y), jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksen. Saaren luoteispuolen mantereen tukialueet on osoitettu kaavassa energiahuollon alueiksi (EN). Nämä alueet rajoittuvat maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU). Hästholmenin saaren itäpuolella on energiahuollon alue (EN) ja kaakkoispuolella energiahuollon kohdealue (en), joka mahdollistaa jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden toteuttamisen. Hästholmenista pohjoiseen on osoitettu uusi tai merkittävästi parannettava voimajohto. Voimalaitosalueelta lounaaseen on merkitty uusi laivaväylä ja satama. Osa-aluemerkinnällä (en/y) on osoitettu ydinvoimalaitosta ympäröivä viiden kilometrin suojavyöhyke. (Uudenmaan liitto 2013)

Uudenmaan maakuntavaltuusto on hyväksynyt 2. vaihemaakuntakaavan 20.3.2013 ja se on parhaillaan ympäristöministeriössä vahvistettavana. Kaavassa on pari kilometriä Hästholmenin luoteispuolelle osoitettu Svartholman linnoitus kulttuuriympäristön vaalimisen kannalta tärkeänä alueena (valtakunnallisesti merkittävä, RKY 2009).

Yleiskaavat

Oikeusvaikutteisessa Loviisan rantaosayleiskaavassa (hyväksytty 10.12.2008) Hästholmenin saari on osoitettu energiahuollon alueena (EN-1). Osa-aluemerkinnällä (v) on osoitettu alue, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia. Mantereen puoleiset ydinvoimalaitoksen tukitoimintojen alueet on osoitettu kaavassa energiahuollon palvelu- ja tukitoimintojen alueena (EN-3), jonne on mahdollista rakentaa muun muassa ydinvoimalaitosten rakentamista, energiahuoltoa ja -tuotantoa palvelevia tutkimuslaitoksia, varasto-, tuotanto ja toimistorakennuksia. (*Loviisan kaupunki 2013*)

Asemakaavat

Hästholmenin saarella ja mantereen puoleisessa niemenkärjessä on voimassa Hästholmenin ydinvoimalaitosalueen asemakaavan muutos ja laajennus, joka on hyväksytty kaupunginvaltuustossa 21.1.2009. Kaavassa Hästholmenin saari on merkitty lähes kokonaisuudessaan energiahuollon alueeksi (EN), jolle voidaan sijoittaa ydinvoimalaitoksia ja niiden toimintaa tukevia rakennuksia ja rakennelmia. Saaren ulkoreunoille ja mantereen puolelle on osoitettu erityisalue, joka on tarkoitettu ydinvoimalan tukitoiminnoille (EN-1). Voimalaitokselle johtavan pengertien alue on varattu ydinvoimalan tukitoiminnoille, jossa maisemallisten arvojen takia rakentaminen on sopeutettava maisemaan (EN-2). Edellä mainituilla alueilla on sallittu maanalainen rakentaminen. (*Loviisan kaupunki 2013*)

10.3.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Loviisan ydinvoimalaitos sijaitsee Loviisassa välittömästi mannerrannikon edustalla sijaitsevalla Hästholmenin saarella. Saaren pinta-alasta noin puolet on suurimittakaavaista, luonteeltaan teollista voimalaitosmiljöötä ja alueelta johtaa mantereen suuntaan leveä voimajohtokäytävä. Muilta osin ympäristön yleisilme on metsäinen. Hästholmenin alueella ei ole maiseman tai kulttuuriympäristön arvokohteita. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*) Pari kilometriä Hästholmenin luoteispuolella, pääosin merialueella on valtakunnallisesti merkittävä kulttuuriympäristökohde (RKY 2009), Svartholman linnoitus.

10.3.3 Liikenne

Tieliikenne

Loviisan kaupunki sijoittuu valtatie 7 (Helsinki–Vaalimaa) läheisyyteen, joka on osa Suomen tärkeintä itä-länsisuuntaista väylää, E18-tietä. Valtatiellä on liittymät sekä Loviisan itä- että länsipuolella. Liikenneyhteys valtatieltä 7 Loviisan ydinvoimalaitoksille Hästholmeniin kulkee Saaristotietä ja Atomitietä (1583) pitkin. Läntisen liittymän kautta ydinvoimalaitoksille kulkeva liikenne kulkee Loviisan keskustan läpi. Hästholmeniin johtaa noin 200 metriä pitkä pengertie ja silta Kirmosundin salmen ylitse.

Loviisan ydinvoimalaitosten käytönaikainen liikenne koostuu työmatka- ja huoltoliikenteestä sekä tuoreen ydinpolttoaineen kuljetuksista, kemikaalien, polttoöljyn ja kaasujen kuljetuksista sekä jätehuollon vaatimista kuljetuksista. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Vuonna 2012 Määrlahdesta Saaristotien ja Atomitien risteykseen keskimääräinen arki-vuorokausiliikenne oli keskimäärin 2 100 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 65 vuorokaudessa. Atomitien keskimääräinen vuorokausiliikenne oli vuonna 2012 noin 660 ajoneuvoa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 28. (*Liikennevirasto 2013*)

Meriliikenne

Valkon satama sijaitsee noin 25 kilometrin päässä Hästholmenin saaresta Loviisassa. Valkon satamaan johtaa 9,5 metrin syväväylä Hästholmenin saaren lounaispuolelta lähimmillään runsaan kilometrin päästä saaren rannasta. Ulompi väylä on Suomenlahden rannikkoväylä Haminasta ja Kotkasta ja se kulkee Orrengrundin ohitse. Sataman laivaliikenne vuonna 2012 oli 298 laivaa (*Suomen satamaliitto 2013*).

Hästholmenin saaren luoteisosaan on osoitettu aluevarausmerkinnällä satama-alue (LS-4), jonne on mahdollisuus rakentaa väylä ja lastauslaituri.

10.3.4 Ilmasto ja ilmanlaatu

Loviisassa tuulensuunta on lounaasta. Saaristossa rantaviivan suuntaiset tuulet korostuvat sisämaahan verrattuna etenkin kesällä. Merenläheisen sijainnin johdosta tuulet voimalaitossaarella ovat keskimäärin muutamia kymmeniä prosentteja voimakkaampia kuin sisämaassa (*Heino & Hellsten 1983; Tammelin 1991*). Suurimmat tuulennopeudet esiintyvät syksyllä ja talvella, pienimmät taas kesällä.

Loviisan seudun pistelähteiden päästöt ovat vähäisiä, koska seudulla ei ole suurteollisuutta. Pienemmistä teollisuuslaitoksista eli pistelähteistä sekä niin sanotuista aluelähteistä (omakotitalot, saunat tms.) aiheutuvien päästöjen määrää ei ole arvioitu. Loviisan ilmanlaatuun vaikuttavat voimakkaasti pääkaupunkiseudun ja Porvoon Kilpilahden teollisuusalueen päästöt, liikenne sekä Suomen etelärannikolle painottunut kaukokulkeuma. Loviisassa on havaittu männyn rungoilla esiintyvien jäkälälajien määrän jonkin verran vähentyneen ilmansaasteiden takia. Valkon suunnalla taas neulasten rikki- ja typpipitoisuudet ovat olleet suuria, ilmeisesti sataman toiminnasta aiheutuvien päästöjen takia. (*Pihlström & Myllyvirta 1996*)

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Loviisan ydinvoimalaitoksen kevytvesireaktoreiden radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan koostuvat lähinnä jalokaasuista, kaasumaisista aktivoitumistuotteista, halogeenistä sekä aerosoleista. Syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä toteutetaan parhaan käytettävissä olevan tekniikan periaatetta. Radioaktiiviset kaasut kerätään, suodatetaan ja viivästetään radioaktiivisten aineiden määrän alentamiseksi. Pieniä määriä radioaktiivisia aineita sisältävät kaasut johdetaan hallitusti poistoilmapiipun kautta ilmaan. Suurin osa ympäristöön pääsevistä radionuklideista on lyhytikäisiä ja niitä havaitaan vain satunnaisesti aivan voimalaitoksen lähiympäristössä. Radioaktiiviset jalokaasut sekoittuvat ilmakehään. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Loviisan voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ovat olleet reilusti alle niille asetettujen päästörajojen. Suurimmillaan nykyisten voimalaitosyksiköiden vuosien 2011–2012 radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat 5,6–6,3 TBq, mikä on noin 0,03 prosenttia päästörajasta (22 000 TBq). Jodipäästöt olivat noin 0,0005 % päästörajasta (päästöraja 0.22 TBq). (*Fortum Power and Heat Oy 2008 & 2012*)

Säteily

Loviisan voimalaitoksen ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen säteilyn mittauksia sekä hengitysilman, ihmiseen johtavien ravintoketjujen eri vaiheita edustavien näytteiden ja ihmisen kehonsisäisen aktiivisuuden määrittämiä. Lisäksi ohjelmaan sisältyy näytteitä myös niin sanotuista indikaattoriorganismeista, jotka keräävät tai rikastavat päästöjen sisältämiä radionuklideja. Ohjelma käsittää noin 500 analyysiä vuosittain.

tain näytteistä, joita otetaan useista eri paikoista ja eri vuodenaikoina. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Loviisan ydinvoimalaitoksen päästöjen aiheuttama säteily ympäristössä on erittäin vähäistä verrattuna suomalaisen muista säteilylähteistä saamaan keskimääräiseen säteilyannokseen, joka on noin 3,2 mSv vuodessa. Voimalaitoksen ilmaan ja veteen joutuneiden radioaktiivisten aineiden päästöjen pohjalta lasketaan vuosittain laitoksen läheisyydessä asuvien henkilöiden saamat säteilyannokset. Vuonna 2012 päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,00007 mSv vuodessa, eli alle 0,1 prosenttia asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaavanlaisen säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin puolessa tunnissa. (*Kainulainen 2013*)

Loviisan voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita on havaittu lähinnä vesiympäristössä, kuten pohjaan sedimentoituvassa aineksessa sekä aktiivisuutta tehokkaasti keräävissä eliöissä, jotka eivät kuulu ihmisen ravintoon. Merivedessä voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita on havaittu vain poikkeuksellisesti, mutta kaloissa ei koskaan. Ilma- sekä laskeumanäytteissä havaitaan joitakin kertoja vuodessa hyvin vähäisiä määriä radioaktiivisia aineita Loviisan voimalaitokselta ilmaan tapahtuneista päästöistä. Maaperässä, laidunruohossa, maidossa, puutarhatuotteissa, viljassa, lihassa tai talousvedessä ei ole havaittu laitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

10.3.5 Melu ja värinä

Loviisan ydinvoimalaitoksella syntyvä melu on pääasiassa tasaisena jatkuvaa huminaa. Laitoksesta aiheutuva melu oli vuonna 2007 tehdyn selvityksen mukaan 43 desibeliä kaukaisimmassa mittauspisteessä loma-asutusalueella ylittäen loma-asutukselle annettun yöajan ohjearvon 40 desibeliä. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

10.3.6 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Salmiyhteyden mantereesta erottaman Hästholmenin saaren pinta-ala on noin yksi neliökilometri. Saarta ympäröi Suomenlahden saaristo- ja merialue. Kasvimaantieteellisesti Hästholmen kuuluu eteläboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen lounaismaan alueeseen (*OIVA-tietokanta 2013*). Eliömaakuntana on Uusimaa.

Hästholmen ja sitä ympäröivät alueet edustavat tyypillistä Itä-Uudenmaan metsä-, rannikko- ja saaristoluontoa. Alueen metsät ovat kivikkoisia kangasmetsiä, joista suuri osa on talouskäytössä. Alueen merenrantakasvillisuus on vaihtelevaa ja monipuolista rikkonaisen rantaviivan, vaihtelevan maaperän ja lukuisten saarien takia. Ranta-alueilla on pienialaisia rantaniittyjä. Huomionarvoisia ovat rakentamattomat rannat muuten lähes täyteen rakennetulla alueella. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*) Alueelta ei ole tavattu valtakunnallisesti uhanalaisia kasvilajeja, eikä alueella sijaitse luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja luontotyyppisiä (*Loviisan kaupunki 2007*). Hästholmenin ja sitä ympäröivien alueiden eläimistö on tavanomaista talousmetsiin sopeutunutta lajistoa. Vesilinnusto on rikas ja voimalaitoksen edustan sula-alueelle kerääntyy myös talvisin vesilintuja. Hästholmenin viereisen niemen itäpuolen ranta-alue ja niemen länsirannan ruovikkoiset lahdet ovat linnustoltaan arvokkaita. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Itä-Uudenmaan saaristoalueella on useita luonnonsuojelualueita. Lähimmät Natura 2000-verkostoon kuuluvat alueet sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä voimalaitosalu-

eesta. Noin kilometrin päässä voimalaitosalueesta luoteeseen sijaitsee Källauddenin-Virstholmenin alue (FI0100080), jonka suojelun perusteena on 5 luontodirektiivin luontotyyppiä. Alue sisältyy valtakunnalliseen harjijensuojeluohjelmaan nimellä Källa ja Hamnholmen (HSO010010). Lähimmillään noin kahden kilometrin päässä voimalaitosalueesta lounaaseen sijaitsee Pernajanlahtien ja Pernajan saariston merensuojelun alueen Natura 2000 -alue (FI0100078). Se on laaja merialue, johon kuuluu myös muutamia maa-alueita. Alueen suojelun perusteena on 14 luontodirektiivin luontotyyppiä, luontodirektiivin liitteen II lajeihin kuuluva harmaahylje sekä lukuisia lintudirektiivin liitteen I lintulajeja ja muuttolintulajeja. (*Oiva-tietokanta 2013, Uudenmaan ELY-keskus 2013*)

Pernajanlahtien ja Pernajan saariston Natura-alueella on useita valtakunnallisten luonnonsuojeluohjelmien kohteita, joista ydinvoimala-alueen lähin on Pernajanlahden rannikon rantojensuojeluohjelma-alue (RSO010003). Natura-alueelle Loviisan edustalle sijoittuu Suomen kansainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluva Pernajan ulkosaa-risto (075) (*Leivo ym. 2001*). Alue on liitetty myös kansainvälisesti merkittävien kosteikkojen luetteloon eli ns. Ramsar-kohteeksi. (*Oiva-tietokanta 2013, Uudenmaan ELY-keskus 2013*)

Osa Natura-alueesta kuuluu jo perustettuihin tai perustettaviin luonnonsuojelualueisiin. Lähin niistä on Kuggenin luonnonsuojelualue (YSA010131), joka sijaitsee voimalaitosalueen lounaispuolisella Hudöfjärdenin vesialueella noin kahden kilometrin etäisyydellä. Voimalaitosalueen pohjoispuolella noin kilometrin päässä sijaitsee kaksi luonnonsuojelualueita: Bastuängenin säästömetsä (YSA011321) ja Karhulahden ranta (YSA011320). (*Oiva-tietokanta 2013, Uudenmaan ELY-keskus 2013*)

10.3.7 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi

Hästholmenin saari kohoaa korkeimmillaan noin 16 metriä merenpinnan yläpuolelle. Alueen kallioperä koostuu pääasiassa rapakivigraniitista. Kalliopaljastumia esiintyy runsaasti erityisesti saaren länsiosassa. Alueen irtomaapeite on ohut ja koostuu lähinnä moreenista, muiden maalajien esiintyminen on vähäistä ja satunnaista. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Pohjaveden pinta mukailee maanpinnan muotoja. Pohjaveden pinta sijaitsee enintään muutaman metrin syvyydellä maanpinnasta ja yhtyy rannikolla meriveden pinnan tasoon. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*) Lähin luokiteltu pohjavesialue (Hudö, III-luokka, tunnus 0158518) sijaitsee noin neljän kilometrin etäisyydellä Hästholmenin lounaispuolella. Voimalaitoksen läheisyydessä ei sijaitse talousvesikaivoja (*Fortum Power and Heat Oy 2008*).

10.3.8 Vesistöt

Loviisan Hästholmen sijaitsee Suomenlahden ulommalla sisäsaaristovyöhykkeellä. Loviisan edustan merialueelle ovat tyypillisiä maalta merelle päin siirryttäessä perättäiset salmien ja matalien vedenalaisten kynnysten erottamat altaat, joiden vedenvaihto on vähäistä. Loviisan merialueella lähellä rantaviivaa pohjat ovat yleensä hiekkaa tai soran sekaista savea, jolla on runsaasti suuria kivenlohkareita. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Loviisan voimalaitoksen jätevedet puhdistetaan ennen mereen johtamista, eikä päästöillä ole merkittäviä vaikutuksia alueen meriveden tilaan. Jokivedet ovat merkittävän kuormittaja koko Hästholmenia ympäröivällä merialueella. Kuormitus aiheutuu erityi-

sesti jokivesien kuljettamista ravinteista, kiintoaineesta ja happea kuluttavista aineista. Veden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet 2000-luvulla hieman korkeampia kuin 1980- ja 1990-lukujen keskimääräiset pitoisuudet. Tämän on arvioitu johtuvan muun muassa pohjasedimenttien kunnan heikkenemisestä sekä sisäisestä kuormituksesta. Toisaalta veden tyypipitoisuudet ovat laskeneet viime vuosikymmeniin verrattuna (*Mattila & Ilus 2007*). Pohjanläheisten vesien happitilanne on Loviisan lähimerialueen syvänteissä ollut ongelmallinen loppukesäisin jo usean vuosikymmenen ajan, minkä on arvioitu johtuvan pääasiassa pohjan kynnysten rajoittamasta vedenvaihdosta sekä Suomenlahden yleisestä rehevöitymisestä (*Fortum Power and Heat Oy 2008*).

Lämpötilamittausten mukaan voimalaitoksen jäädytysvesi on kohottanut pintaveden lämpötilaa kasvukaudella 1–2,5 °C yhden–kahden kilometrin etäisyydellä purkupaikasta (*Mattila & Ilus 2006*). Voimalaitoksen jäädytysvesien vaikutus jääpeitteeseen näkyy alkutalvesta laajana sulan veden alueena.

Loviisan edustan merialueen kasviplankton koostuu sekä murtovesilajeista että makean veden lajeista. Veden lämpötilojen kohoaminen ja jäätalven lyhenemisestä johtuva kasvukauden piteneminen näyttävät lisänneen kasviplanktonin biomassaa Hästholmsfjärdenillä ja vaikuttaneen lajien välisiin valtasuhteisiin. Eläinplanktonin tiheydessä tai lajijakaumassa ei sen sijaan ole havaittu yhtä selkeitä jäädytysvesistä johtuvia muutoksia. Jäädytysvesien vaikutuksesta vesikasvillisuus on rehevöitynyt, mikä näkyy erityisesti yksivuotisten rihmalevien sekä monivuotisten, kasvullisesti lisääntyvien putkilokasvien runsastumisena sekä kasvilajiston yksipuolistumisena. Hästholmenin merialueiden pohjaeläimistön on havaittu olevan niukkaa ja pohjaeläinyhteisöt ovat pitkän aikavälin tarkastelussa taantuneet, yksipuolistuneet ja jopa romahtaneet. Muutosta ei selitä kuitenkaan pelkästään alueellinen rehevöityminen, vaan kysymys on laajemmasta taantumisesta Suomenlahdella. Lämmin jäädytysvesi vaikuttaa jopa lisänneen pohjaeläinlajiston monipuolisuutta aivan purkuaukon läheisyydessä. Jäädytysveden purkuaukon lähellä viihtyvät myös tulokaslajit, kuten vaeltajasimpukka, valekirjosimpukka ja tiikerikatka. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Loviisan edustan merialueen kalalajisto koostuu tyypillisistä murtovesilajeista, kuten silakka, särkikalat, ahven, kiiski, kuha, hauki sekä muikku. Merilajeista alueella esiintyvät merilohi, meritaimen, vaellus- ja karisiika, kilohaili, kampela, rasvakala sekä kolmipiikki. Hästholmenin edustan merialueella harjoitetaan ammattikalastusta ja pyynti tapahtuu pääasiassa verkoilla. Tärkeimmät saalislajit olivat kuha, lohi ja ahven. (*Ramboll Finland Oy 2006*)

Loviisan edustan merialue kuuluu Kymijoen–Suomenlahden vesienhoito-alueeseen ja Suomenlahden sisäsaariston lähimmät vesimuodostumat ovat Klobbfjärden ja Keipsalo. Ulommat merialueet kuuluvat Loviisa-Porvoon ulkosaaristoon. Klobbfjärden on arvioitu ympäristöhallinnon toimesta ekologiselta tilaltaan huonoksi, ja Keipsalon sekä Loviisa-Porvoon merialueet välttäviksi (*OIVA-tietokanta 2013*). Luokitusta laskee Loviisan edustan merialueilla toistuva happikato alusvedessä. Loviisan edustan merialueen kemiallinen tila on arvioitu alustavasti hyväksi.

Loviisan voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineista on havaittu lähinnä meren pohjaan sedimentoituvassa aineksessa sekä meressä aktiivisuutta tehokkaasti keräävissä eliöissä, jotka eivät kuulu ihmisen ravintoon. Voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita ei ole koskaan havaittu kaloissa ja vain poikkeuksellisesti merivedessä. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

10.3.9 Ihmiset ja yhteisöt

Loviisan ydinvoimalaitos ja loppusijoitusalue sijaitsevat Loviisan kaupungissa Hästholmenin saarella. Voimalaitosalueen läheisyydessä (alle 5 km) asuu ympärivuotisesti noin 40 henkilöä. Asutus painottuu voimalaitosalueen pohjoispuolelle. Kahdenkymmenen kilometrin säteellä Loviisan voimalaitoksesta asuu noin 12 600 henkilöä. Lähin merkittävä asutuskeskus on Loviisa (11 km). Vuonna 2012 Loviisan kaupungin asukasluku oli 15 519 asukasta, joista noin puolet asui keskustaaajamassa. Kahdenkymmenen kilometrin säteen sisäpuolella sijaitsevia vajaan tuhannen asukkaan taajamia ovat Tesjoki, Ruotsinpyhtään kirkonkylä ja Pyhtään kirkonkylä (*Tilastokeskus 2013, Fortum Power and Heat 2008*).

Hästholmenin saaren lähialueiden saarilla ja rannikolla on runsaasti vapaa-ajan asutusta. Vuonna 2007 viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueesta arvioitiin olevan yli 1 000 loma-asukasta. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

Lähin koulu ja päiväkoti sijaitsevat Valkon kylässä noin seitsemän kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueesta (*Fortum Power and Heat Oy 2008*).

10.4 Idaho, Butte

Yhdysvaltojen Idahossa, Buttessa sijaitsevan INL-laitosta on kuvattu yleispiirteisesti luvuissa 2.5.1.1 ja 6.2.3. Alueen nykytila on kuvattu lyhyesti vaikutusten arvioinnin yhteydessä luvussa 11.

11 PURKAMISEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

11.1 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

Maankäytön, yhdyskuntarakenteen tai kaavoituksen kannalta ei ole merkitystä sillä, tehdäänkö tutkimusreaktorin purkaminen välittömästi (VE1) vai viivästetysti (VE2).

Otaniemessä tutkimusreaktori ei toimintansa aikana ole aiheuttanut maankäyttörajoituksia, joten myöskään reaktorin käytöstäpoisto ei muuta tilannetta alueella. Reaktorirakennusta ei pureta, vaan ainoastaan reaktorin rakenteet rakennuksen sisältä. Tutkimusreaktorin purkamisella ei ole vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen tai maankäyttöön. Otaniemen alue tulee säilymään kampusalueena.

Kun rakennus voidaan vapauttaa valvonnasta, antaa se mahdollisuuden rakennuksen uuteen käyttöön.

Sekä voimassa olevassa asemakaavassa että alueelle parhaillaan laadittavassa asemakaavassa alue on osoitettu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi. Asemakaavassa ei ole osoitettu suojavyöhykkeitä tai muita vastaavia merkintöjä, joiden tarve poistuisi reaktorin käytöstäpoiston johdosta. Tutkimusreaktorin purkaminen ei aiheuta kaavojen muutostarpeita eikä ole kaavojen kanssa ristiriidassa.

11.2 Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Maiseman ja kulttuuriympäristön kannalta ei ole merkitystä sillä, tehdäänkö purkaminen välittömästi (VE1) vai viivästetysti (VE2).

Tutkimusreaktorin purkaminen ei aiheuta muutoksia Otaniemen alueen maisemaan, kaupunkikuvaan tai kulttuuriympäristöön. Kysymys on muutoksista, jotka tapahtuvat reaktorirakennuksen sisällä olevissa toiminnoissa. Ulospäin muutokset eivät näy, koska reaktorirakennusta ei pureta.

11.3 Kuljetukset ja niiden vaikutukset liikenteeseen

Purkamisen aikana tutkimusreaktorin alueelle kohdistuu hieman henkilöliikennettä, kun purkamistöitä suorittavat työntekijät saapuvat työmaalle ja lähtevät sieltä pois. Liikennemäärissä ei kuitenkaan ole havaittavia eroja nykytilaan verrattuna, sillä purkutöissä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan laitoksen nykyistä henkilökuntaa ja heidän osaamistaan. Tiettyihin työvaiheisiin liittyen liikennettä alueelle voi olla hieman enemmän, kun purkutyöhön osallistuu ulkopuolisia tahoja. Liikennemäärän lisäys on kuitenkin hyvin vähäinen, enimmillään noin 20 autoa vuorokaudessa (enintään 10 ulkopuolista henkilöä) ja lyhykestoinen, eikä sillä ole merkittävää vaikutusta alueen muuhun liikenteeseen, sillä Otaniementien (1142) keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2007 oli noin 11 800 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 650 vuorokaudessa.

Purkamisen aikana alueella voi olla nykytilaan verrattuna hieman enemmän raskasta liikennettä kun työkoneita ja kuljetuskalustoa siirretään tutkimusreaktorin läheisyyteen. Alueelle voi tulla hetkellisiä kulkurajoitteita jätekuljetusten, lähinnä käytetyn polttoaineen siirtoon liittyvien erityisjärjestelyjen vuoksi. Reaktorilta lähtevien jätekuljetuksien ympäristövaikutukset on arvioitu luvuissa 12.1.3 (Suomi) ja 12.2 (Yhdysvallat).

Purkamisvaiheen kuljetuksilla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta Otaniemen alueen liikenteeseen tai liikenneturvallisuuteen ottaen huomioon kuljetusmäärien vähäisyys

ja asianmukaiset turvajärjestelyt. Erityisjärjestelyistä mahdollisesti aiheutuvat kulkurajoitteet kestävät hyvin rajatun ajan. Vaihtoehtojen välillä (VE1 ja VE2) ei ole eroja, sillä työmenetelmät ovat molemmissa vaihtoehtoisissa samat, jolloin purkutöihin osallistuvat henkilömäärät ovat samoja molemmissa tapauksissa, eikä kuljetusmäärissä näin tule olemaan eroja. Vaihtoehdossa VE1 (välitön purkaminen) purkutytöt ja poiskuljetukset tapahtuvat lyhyemmän aikavälin sisällä kuin vaihtoehdossa VE2 (viivästetty purkaminen).

11.4 Päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Purkamistoimenpiteissä radioaktiivisten aineiden päästöjä voi syntyä vähäisiä määriä reaktorin ja sen rakenteiden purkamisen yhteydessä (esim. Co-60), riippuen valittavista leikkaamis- ja lohkomismenetelmistä. Menetelmät pyritään valitsemaan siten, ettei hiukkasmaisia päästöjä pääse syntymään. Hiukkasmuodossa olevien aktiivisten aineiden leviämistä rajoitetaan ja tuuletusilman aktiivisuutta poistokanavassa valvotaan jatkuvalta mittauksella.

Purkutöistä radioaktiivisten aineiden päästöjä voi syntyä myös vaurioituneen polttoainesauvojen käsittelyn aikana. Nämä päästöt voisivat sisältää erittäin pieniä määriä jalokasuja (ksenon ja krypton). Päästöt kuitenkin rajoittuisivat reaktorirakennuksen sisälle työtilaan, sillä purkamisessa toteutetaan sellaiset suojausjärjestelyt, ettei reaktorilta pääse radioaktiivisia aineita rakennuksen ulkopuolelle herkilläkään menetelmillä havaittavia määriä.

Purkuvaiheessa mahdollisesti ilmaan vapautuvien radioaktiivisten aerosolihiukkasten leviäminen reaktorirakennuksen tilassa ja pääsy ulos estetään. Järjestelyille asetettavat vaatimukset riippuvat purkutöihin valittavista leikkaus- ja paloittelumenetelmistä. Lähtökohtana työmenetelmiä valittaessa on, ettei radioaktiivisia aineita pääse missään vaiheessa leviämään ilmaan. Purkutöitä varten perustetaan erillinen suojarakennelma omalla ilmanvaihdolla. Lisäksi työskentelyalueille, joissa voidaan olettaa ilmakontaminaation mahdollisuus, tullaan järjestämään paikallinen suojaus ja ilmanvaihto, jonka teho ja nopeus sovitetaan työskentelyalueen vaatimukseen. Kaikki ulkoilmaan johtavat ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan HEPA-suodattimilla, jotta päästöt ympäristöön eivät ole mahdollisia.

Vaihtoehtojen välillä (VE1 ja VE2) ei ole eroja, sillä työmenetelmät ovat molemmissa vaihtoehtoisissa samat.

Radioaktiivisten aineiden päästöistä aiheutuvia säteilyvaikutuksia on arvioitu luvussa 11.9.

Muut päästöt

Purkamisen yhteydessä suoritettavista kuljetuksista ja liikennöinnistä aiheutuu vähäisiä määriä pakokaasu- ja pölypäästöjä ilmaan. Purkamisvaiheen liikennemäärien lisäys muuhun liikenteeseen on kuitenkin hyvin vähäinen ja lyhytkestoinen (ks. luku 11.3), ettei liikenteen päästöillä arvioida olevan vaikutuksia ilmanlaatuun.

Purkutöistä syntyy hieman pölyä, mutta pölyäminen on vähäistä ja lyhytaikaista, eikä sillä ole merkittävää vaikutusta lähialueelle. Pölyäminen rajoittuu pääosin reaktorirakennuksen sisätiloihin purkutöiden yhteyteen. Pölyn leviäminen rakennuksen ulkopuo-

lelle estetään asianmukaisesti ja purkutöissä noudatetaan työturvallisuuslainsäädännön määräyksiä. Pölyn terveysvaikutuksia on arvioitu luvussa 11.9.

Päästöjen kannalta ei ole merkitystä sillä, tehdäänkö tutkimusreaktorin purkaminen välittömästi (VE1) vai viivästetysti (VE2).

11.5 Melu- ja värinävaikutukset

Melu

Tutkimusreaktorin purkamisesta aiheutuva ympäristömelu koostuu purku- ja lastaus-toiminnan sekä kuljetusten melusta.

Purku- ja lastaus-toiminnan melu muistuttaa pitkälti rakentamismelua, jolloin meluun voi sisältyä hetkittäin häiritsevyyttä lisääviä tekijöitä, kuten melun impulssimaisuutta tai kapeakaistaisuutta purkualueen läheisyydessä. Alustavassa suunnitelmassa purkutoimintaa tehtäisiin vain päiväajan meluohjearvon sisällä (klo 07–19).

Tutkimusreaktorin purkaminen sekä jätteen käsittely ja pakkaaminen tapahtuvat sisätiloissa valvotuissa olosuhteissa, jolloin meluhäiriö koskee tässä työvaiheessa ennen kaikkea purkutöihin osallistuvia työntekijöitä.

Melun ei arvioida merkittävästi vaikuttavan läheisiin herkkiin kohteisiin, kuten asutukseen tai luonnonsuojelualueisiin. Meluisimpien työvaiheiden aikana voi lähimmässä, lähinnä opetus- ja tutkimuskäytössä olevissa rakennuksissa ja niiden ympäristössä, aiheutua väliaikaista meluhaittaa.

Tutkimusreaktorin purkutoiminnan aiheuttama ympäristömelukuormituksessa ei ole merkittäviä eroja vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä. Vaihtoehdossa VE1 (välitön purkaminen) purkutyöt ja poiskuljetukset tapahtuvat lyhyemmän aikavälin sisällä kuin vaihtoehdossa VE 2 (viivästetty purkaminen).

Jätekuljetuksien meluvaikutuksia on kuvattu luvussa 12.1.5 (Suomi) ja 12.2 (Yhdysvallat).

Ympäristömelua voidaan tarvittaessa tarkkailla melumittauksin läheisten häiriintyvien rakennusten tai asuinkerrostalojen luona tai läheisellä luonnonsuojelualueella. Purkutoimintaan osallistuvien henkilöiden kuulosuojaus on oltava riittävällä tasolla kattamaan asetuksen 85/2006 melualtistusvaatimukset.

Kaiken kaikkiaan voidaan arvioida että purkamisen meluvaikutukset jäävät vähäisiksi ja hyvin paikallisiksi. Vaikutukset kohdistuvat lähinnä reaktorirakennuksen sisälle ja purkutöihin osallistuviin henkilöihin. Purkamisen terveysvaikutuksia on arvioitu luvussa 11.9.

Kuljetusten meluvaikutuksia on käsitelty luvussa 12.1.5.

Tärinä

Purkutöiden aikana tärinää voi aiheutua lähinnä tietyistä työmenetelmistä. Purkutyön aikana tietyistä työvaiheista mahdollisesti syntynyt tärinä on hyvin vaimeaa ja lyhytaikaista, ja se kohdistuu pääsääntöisesti vain reaktorirakennuksen sisätiloihin.

Raskaan liikenteen kuljetuksista voi aiheutua lievää tärinää lähiympäristöön. Kuljetusten värinävaikutukset on käsitelty luvussa 12.1.5.

Vaihtoehtojen välillä (VE1 ja VE2) ei ole eroja, sillä työmenetelmät ovat molemmissa vaihtoehdoissa samat.

11.6 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin

Purkutöissä ilmaan vapautuvien radioaktiivisten hiukkasten pääsy ulos reaktorirakennuksesta estetään asianmukaisin menetelmin avulla. Tutkimusreaktorin purkutoimenpiteisiin mahdollisesti liittyvät radioaktiiviset nesteet kerätään säiliöihin ja suodatetaan puhtaksi. Vesien puhtaus varmistetaan näytteenotoin ennen vesien johtamista sadevesiviemäroinnin kautta Ossinlampeen, josta vedet kulkeutuvat putkea pitkin Laajalahteen. Vastaava toimintatapa on ollut käytössä tutkimusreaktorin käyttöaikana eikä Ossinlammen vedessä tai pohjasedimentissä ole vuosittaisessa seurannassa havaittu taustasäteilyä ylittävää radioaktiivisuutta. Purkutoimenpiteistä ei ole arvioitu aiheutuvan vaikutuksia pohjaveden määrään tai laatuun, joten luontovaikutuksia ei aiheudu myöskään pohjavesien välityksellä.

Teknisten säteilysuojaustoimenpiteiden takia radioaktiivisen aineksen pääsy reaktorirakennuksen ulkopuolelle ei ole käytännössä todennäköistä. Purkamisesta ei näin ollen arvioida aiheutuvan radioaktiivisuuden liittyviä vaikutuksia hankealueen luonnonympäristölle. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 11.9.4.

Purkutyön muut luontovaikutukset voisivat liittyä muun kuin radioaktiivisen aineksen pölyämiseen, meluun ja tärinään sekä purkutöihin liittyvän liikenteen päästöihin. Purkutyöstä ei aiheudu pölyhaittaa ympäröivälle kasvillisuudelle, sillä työhön liittyvä vähäinen pölyäminen on lyhytaikaista ja pölyn leviäminen reaktorirakennuksen ulkopuolelle estetään teknisillä ratkaisuilla. Purkutöiden aikainen melu ja tärinä ajoittuvat päiväsaikaan ja rajoittuvat lähinnä reaktorirakennuksen sisäosiin. Näin ollen melusta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia Laajalahden linnustolle tai esimerkiksi Otaniemen rantaniittyjä laiduntavalle karjalle. Purkamiseen liittyvän raskaan liikenteen ja työmatkaliikenteen määrä on suhteellisen vähäinen, joten pakokaasupäästöt eivät erotu seudun muun liikenteen päästöistä. Purkutoimenpiteistä ei synny myöskään luontoon päätyviä jätevesiä, jäähdytysvesiä tai vesistöön kohdistuvaa lämpökuormaa.

Pitkästä etäisyydestä (yli 1,4 km) johtuen hankkeesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia luonnonsuojelullisesti arvokkaille kohteille (Laajarannan perinneympäristö, Elfviikin metsät). Luontovaikutusten arvioinnin tulokset eivät eroa purkutapojen välillä (välitön ja viivästetty purkaminen).

11.7 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

Purkamisen yhteydessä ei kajota maa- tai kallioperään, joten purkamisesta ei aiheudu maa- tai kallioperään kohdistuvia haittavaikutuksia normaalitilanteessa. Vaihtoehtojen välillä ei ole eroja.

Pohjaveden pinta purettavan tutkimusreaktorin alueella sijaitsee maanpinnan tason alapuolella. Purkutoimenpiteet eivät ulotu pohjaveden pinnan tason alapuolelle, eikä pohjaveden pinnan tasoa purkutoimenpiteiden yhteydessä lasketa. Tämän perusteella purkamisesta ei aiheudu pohjaveden määrälliseen tilaan kohdistuvia haittavaikutuksia. Pohjaveden määrälliseen tilaan kohdistuvalla haittavaikutuksella tarkoitetaan pohjavesiesiintymän antoisuuden heikentymistä, tai muuta pohjavesivarastotilavuuden pienentymisestä välillisesti aiheutuvaa haittavaikutusta. Käytännössä määrälliseen tilaan kohdistuvat vaikutukset ilmenevät pohjaveden pinnan tason laskuna.

Pohjaveden laadullista tilaa uhkaavista tekijöistä merkittävimmät ovat nestemäisessä olomuodossa esiintyvät haitta-aineet ja niiden kulkeutuminen pohjaveteen. Lisäksi pohjaveden laadullista tilaa uhkaavia tekijöitä ovat muussa kuin nestemäisessä olomuodos-

sa esiintyvät haitta-aineet, niiden liukeneminen tai muuttuminen nestemäiseen olomuotoon ja kulkeutuminen pohjaveteen. Pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvalla haitta-vaikutuksella tarkoitetaan vaikutusta, jonka seurauksena pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi, tai kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon pohjavettä voitaisiin käyttää.

Reaktorin purkamisesta ei normaalitilanteessa aiheudu pohjaveden laadulliseen tilaan kohdistuvia haittavaikutuksia. Purkujäte on pääosin kiinteää, ja se käsitellään ja pakataan siten, ettei maaperään tai pohjavesiin päädy haitta-aineita. Jätevedet, kemikaalit ja nestemäiset jätteet käsitellään asianmukaisesti siten, että ne eivät pääse maaperään tai pohjavesiin.

Vaihtoehtojen välillä (VE1 ja VE2) ei ole eroja, sillä työmenetelmät ovat molemmissa vaihtoehdoissa samat.

Mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia on käsitelty erikseen luvussa 11.11.

11.8 Vaikutukset vesistöihin

Ennen tutkimusreaktorin purkamista polttoainealtaan vesi puhdistetaan suodattamalla ja puhdistettu vesi johdetaan keräilysäiliöihin. Herkin menetelmin tehtyjen radioaktiivisuusmittausten jälkeen puhdas vesi johdetaan keräilysäiliöistä sadevesiviemäröinnin kautta Ossinlampeen. Ossinlampi on putken kautta yhteydessä myös mereen (Laajalahden). Tutkimusreaktorin käytöstäpoistovaiheessa ei siten synny radioaktiivista tai muuta vesistöön johdettavaa jätevettä, joten purkamisella ei arvioida olevan vaikutuksia läheisiin vesistöihin, Ossinlampeen ja Laajalahden merialueeseen. Reaktorin käytön aikana keräilyssäiliöihin on johdettu reaktorirakennuksen käsienpesualtaiden ja vuotoihin varattujen lattiakaivojen vesiä eikä niissä ole todettu aktiivisuutta kuten ei myöskään Ossinlammesta vuosittain mitatuissa vesi- ja sedimenttinäytteissä.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä ei arvioida olevan merkittävää eroa vesistövaikutusten osalta, koska kummassakaan purkumenetelmässä ei synny vesipäästöjä.

Tutkimusreaktorin purkamistoimenpiteet eivät edellytä jäähdytysveden ottamista tai purkamista, joten niihin liittyviä vaikutuksia ei vesistöihin aiheudu.

Mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia on käsitelty erikseen luvussa 11.9.4.

11.9 Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen

11.9.1 Vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen

Tutkimusreaktorin purkamisvaiheessa ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia voi syntyä lähinnä purkutoimenpiteistä, lastaustoiminnasta sekä kuljetuksista. Näiden vaikutukset ovat kuitenkin hyvin lyhytaikaisia, joten merkittävää vaikutusta ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen tai alueen virkistyskäyttöön ei arvioida olevan. Vaikutukset kohdistuvat pääsääntöisesti vain purkutöihin osallistuviin henkilöihin. Hetkellisiä lyhytaikaisia vaikutuksia voi kohdistua välittömästi reaktorirakennuksen läheisyydessä sijaitsevilla rakennuksissa oleskeleviin henkilöihin. Lahirakennukset ovat päiväsaikaan pääosin tutkimus- ja opetuskäytössä (lähistöllä sijaitsee mm. VTT:n tutkimustiloja ja työhuoneita, Aalto Yliopiston koulutus- ja tutkimustiloja sekä henkilöstö- ja opiskelijaruokala).

Käytetyn ydinpolttoaineen purkaminen, käsittely ja pakkaaminen tapahtuvat sisätiloissa valvotuissa olosuhteissa, jolloin meluhäiriö koskee tässä työvaiheessa lähinnä purkutöihin osallistuvia työntekijöitä. Asianmukaisella suojavarustuksella hetkellisestä melusta ei kuitenkaan arvioida olevan terveystahaitta. Purkamistoimenpiteistä syntyvä melu voidaan hetkittäin kokea häiritseväksi purkualueen läheisyydessä ja aivan lähimmissä rakennuksissa, jotka ovat päiväsaikaan opetus- ja tutkimuskäytössä. Meluhaitta on kuitenkin väliaikaista, eikä sillä arvioida olevan merkittävää vaikutusta läheisiin herkkiin kohteisiin, kuten asutukseen.

Purkutöiden aikana tärinää voi aiheutua lähinnä tietyistä työmenetelmistä, joihin liittyvä tärinä arvioidaan kuitenkin hyvin vaimeaksi ja lyhytaikaiseksi. Purkamisesta syntyvä tärinä kohdistuu pääsääntöisesti vain reaktorirakennuksen sisätiloihin eikä sillä ole vaikutuksia lähialueen ihmisiin. Raskaan liikenteen kuljetuksista voi aiheutua lievää hetkellistä tärinää lähiympäristöön.

Purkamiseen osallistuvat työntekijät lisäävät vain vähän alueen liikennemäärää, ja purkuvaiheessa alueelle siirrettävien työkoneiden ja kuljetuskaluston liikennöinti lisää vain hetkellisesti alueen raskaan liikenteen määrää. Alueen liikenneturvallisuuteen purkamisvaiheella ei arvioida olevan vaikutusta. Lähinnä vaikutuksia alueen muulle liikenteelle voi syntyä hetkittäisten kulkurajoitusten tai muiden erityisjärjestelyiden kautta. Jättekuljetusten vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen on käsitelty luvussa 12.1.9.

Aivan tutkimusreaktorin lähialueelle voi tulla hetkellisiä kulkurajoitteita lastaustoiminnan aikana. Muuten reaktorirakennuksen sisätiloissa tapahtuva purkaminen ei rajoita alueen käyttöä, eikä viihtyvyyshaittoja synny.

Purkutöistä syntyy hieman pölyä, mutta pölyäminen on vähäistä ja lyhytaikaista, ja se rajoittuu pääosin reaktorirakennuksen sisätiloihin purkutöiden yhteyteen. Pölyn leviäminen rakennuksen ulkopuolelle estetään asianmukaisesti ja purkutöissä noudatetaan työturvallisuuslainsäädännön määräyksiä.

Purkamistoimenpiteissä radioaktiivisten aineiden päästöjä voi syntyä vähäisiä määriä reaktorin ja sen rakenteiden purkamisen yhteydessä. Purkumenetelmät pyritään valitsemaan siten, ettei hiukkasmaisia päästöjä pääse syntymään. Hiukkasmuodossa olevien aktiivisten aineiden leviämistä rajoitetaan ja tuuletusilman aktiivisuutta poistokanavassa valvotaan jatkuvalla mittauksella. Radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutuksia ihmisten terveyteen on käsitelty luvussa 11.9.3.

Tutkimusreaktorin purkutoiminnan aiheuttamissa ympäristövaikutuksissa ei ole merkittäviä eroja vaihtoehtojen VE1 ja VE2 välillä. Vaihtoehdossa VE1 (välitön purkaminen) purkutyöt ja poiskuljetukset tapahtuvat lyhyemmän aikavälin sisällä kuin vaihtoehdossa VE 2 (viivästetty purkaminen).

11.9.2 Yksilö- ja ryhmähaastattelut

Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä järjestettiin erilliset yksilö- ja ryhmähaastattelut, joiden avulla koottiin tietoa Otaniemen alueen sidosryhmiltä. Haastattelut tehtiin Pöyry Finland Oy:n toimesta.

Yksilöhaastattelut tehtiin 12.9.2014 ja niissä haastateltiin Otaniemen kampusalueen opiskelijoita. Opiskelijoiden yksilöhaastatteluilla hankittiin tietoa sellaisilta Otaniemen opiskelijoilta, jotka eivät suoraan ole tekemisessä hankkeen tai siihen liittyvän toiminnan kanssa. Haastattelut olivat teemahaastatteluja ja niissä kysyttiin opiskelijoiden nä-

kemyksiä, asenteita sekä mahdollisesti koettavia uhkakuvia hankkeeseen liittyen. Haastateltavat valittiin satunnaisesti Aalto Yliopiston Otaniemen pääkirjastossa asioineiden eri tiedekunnissa opiskelevien keskuudesta.

Ryhmähaastattelutilaisuudet pidettiin 22.8.2014 ja 12.9.2014. Haastateltavia ryhmiä olivat VTT:n henkilökunnan ryhmä, Aalto-yliopiston tutkijoiden ja opiskelijoiden ryhmä sekä erityisesti tutkimusreaktorin ja siihen liittyvien syöpähoitojen parissa työskentelevien VTT:n ja HUS:n henkilöstön ryhmä. Mukana oli myös Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen edustaja. Haastattelut järjestettiin VTT:n toimitiloissa Espoon Otaniemessä.

Haastattelujen tulokset

Haastatellut opiskelijat tiesivät tutkimusreaktorista ja sen olemassaolosta varsin vähän, ja reaktoriin liittyvä toiminta tuntui heistä varsin vieraalta. Uusista opiskelijoista suurin osa ei tiennyt hankkeesta tai enintään muisti kuululleensa siitä jotain mediassa, mutta reaktorin olemassaolo ei ole vaikuttanut mihinkään opiskelua koskeviin ratkaisuihin. Vanhemmat opiskelijat tiesivät tutkimusreaktorista ja olivat kuulleet siitä heti opintojen alussa.

Tulosten perusteella reaktorin nykyinen sijoittuminen kampusalueelle ei ole merkittävä kysymys opiskelijoille, eikä useimpien mielestä tuo haitallisia vaikutuksia alueen viihtyisyyteen. Reaktorin nykyinen toiminta ei aiheuta merkittäviä kielteisiä sosiaalisia vaikutuksia.

Purkuhankkeen hallittuun toteuttamiseen myös luotetaan, eikä purkutöiden vaiheisiin opiskelijoiden mielestä liity erityistä tai kasvavaa turvallisuusuhkaa. Muutama haastateltu opiskelija kuitenkin koki reaktorin sijaitsemisen kampusalueella viihtyisyyttä heikentävänä asiana ja tältä osin tilanne hankkeen myötä paranee. Sukupuolella oli lievä vaikutus suhtautumiseen siten, että naiset mieluummin halusivat reaktorin pois alueelta. Toisaalta naiset luottivat miehiä enemmän purkamisen turvallisuuteen. Opiskelijat pitivät myös tärkeänä huolehtia siitä, ettei opetuksen laatu heikkene hankkeen toteutuessa.

”Purkaminen pitää tehdä turvallisesti. Mielellään kerralla, eikä jättää alueelle välivarastoon.”

Ryhmähaastatteluihin osallistuneet Aalto yliopiston opiskelijat ja tutkijat ovat kokeneet, että etenkin fysiikan opiskelijoille reaktorin olemassaolo on ollut tärkeää:

”ylpeyden aihe ja tärkeä juttu, meillä on täällä oma reaktori”.

Näille opiskelijoille on menetys, kun tutkimusreaktori poistuu käytöstä. Reaktorin purkamisen ei kuitenkaan uskota oleellisesti heikentävän opiskelun laatua tai työmahdollisuuksia myöhemmin.

”Harva menee sellaisiin töihin, joissa se voi olla niin ratkaiseva kokemus ammattitaidon kannalta.”

Kaiken kaikkiaan tutkimusreaktorin toiminnan loppuminen ei ole fysiikan opiskelun kannalta merkittävä,

”mutta menetys se on, eikä sitä saada koskaan takaisin.”

Haastateltavien arvion mukaan moni muiden tieteen alojen opiskelija ei tiedä edes reaktorin olemassa olostakaan eikä purkamisesta pidetä tarpeellisena toteuttaa erityisen laajaa tiedotusta. Purkutöitä ei kuitenkaan tule toteuttaa salassa ja töistä pitää tiedottaa tarvittavalla laajuudella.

”Ehkä on parempi tehdä matalalla profiililla, koska työ voidaan tehdä luotettavasti, lisäksi uutta tietoa ja kokemusta tarvitaan muualla”

Opiskelijat toivoivat, että purkamisprojektia voitaisiin hyödyntää opiskelussa esimerkiksi harjoitus- tai lopputöiden aiheena.

Joillekin VTT:n tutkijoille tieto hankkeesta on tullut varsin nopeasti ja osittain yllätyksenä. Reaktorin jälkeinen tulevaisuus on siten vielä osittain epävarmaa ja vaatii aikaa uusien suunnitelmien tarkentumiseksi.

Syöväen boorineutronikaappaushoidon (BNCT) kehittämisen ja siihen liittyvän tutkimustyön, siinä muodossa kuin se tällä hetkellä on, voidaan katsoa loppuvan jos hanke toteutuu.

Tutkijoiden näkemyksen mukaan hankkeen purkuvaihe on hyvä hyödyntää tieteellisen tutkimuksen kannalta.

”Jos hanke toteutetaan, olisi järkevää maksimaalisesti hyödyntää se, miten tällaisia projekteja puretaan. BNCT rakennettiin tieteellisellä pieteetillä ja jokainen vaihe dokumentoitiin, niin miksi ei hyödynnettäisi sitä purkuvaiheessa niin, että toimittaisiin samalla tarkkuudella. Tutkijat olisi saatava mukaan oppimaan toimintaa isojen voimaloiden purkua varten. Aina-kin opinnäytetöiden aiheita saadaan.”

Haastattelujen yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että hankkeen vaikutus Otaniemen kampusalueen perusopiskelijoiden elinoloihin, opiskeluun ja viihtyvyyteen on hyvin pieni. Hanke heikentää merkittävästi reaktorin toimintaan liittyneen tieteellisen tutkimuksen tutkimustoimintaa ja sen kehittämistä, sekä sitä kautta vaikuttaa heikentävästi tähän liittyvien jatkoopiskelijoiden opiskeluun. Hanke myös vaikuttaa VTT:n reaktorin parissa tiiviisti työskennelleisiin alle viiteen henkilöön muuttamalla näiden työntekijöiden työn sisältöä reaktoriin liittyvien tehtävien poistuessa. Muihin VTT:n työntekijöihin hankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia.

Ihmisten elinolojen ja viihtyvyyden kannalta ei ole merkittävää eroa sillä, tehdäänkö purkaminen välittömästi (VE1) vai viivästetysti (VE2). Selvästi keskeisin kysymys myös turvallisuuteen epäilevästi suhtautuvien mielipiteissä on purkamisen luotettavuus, ei juurikaan turvallisen purkamisen ajallinen kesto.

Taulukko 11-1. Arvioinnin yhteenvedotaulukko vaikutuksista hankkeen toteutuessa.

Tutkimusreaktorin purkaminen (Espoo, Otaniemen kampusalue)					
Vaikutuksen kohde (reseptori)	Vaikutus	Vaikutuksen todennäköisyys	Ennen purkuvaihetta	Purkuvaiheessa	Hankkeen jälkeen
Otaniemen kampuksen asukkaat, opiskelijat ja työntekijät	Reaktorin nykyinen vaikutus poistuu	Todennäköinen	Lievä positiivinen	Merkityksetön	Merkityksetön
Reaktorirakennus ja sen lähiympäristö	Reaktorin nykyinen vaikutus poistuu	Todennäköinen	Lievä positiivinen	Merkityksetön	Merkityksetön
VTT:n ydinreaktori- tutkimus	Nykyinen tutkimus loppuu	Todennäköinen / täysin varma	Kohtalainen negatiivinen	Kohtalainen negatiivinen	Kohtalainen negatiivinen
Aalto yliopiston reaktorifysiikan ja -tekniikan opetus ja tutkimus	Opetus on sopeutettu hankkeen mukaiseen tilanteeseen. Purkuvaiheen hyödyntäminen opetuksessa	Todennäköinen / täysin varma	Lievä negatiivinen	Lievä positiivinen	Lievä negatiivinen
Boorineutronsädehoito ja siihen liittyvä tutkimus (HUS, VTT)	Nykyinen tutkimus loppuu	Todennäköinen / täysin varma	Kohtalainen negatiivinen	Kohtalainen negatiivinen	Kohtalainen negatiivinen
Lääketieteellisen fysiikan ja tekniikan tutkimus	Nykyinen tutkimus loppuu. Syntyy mahdollisuus purkuvaiheen systemaattiseen hyödyntämiseen tutkimuksessa.	Todennäköinen	Merkittävä negatiivinen	Merkittävä positiivinen	Merkittävä negatiivinen

11.9.3 Vaikutukset terveyteen

Säteilyvaikutukset

Purkuvaiheessa mahdollisesti ilmaan vapautuvien radioaktiivisten aerosolihiukkasten leviäminen reaktorirakennuksen tilassa ja pääsy ulos estetään. Järjestelyille asetettavat vaatimukset riippuvat purkutöihin valittavista leikkaus- ja paloittelumenetelmistä. Lähellä työmenetelmiä valittaessa on, ettei radioaktiivisia aineita pääse missään vaiheessa leviämään ilmaan. Purkutöitä varten perustetaan erillinen suojarakennelma omalla ilmanvaihdolla. Lisäksi työskentelyalueille, joissa voidaan olettaa ilmakontaminaation mahdollisuus, tullaan järjestämään paikallinen suojaus ja ilmanvaihto, jonka teho ja nopeus sovitetaan työskentelyalueen vaatimukseen. Kaikki ulkoilmaan johtavat ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan HEPA-suodattimilla, jotta päästöt ympäristöön eivät ole mahdollisia. Näin ollen purkutoiminnan aikana ei synny lähialueen ihmisiin kohdistuvia säteilyvaikutuksia. Mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden terveysvaikutukset on kuvattu luvussa 11.9.4.

Alustavasti on arvioitu, että FiR 1 -tutkimusreaktorin välittömästä purkamisesta aiheutuu työntekijöille muutaman kymmenen mmanSv:n kollektiivinen annos, joka sisältää myös ennen purkamisen aloittamista tehtävän käytetyn ydinpolttoaineen siirrosta aiheutuvan annoksen. Annosarvio tarkentuu olennaisesti, kun lupaa varten tarvittavat työsuunnitelmat ja -ohjeistot täsmentyvät. Tämä kollektiivinen annosarvio, joka on kaikkien purkamiseen osallistuvien työntekijöiden yhteenlaskettu määrä, jää alle yksittäiselle säteilytyöstä työntekijälle asetetun viranomaisrajan vuoden aikana, joka on Säteilyasetuksen 3 § (23.12.1998/1143) mukaan 50 mSv. Näin pienillä säteilyannoksilla ei säteilyn aiheuttamia välittömiä terveysvaikutuksia voida havaita ja mahdollisten pitkäaikaisvaikutusten aiheuttajaa ei voi erottaa esimerkiksi luonnon taustasäteilystä. Purkutyöntekijöiden yksittäinen sekä kollektiivinen säteilyannos pidetään niin alhaisena kuin käytännön toimenpitein on mahdollista (ALARA-periaate) valittavien työmenetelmien ja työohjeiden avulla.

Alla on esitetty yleistä tietoa säteilystä ja sen vaikutuksista ihmisten terveyteen.

Säteily on joko ionisoivaa tai ionisoimatonta sen perusteella, miten se vaikuttaa kohtaamaansa aineeseen. Ionisoiva säteily on peräisin radioaktiivisista aineista tai säteilyä synnyttävästä laitteesta, kuten röntgenlaitteista. Ydinlaitoksilla syntyvä säteily on ionisoivaa säteilyä, jonka terveysvaikutukset voidaan jakaa kahteen ryhmään: suoriin ja satunnaisiin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, jotka johtuvat laajasta solutuhosta. Satunnaisvaikutukset taas ovat tilastollisesti havaittavia haittavaikutuksia, jotka johtuvat perimämuutoksesta yhdessä solussa. (STUK 2009a)

Säteilyn suoria vaikutuksia voi esiintyä, jos henkilö altistuu suurelle (yli 500 mSv) säteilyannokselle erittäin lyhyessä ajassa. Suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, kudosvaurioita joita ovat esimerkiksi säteilysairaus, säteilypalovamma, sädepneumoniitti eli keuhkoärsytysreaktio, harmaakaihi ja sikiövaurio. Säteilyaltistuksen seuraus riippuu muun muassa siitä, onko säteilylle altistunut koko keho vai rajoittuuko altistus johonkin tiettyyn elimeen, kuten kilpirauhaseen tai määrättyyn ihoalueeseen. (STUK 2009a)

Säteilysairauden oireita ei vielä 500 mSv kokokehoaltistuksella esiinny, eikä ihminen itse havaitse vaikutusta, mutta vaikutus on nähtävissä verenkuvan muutoksena muutaman päivän sisällä. Paikallinen altistus voi olla kymmenen kertaa korkeampi ennen kuin säteilyvamma ilmenee. Yli tuhannen millisievertin eli yhden sievertin lyhyessä ajassa saatu kokokehoannos johtaa säteilysairauteen. Yli neljän sievertin äkillinen annos on hengenvaarallinen ja kymmenen sievertin annos johtaa varmaan kuolemaan. (STUK 2009a)

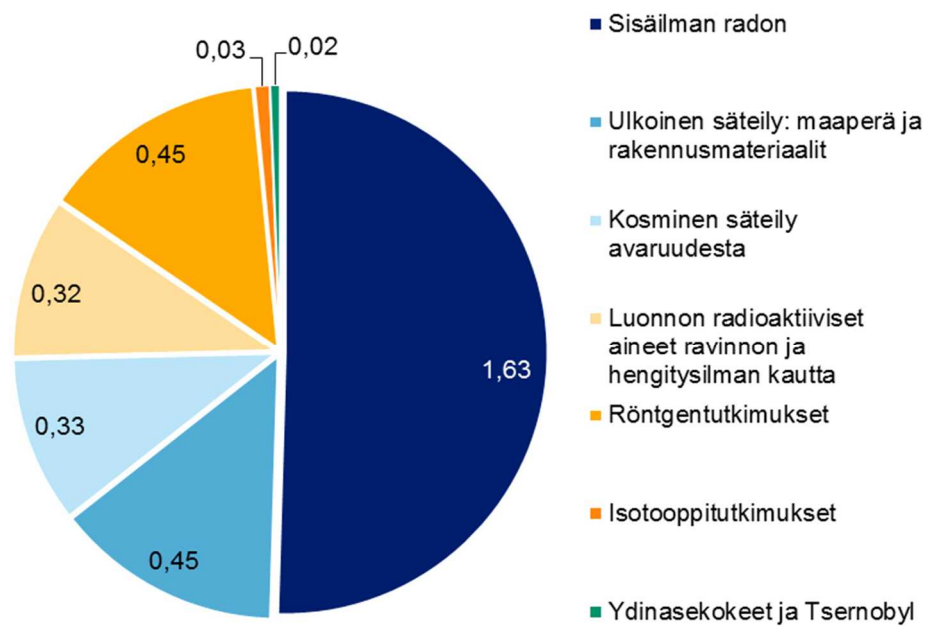
Säteilysairaus on hengenvaarallinen tila, joka johtuu laaja-alaisesta solujen tuhoutumisesta. Säteilysairautta on esiintynyt Hiroshiman ja Nagasakin atomipommien uhreilla sekä Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa onnettomuusyönä pelastustöihin osallistuneilla ihmisillä. Muutoin säteilysairaus on lähinnä liittynyt tilanteisiin, joissa ihmiset ovat tietämättään käsitelleet voimakkaita teolliseen tai lääketieteelliseen käyttöön valmistettuja säteilylähteitä. (STUK 2009a)

Pienet säteilyannokset, joita FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisesta voi työntekijöille aiheutua, eivät aiheuta suoria vaikutuksia. Pienillä säteilyannoksilla riski saada säteilyä johtuva syöpä on pieni, mutta kasvaessaan lisää kokonaissyöpäriskiä hiukan. Pieni säteilyannos voi aiheuttaa muutoksia solujen perimässä ja sitä kautta johtaa myöhemmin syövän syntyyn tai jälkeläisissä ilmenevään geneettiseen haittaan. Satunnaisvaikutusten osalta säteilysuojelutoimenpiteet tähtäävät ensisijassa siihen, että syöpäriski, ja samalla perinnöllisen haitan riski, pysyisi mahdollisimman pienenä.

Säteilyn aiheuttamat terveysvaikutukset johtuvat DNA-molekyylin eli solun perimän vauriosta. Kuitenkaan läheskään kaikki DNA-vauriot eivät johda terveystaitaan, 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 2009a)

Pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpäriskiä ei käytännössä voi havaita väestössä syövän yleisyyden vuoksi. Säteilyn aiheuttamaa syöpää ei myöskään voida erottaa muulla tavalla syntyneestä syövästä. Vuosittain Suomessa sairastuu syöpään 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 2014a).

Noin joka kolmas suomalainen sairastuu elämässään syöpään. Ionisoivan säteilyn on arvioitu aiheuttavan 1–3 prosenttia kaikista syövästä (Pukkala ym. 2011). Vuodessa suomalaiset saavat keskimäärin noin 3,2 mSv säteilyannoksen (Kuva 11-1). Yli puolet tästä annoksesta on peräisin sisäilman radonista.



Kuva 11-1. Suomalaisen vuodessa saaman, keskimäärin 3,2 mSv säteilyannoksen, lähteet (STUK 2014b).

Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat Euroopan korkeimpia johtuen graniittisten kivilajiemme uraanipitoisuudesta ja keskimäärin tästä aiheutuu 2 mSv:n säteilyannos asukkaille. Suomessa todetaan vuosittain noin 2 000 keuhkosyöpää, joista radonin aiheuttamia arvioidaan olevan 300. Radonin kiinteät hajoamistuotteet tarttuvat hengitettävässä keuhkojen sisäpintaan, missä ne lähettävät alfasäteilyä, joka lisää riskiä sairastua keuhkosyöpään. (STUK 2011)

Luonnon taustasäteily vastaa noin 30 prosentista suomalaisen vuosittaisesta säteilyannoksesta ja tämän lisäksi noin 15 prosenttia saadaan säteilyn käytöstä terveydenhuollossa (*STUK 2009a*). Avaruudesta peräisin olevalle säteilylle, kosmiselle säteilylle, suomalaisille aiheutuu noin 0,3 mSv:n annos vuodessa. (*STUK 2013a*)

Myös ihmisen omasta kehosta saadaan osa vuotuisesta säteilyannoksesta. Kehoon tulevat ruuan, juomaveden ja hengitysilman mukana luonnon radioaktiivisia aineita, kuten kalium-40. Sisäiselle säteilylle altistuminen jatkuu, kunnes radioaktiiviset aineet ovat erittyneet pois kehosta tai hävinneet radioaktiivisen hajoamisen seurauksena. Juomaveden ja muiden elintarvikkeiden uraani- ja toriumsarjojen hajoamistuotteista aiheutuu huomattavasti pienempi annos, keskimäärin noin 0,3 mSv vuodessa. (*STUK 2009b*)

Ukrainassa vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin ydinvoimalaitosnettomuuden aiheuttama laskeuma aiheuttaa suomalaisille edelleen noin 0,02 mSv:n säteilyannoksen vuodessa. (*STUK 2009b*)

Oheisessa taulukossa (Taulukko 11-2) on esitetty esimerkkejä erilaisia säteilyannoksia. Valtioneuvoston päätöksen (395/1991) mukaan ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä saa aiheutua lähiympäristön asukkaalle enintään 0,1 mSv vuosiannos.

Taulukko 11-2. Esimerkkejä säteilyannoksista (*STUK 2002b, STUK 2013b, STUK 2013c, STUK 2013d, STUK 2013e, STUK 2014d, STUK 2014e, Rossi 2011*).

Annoksen suuruus [mSv]	Kuvaus
0,00005	Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten lähiympäristön väestön eniten altistuneen yksilön ydinvoimalaitoksen päästöistä johtuva laskennallinen säteilyannos vuonna 2013.
0,01	Yhdestä hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,018	Edestakaisella lennolla Helsingistä Roomaan saatava kosmisen säteilyn annos
0,08	FiR 1 -tutkimusreaktorin normaalikäytön Ar-41:n päästöstä aiheutuva säteilyannos vuonna 2009 lähiympäristön väestön eniten altistuneelle yksilölle.
0,1	Keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,2	Mammografiasta (rintojen röntgentutkimuksesta) tutkittavalle aiheutuva annos
0,3	Suomalaisien kosmisesta säteilystä vuodessa saama annos
0,8	Yli kahden kilometrin korkeudessa sijaitsevan Mexico Cityn asukkaiden kosmisesta säteilystä saama annos vuodessa
3,2	Suomalaisen keskimääräinen vuotuinen säteilyannos
50	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu vuoden aikana aiheutuva annos (vuonna 2013 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos oli 8,6 mSv)
100	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu viiden vuoden aikana aiheutuva annos (Vuosien 2009–2013 välisenä aikana ydinvoimalaitoksen työntekijän saama suurin yhteenlaskettu säteilyannos Suomessa oli 43 mSv)
1000	Alle vuorokauden aikana saatuna annoksena aiheuttaa säteily sairauden oireita
6000	Äkillisesti saatuna henkilön kuolemaan johtava annos

Muut terveysvaikutukset

Hankkeella ei arvioida olevan tavanomaisia terveysvaikutuksia lähialueen ihmisiin purkamisen normaalitoiminnan aikana.

Purkutöihin osallistuvat henkilöt voivat altistua hetkittäiselle melulle, mutta asianmukaisella kuulosuojauksella vaikutuksia terveyteen ei synny. Purkamistoimenpiteissä mahdollisesti syntyvällä pölyllä voi olla lieviä terveysvaikutuksia, jos pölyä, varsinkin pienhiukkaspölyä, joutuu työntekijöiden hengityselimiin. Vaikutukset ovat kuitenkin enimmillään hetkittäistä ärsytystä eikä pidempiaikaisia terveysvaikutuksia arvioida normaalista purkutoiminnasta syntyvän, kun asianmukaisia hengityssuojaimia käytetään.

11.9.4 Työllisyysvaikutukset

Reaktorin käytöstäpoisto ja purkaminen työllistävät nykyisiä reaktorin käyttöön osallistuvia henkilöitä. Ulkopuolista työvoimaa käytetään purkuun lyhytaikaisesti noin 5–10 henkilöä.

Hanke vaikuttaa VTT:n reaktorin parissa tiiviisti työskennelleisiin alle viiteen henkilöön muuttamalla näiden työntekijöiden työn sisältöä reaktoriin liittyvien tehtävien poistues-
sa. Muihin VTT:n työntekijöihin hankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia.

11.10 Jätteiden käsittelyn vaikutukset

Ydinjätehuollon ympäristövaikutukset on esitetty luvussa 12. Tutkimusreaktorin purkamisesta syntyy ei-radioaktiivista purkujätettä noin 300 tonnia ja lisäksi vähäisiä määriä muuta tavanomaista jätettä, kuten yhdyskuntajätettä ja vaarallisia jätteitä. Ne pakataan ominaisuuksiensa edellyttämällä tavalla ja toimitetaan jatkokäsiteltäväksi tai mahdollisuuksien mukaan hyödynnettäväksi asianmukaisille toimijoille. Jätteiden käsittelyllä ei ole haitallisia ympäristövaikutuksia.

11.11 Vaikutukset luonnonvarojen käyttöön

FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttämätöntä ydinpolttoainetta voidaan käyttää uudelleen muissa vastaavissa reaktoreissa. Uudelleenkäyttö vähentäisi luonnonuraanin louhintaa ja käyttöä.

11.12 Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

11.12.1 Säteilyonnettomuudet

YVA-selostuksen taustaselvityksessä (*Rossi 2014*) on käsitelty reaktorin purkamisen aikana mahdolliseksi kuviteltua häiriö- ja onnettomuustilannetta.

Kuviteltu onnettomuustilanne voisi tapahtua, kun polttoainetta reaktorista poistettaessa tapahtuisi hallitsematon virhe, jonka seurauksena polttoaineen siirtosäiliö putoaisi reaktorialtaassa vielä olevan reaktorisydämen yläosan päälle ja siellä viiden polttoainesauvan suojakuori rikkoontuisi veden alla. Jos suljettu siirtosäiliö putoaa lattialle nostettaessa sitä pois altaalta, kun sisällä on jo käytettyä polttoainetta, ei siirtosäiliö rikkoonnu eikä vuoda matalasta nostokorkeudesta johtuen. Siksi päästö vedessä tapahtuvasta reaktorisydämen polttoainesauvojen rikkoontumisesta on mitoittava eli se kuvaa pahinta mahdollista onnettomuustilannetta.

Onnettomuustilanteessa oletetaan, että osa sauvojen sisältämistä radioaktiivisista aineista vapautuisi allasveteen. Vedestä kaikki kaasumaiset aineet vapautuvat sellaisenaan ulos, mutta hiukkasmaisista aineista vain pieni osa pääsee vapautumaan. Oletettua onnettomuutta seuraavasta radioaktiivisesta päästöstä aiheutuva säteilyannos reaktorirakennuksen vieressä kriittisen ryhmän eniten altistuneelle henkilölle on 0,005 mSv, joka on monta kertaluokkaa pienempi kuin suomalaisen keskimääräinen vuotuinen säteilyannos 3,2 mSv (*STUK 2014b*). Polttoaineen siirtosäiliön putoaminen voidaan estää esimerkiksi turvavaijereilla, jotka estävät putoamisen, mikäli säiliö irtoaisi nostolaitteesta.

Onnettomuustilannetta lievempi häiriötilanne voisi tapahtua, kun reaktorin säteilysuojana käytettyä aktivoitunutta betonia paloitellaan. Oletettu häiriötilanne syntyy, kun purkutyön yhteydessä alipaineistettu työskentelysuoja menettää tiiviytensä ja sen sisällä ilmassa oleva radioaktiivinen materiaali vapautuu ympäröivään huonetilaan ja edelleen ilmastoinnin kautta puhdistamattomana ulos. Ulos purkautuvasta radioaktiivisesta päästöstä aiheutuva säteilyannos reaktorirakennuksen vieressä jää kuitenkin hyvin pieneksi ollen noin 1×10^{-10} mSv. Se on pienempi kuin Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten lähiympäristön väestön eniten altistuneen yksilön ydinvoimalaitoksen normaalikäytön päästöistä johtuva laskennallinen vuosiansos viime vuosina.

Aktiivisin työtila tullaan eristämään ilmastoidulla teltalla, jonka sisällä pidetään alipaine. Työskentely teltan sisällä tapahtuu tarvittaessa hengityssuojaimilla varustetuissa suojavarusteissa. Eristetyn ja alipaineistetun työskentelytilan ilmassa sallitaan keskimääräinen aktiivisuuspitoisuus, jossa voidaan normaalisti työskennellä päivittäin ylittämättä annosrajoja.

Onnettomuuksien tapahtuminen estetään oikein valituin työmenetelmin. Kaikki työprosessit käydään läpi ja niihin liittyvät riskit kartoitetaan, ja toteutetaan tarpeelliset suojaavat toimenpiteet. Toimintaohjeet tarkistetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla ennen käytetyn ydinpolttoaineen siirtoa ja purkuvaihetta.

11.12.2 Muut onnettomuustilanteet

Konventionaaliset onnettomuustilanteet, joita reaktorin purkamisessa voi syntyä, liittyvät lähinnä työturvallisuuteen. Sellaisia onnettomuus- tai häiriötilanteita, joista aiheutuisi vaikutuksia ympäristöön, ei ole tunnistettu. Tutkimusreaktorilla ei ole rakenteellista palokuormaa tai räjähdystä aiheuttavia materiaaleja. Reaktorin purkutyön aikana ei käytetä ympäristön tai ihmisten terveyden kannalta erityisen haitallisia kemikaaleja. Reaktorilla varastoidut vähäiset määrät kemikaaleja toimitetaan asianmukaiseen käsittelyyn ennen purkutöiden aloittamista. Reaktoria ympäröivät toimistotilat tyhjenetään purkamistyön aikana. Purkutyöalueilla liikkuvat vain purkamiseen osallistuvat koulutetut työntekijät.

Purkutöihin sisältyy muun muassa raskaita nostoja ja siirtoja sekä työskentelyä eri korkeustasoilla. Näiden työvaiheiden aiheuttamiin riskeihin varaudutaan muun muassa nostojen varmennuksella, turvavaljailta sekä pohjalaatan ja maaperän kestävyysvarmennuksella kuljetussäiliötä tuodessa. Betonin käsittelystä johtuvan pölyn terveyshaittojen ehkäisemiseksi käytetään tarvittavia suojaimia. Rakenteiden radioaktiivisuuden vuoksi työssä noudatetaan vastaavaa suojainkäytäntöä (haalarit, suojakäsineet ja -kengät, tarvittaessa hengityssuojaimet) kuin ydinvoimalaitosten vuosihuolloissa valvonta-alueella.

12 YDINJÄTEHUOLLON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

12.1 Ydinjätehuollon ympäristövaikutukset Suomessa

12.1.1 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

12.1.1.1 Käytetty ydinpolttoaine

Hanke ei aiheuta merkittäviä muutoksia hankealueiden (Otaniemen kampusalue, Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosalueet) yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön, sillä toiminnot tapahtuvat kyseiseen tarkoitukseen varatuilla tai toimintoihin soveltuvilla, valmiiksi rakennetuilla alueilla. Mahdollisesti voi olla tarpeen rakentaa välivarastoinnille ja/tai loppusijoitukselle erillisiä rakennelmia. Olkiluodossa ja Loviisassa kaavatilanne mahdollistaa ydinvoimalaitosten ja niihin liittyvien toimintojen sijoittumisen alueille.

Välivarastointi

Ydinpolttoaineen välivarastoinnilla Loviisassa tai Olkiluodossa ei ole vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen tai maankäyttöön. Välivarastointi sijoittuisi tarkoitukseen ennestään varatuille alueille ja se voitaisiin toteuttaa olemassa oleviin rakennuksiin.

Loppusijoitus

Olkiluodossa ydinpolttoaineen loppusijoitus tapahtuisi Posiva Oy:n hallitsemassa loppusijoituslaitoksessa. Tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen sijoittaminen Olkiluotoon ei aiheuta vaikutuksia yhdyskuntarakenteelle, maankäytölle, kaavoitukselle tai rakennuksille. Loppusijoitusalueen asemakaavan määräyksen mukaan ”Alueelle saa rakentaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergialain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Ne käsittävät maanalaisiin loppusijoitustiloihin johtavia sisäänkäyntirakennuksia ja -rakennelmia ja kapselointilaitoksia sekä niihin liittyviä aputiloja.”

12.1.1.2 Purku- ja huoltojäte

Välivarastointi

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi Loviisassa tai Olkiluodossa tapahtuisi olemassa olevilla ydinvoimalaitosalueilla eikä sillä siten olisi vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen tai maankäyttöön. Molempien voimalaitosalueiden kaavat mahdollistavat tällaisen toiminnan. Olemassa olevilla ydinvoimalaitosalueilla välivarastointi sisältyy kaavoissa osoitettuun energiahuollon korttelialueeseen tai ydinjätelaitoksen alueeseen EN/ENL/ENP/ENV, eikä välivarastointiin liittyen ole annettu erityisiä merkintöjä tai määräyksiä.

Loviisan Hästholmenin alueen asemakaavassa 21.1.2009 ei ole erikseen mainintoja välivarastoinnista tai loppusijoituksesta, mutta EN-merkintä ja siihen liittyvä kuvaus sallivat tällaisen toiminnan. Purku- ja huoltojätteen varastointiin Loviisan ydinvoimalaitosalueella ei ole suoraan osoittaa käyttöön sopivia tiloja, joten sellaiset on erikseen järjestettävä tai rakennettava.

Olkiluodon osayleiskaavassa ja loppusijoitusalueen asemakaavassa ei ole erikseen mainintoja välivarastoinnista, mutta kaavamerkinnot EN, ENP-1 ja ENV kuvauksineen sallivat toiminnan.

Otaniemessä tutkitaan purku- ja huoltojätteen välivarastointia VTT:n hallinnassa olevaan maanalaiseen tutkimushalliin. Matala-aktiivinen purkujäte voidaan STUK:n valvonnassa säilyttää täällä siihen asti, että se siirretään Olkiluodon tai Loviisan ydinvoimalaitosalueelle järjestettäviin tiloihin. Otaniemen tutkimusreaktorin nykyiselle käyttöluvalle haetaan ehtojen muutosta ja luvassa määritellään myös välivarastointiin liittyvät asiat. Nykyinen lupa on voimassa vuoteen 2023, jonka jälkeen tarvitaan todennäköisesti enää STUK:n toimintalupa.

Otaniemen välivarasto sijaitsisi kallioperässä, ja jäte varastoitaisiin niin, että se olisi erillään, valvotussa ja lukitussa tilassa niin, ettei siitä aiheutuisi muulle tilan käytölle rajoitusta. Tämän tyyppiselle, väliaikaiselle toiminnalle ei ole tarvetta antaa kaavassa erityisiä merkintöjä, määräyksiä tai rajoituksia. Voimassa olevat kaavamerkinnot ja -määräykset ovat riittävät toiminnan suhteen, eikä toiminta ole niiden kanssa ristiriidassa. Kyseessä on lupa-asia. Purku- ja huoltojätteen välivarastointi Otaniemessä ei aiheuttaisi vaikutuksia maankäyttöön tai yhdyskuntarakenteeseen, eikä myöskään kaavamuu-
tostarpeita.

Loppusijoitus

Ydinjätteen loppusijoittamiseen liittyen Valtioneuvoston asetuksessa (736/2008 Ydinjätteiden loppusijoittaminen 9 § 6 mom.) esitetään, että ”Loppusijoituslaitoksen ympärille on varattava riittävä suoja-alue, joka on tarpeen ydinenergialain 63 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitettuja toimenpidekieltoja varten.” YEL:n (63.1.6 §) mukaan: ”Säteilyturvakeskuksella on tässä laissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä sekä Suomea velvoittavissa ydinenergia-alan kansainvälisissä sopimuksissa edellytettyä valvontaa varten oikeus antaa kiinteistöä koskevia turvallisuuden varmistamiseksi välttämättömiä toimenpidekieltoja, milloin kiinteistöllä on 3 §:n 5 kohdan b alakohdassa tarkoitettuja tiloja”. Tiloilla tarkoitetaan ”sellaisia lopullisesti suljettuja tiloja, joihin ydinjätteitä on sijoitettu Säteilyturvakeskuksen pysyväksi hyväksymällä tavalla.” Ydinjätteen loppusijoittaminen Olkiluotoon tai Loviisaan voi siis aiheuttaa ympäristön maankäytön rajoituksia. Rajoitukset eivät kuitenkaan aiheuta muutoksia tämän hetkiseen tilanteeseen. Voimassa olevissa kaavoissa on jo nykyisellään osoitettu toimintaa rajoittavia suojavyöhykkeitä.

Olkiluodossa on voimassa asemakaava, joka sallii purku- ja huoltojätteen loppusijoituksen alueelle. Kaavassa on erikseen määritelty syvyystaso, jolle matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilat tulee rakentaa. Purku- ja huoltojäte voidaan Olkiluodossa loppusijoittaa olemassa oleviin rakenteisiin voimalaitosalueelle. Jäte sijoitettaisiin joka tapauksessa Olkiluodon ydinvoimalaitosalueelle, eikä se aiheuttaisi vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen tai maankäyttöön, ei myöskään kaavamuu-
tostarpeita.

Loviisan rantaosayleiskaavassa ja Hästholmenin alueen asemakaavassa ei ole erityisesti mainiten osoitettu alueita keski- ja matala-aktiivisen jätteen loppusijoitukselle. Kaavoissa osoitetut EN-alueet on kuitenkin tarkoitettu myös kyseessä olevalle toiminnalle.

Fortum jätti 5.2.2009 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta Loviisaan ja valtioneuvosto antoi hakemuksesta kielteisen periaatepäätöksen 6.5.2010. Hakemukseen sisältyi myös mm. vähä- ja keskiaktiivisten jätteiden sekä purkujätteen käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen liittyvien ydinlai-

toksien laajentaminen tai rakentaminen. Hakemuksessa todetaan mm. että ”Laitospaikalla on käytössä vähä- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustilat, jotka ovat laajennettavissa kattamaan myös uuden yksikön tarpeet.” Periaatepäätöksessä valtioneuvosto toteaa, että sijoituspaikan ja mm. kaavoitustilanteen osalta esitetty Hästholmenin sijoituspaikka soveltuu hankkeen toteuttamiseen. Tämäkin huomioiden on hyvin todennäköistä, että voimassaolevia kaavoja ei ole keski- ja matala-aktiivisen jätteen loppusijoittamisen vuoksi tarpeen muuttaa.

Purku- ja huoltojäte voitaisiin Loviisassa loppusijoittaa olemassa oleviin rakenteisiin voimalaitosalueelle. Jäte sijoittuisi joka tapauksessa Loviisan ydinvoimalaitosalueelle, eikä se aiheuttaisi vaikutuksia yhdyskuntarakenteelle ja maankäytölle. Kaavoja ei todennäköisesti ole tarvetta muuttaa.

12.1.2 Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Hankkeessa on pääosin kysymys muutoksista, jotka tapahtuvat olemassa tai ilman tätäkin hanketta toteutettavien rakennusten tai rakenteiden sisällä olevissa toiminnoissa. Ulospäin muutokset eivät näy.

Purku- ja huoltojätteen välivarastointia varten Loviisan vaihtoehdossa saatetaan joutua rakentamaan erillinen maanpäällinen tai kallioon louhittava varastotila. Voimalaitosalue on kuitenkin jo tällä hetkellä maisemallisesti hyvin teollinen, joten lisärakennuksella ei arvioida olevan maisemallisia vaikutuksia. Muissa käytetyn polttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdoissa ei arvioida aiheutuvan muutoksia hankealueiden maisemaan, kaupunkikuvaan tai kulttuuriympäristöön.

12.1.3 Kuljetukset ja niiden vaikutukset liikenteeseen

Jätekonttien pakkaamisesta kuorma-autoihin voi tulla väliaikaista hidastetta reaktorirakennuksen vieressä sijaitsevan sisäpihan liikenteelle, joka pääosin on henkilöstöruokalaan suuntautuvia elintarvikekuljetuksia.

Reaktorilta lähtee ainoastaan yksi polttoainekuljetus, joka toteutetaan erikoiskuljetuksena. Tämä voi aiheuttaa kulkureitille hetkellisiä hidasteita, sillä kuljetus tapahtuu valvotuna kuljetuksena, jolloin kuljetuksen mukana seuraa tarvittava saattuehenkilöstö. Erikoiskuljetuksen suurin sallittu kuljetusnopeus on 60 km/h.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksella vaihtoehtoisin satamiin (Kantvik, Vuosaari, Tolkinen tai Hanko), välivarastointipaikkoihin Suomessa (Olkiluoto tai Loviisa) tai loppusijoituspaikkaan (Olkiluoto) ei ole vaikutusta kuljetusreittien liikennemääriin tai tavanomaiseen liikenneturvallisuuteen ottaen huomioon polttoainekuljetusten lukumäärä ja käytettävien teiden nykyinen liikennemäärä.

Käytöstäpoistossa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen lisäksi muita jätekuljetuksia on arvioitu olevan enimmillään noin 30 kappaletta, joka on kuitenkin määränä vähäinen verrattuna kuljetusreittien kokonaisliikennemääriin. Esimerkiksi Otaniementien (1142) keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2007 oli noin 11 800 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 650 vuorokaudessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen mahdollinen laivakuljetus toteutetaan tarkoitukseen soveltuvalla aluksella. Laivakuljetuksesta ei ole haittaa tai rajoitteita muulle meriliikenteelle.

Kuljetusten häiriö- ja onnettomuustilanteet on esitetty luvussa 12.1.10. Ihmisiin kohdistuvat terveysvaikutukset on arvioitu luvussa 12.1.9.

12.1.4 Päästöt ilmaan ja niiden vaikutukset

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Oikein pakattuina ja käsiteltyinä käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetuksista, välivarastoinnista tai loppusijoittamisesta aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat merkityksettömän pieniä eikä niillä arvioida olevan vaikutusta alueiden ympäristöön tai ihmisiin. Säteilyn terveystaikutuksia on kuvattu luvussa 12.1.9.2 ja mahdollisten onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 12.1.10.

Muut päästöt

Jätehuoltoon liittyvistä kuljetuksista ja liikennöinnistä aiheutuu vähäisiä määriä pakokaasu- ja pölypäästöjä ilmaan. Kokonaisuudessaan jätekuljetuksia lähtee tutkimusreaktorilta yhteensä noin 30 kappaletta (1 polttoainekuljetus, 5 radioaktiivisen jätteen kuljetusta ja 20–25 muun jätteen kuljetusta), mutta kuljetukset toteutetaan eriaikaisesti ja lisäksi kuljetuksien määränpää voi olla eri. Näin ollen kuljetuksista aiheutuvat päästöt ja niiden vaikutus ilmanlaatuun ovat merkityksettömän vähäisiä.

12.1.5 Melu ja värinävaikutukset

Jätteiden kuljetukset

Pakatun jätemateriaalin siirto tapahtuu rekkakuljetuksilla pois reaktorirakennukselta, jolloin siirtotyössä syntyy raskaan ajoneuvon tai nosturijärjestelmän aiheuttamaa pientaajuinen melua (esim. käynnissä paikallaan oleva kuorma-auto tai vastaava) ja värinää. Raskaiden ajoneuvojen tieliikennekuljetusten määrä on melko vähäinen, yhteensä noin 30 ajoneuvoa, joten sen osuuden ei katsota lisäävän merkittävästi nykyistä melukuormaa tai aiheuttaman värinähaittoja Otaniemen alueella eikä välivarastointi- ja loppusijoituspaikoille johtavilla teillä.

Jätteiden välivarastointi ja loppusijoitus

Purku- ja huoltojätteen sekä käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi- tai loppusijoitus-toiminnot eivät aiheuta meluhaittoja lähialueen ympäristöön. Mikäli purku- ja huoltojätteen osalta rakennetaan Loviisaan välivarastointia varten uusia tiloja, aiheutuu rakennustöistä jonkin verran melu- ja värinävaikutuksia. Haitat ovat tilapäisiä ja melko vähäisiä.

12.1.6 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin

Käytetty polttoaine

Loviisan ja Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointia varten rakennetuissa laitoksissa on olemassa kattavat säteilysuojajärjestelyt eikä vesialtaissa tapahtuvasta välivarastoinnista aiheudu normaalitoiminnassa haittavaikutuksia maaperään, pohja- tai pintavesiin (Fortum Power and Heat Oy 2008, Posiva Oy 2008 & 2012a) eikä niiden kautta luontoon. FiR 1 polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna Loviisassa tai Olkiluodossa muutoinkin varastoitavaan polttoaineeseen. Kun FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastointi toteutetaan asianmukaisin teknisin ratkaisuin tarkkojen selvitysten perusteella, ei tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia eivätkä vaikutukset poikkea olemassa olevien välivarastojen vaikutuksista.

Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimiin liittyvät pääasiassa rakennusten ja rakennelmien tarvitsemiin maa-alueisiin ja rakennustöihin. Louhintatöihin liittyvän melun vaikutukset linnustoon on arvioitu vähäisiksi. Loppusijoitustilojen käytön aikana sekä sulkemisen jälkeen merkittäviä vaikutuksia ei ole. Natura-arvioinnin tuloksena on todettu, etteivät yleiskaavoituksella Olkiluotoon mahdollistetut hankkeet (mukaan lukien loppusijoituslaitos) merkittävällä tavalla vaikuta niihin luonnonarvoihin, joiden vuoksi Liiklankari on sisällytetty Natura 2000 -alueverkostoon. (*Posiva Oy 2008 & 2012a*).

Edellä kuvatut luontoon kohdistuvat vaikutukset syntyvät Olkiluodon loppusijoitustoiminnasta joka tapauksessa, tässä YVAssa tarkasteltavan tutkimusreaktorin polttoaineen loppusijoituspaikasta riippumatta. Tutkimusreaktorin polttoaineen osuus Olkiluotoon suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmäärästä on erittäin pieni ja lisäksi loppusijoituksessa tultaisiin ottamaan huomioon tutkimusreaktorin polttoaineen tietyt erityispiirteet, jotta pitkäaikaisturvallisuuden vaatimukset täyttyvät.

Purku- ja huoltojäte

Purku- ja huoltojätteen välivarastointia varten Loviisan vaihtoehdossa saatetaan joutua rakentamaan erillinen maanpäällinen tai kallioon louhittava varastotila. Uuden varastointitilan rakentamisella ei ole suoria luontovaikutuksia, koska se sijoittuisi olemassa olevalle voimalaitosalueelle, jossa ei ole erityisiä luontoarvoja.

Muissa vaihtoehdoissa tutkimusreaktorin purku- ja huoltojäte välivarastoitaisiin olemassa oleviin tiloihin, eikä jätehuollolla näin arvioida olevan haittavaikutuksia välivarastointi- tai loppusijoitusalueiden kasvillisuuteen, elämistöön tai lähiympäristöjen suojelealueille.

Tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen loppusijoitus voitaisiin toteuttaa Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosalueen kalliooperään joko olemassa oleviin tai suunniteltuihin loppusijoitustiloihin. Loppusijoituksessa otetaan huomioon FiR 1 purkujätteen erityispiirteet siten, että loppusijoituksen turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Kun asianmukaiset tekniset ratkaisut toteutetaan, ei FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen välivarastoinnilla arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia eikä vaikutusten arvioida poikkeavan nykyisten ydinvoimalaitosten purku- ja huoltojätteen loppusijoituksen vaikutuksista. Mahdollisten onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 12.1.10.

Jätteiden kuljetukset

Purku- ja huoltojätteen sekä käytetyn polttoaineen kuljetukset toteutetaan asianmukaisin säteilysuojausjärjestelyin. Tehokkaasti suojattujen kuljetuspakkausten ansiosta alhainen säteilyaltistus rajoittuisi säiliön välittömään läheisyyteen. Kauempana kuljetuksesta radioaktiivisuus ei käytännössä eroaisi taustasäteilyn määrästä. Asianmukaisesti toteutetuista maantie- tai merikuljetuksista ei arvioida aiheutuvan luontovaikutuksia.

Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset on käsitelty jäljempänä luvussa 12.1.10.

12.1.7 Vaikutukset maa- ja kalliooperään sekä pohjavesiin

Käytetty polttoaine

Loviisassa tai Olkiluodossa tapahtuvasta mahdollista käytetyn polttoaineen välivarastoinnista ei aiheudu normaalitilanteissa pohjaveden laadulliseen tai määrälliseen tilaan, eikä maa- tai kalliooperään kohdistuvia haittavaikutuksia. Jokaisessa vaihtoehdoisessa vä-

livarastointipaikassa on olemassa olevat tilat käytetyn ydinpolttoaineen varastoinnille, eikä välivarastointi edellytä uusien tilojen rakentamista. FiR 1 polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna Loviisassa tai Olkiluodossa muutoinkin varastoitavaan polttoaineeseen. Kun FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastointi toteutetaan asianmukaisin teknisin ratkaisuin tarkkojen selvitysten perusteella, ei tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia eivätkä vaikutukset poikkea olemassa olevien välivarastojen vaikutuksista.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta Suomen kallioperään voi aiheutua vaikutuksia muun muassa kallion laajentumisena ja pohjaveden pinnan laskuna. Loppusijoitustilassa ydinvoimalaitoksen käytetyn polttoaineen jälkilämpö aiheuttaa kallion laajentumista (*Posiva Oy 2008 & 2012a*), mutta FiR 1 -polttoaineen jälkilämpö on merkityksetön verrattuna ydinvoimalaitosten polttoaineiden jälkilämpöön. Lisäksi kalliotiloihin vuotaa pohjavettä, joka pumpataan pois. Tällöin pohjaveden pinnan taso ympäristössä saattaa laskea. (*Posiva Oy 2008 & 2012a*)

Edellä kuvatut kallioperään ja pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset syntyvät joka tapauksessa Posivan loppusijoitustoiminnasta, riippumatta siitä siirretäänkö tutkimusreaktorin käytetty polttoaine loppusijoitettavaksi Olkiluotoon vai ei. Tutkimusreaktorin polttoaineen osuus Olkiluotoon suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmäärästä on erittäin pieni ja lisäksi loppusijoituksessa tulotaisiin ottamaan huomioon tutkimusreaktorin polttoaineen tietyt erityispiirteet, jotta pitkäaikaisturvallisuuden vaatimukset täyttyvät.

Purku- ja huoltojäte

Purku- ja huoltojätteen välivarastointia varten Loviisan vaihtoehdossa saatetaan joutua rakentamaan erillinen maanpäällinen tai kallioon louhittava varastotila. Uuden varastointitilan rakentamisella voi olla rakennustöistä johtuvia lieviä ja paikallisia vaikutuksia alueen maa- ja kallioperään. Pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia ei arvioida syntyvän. Muissa vaihtoehdoissa tutkimusreaktorin purku- ja huoltojäte välivarastoitaisiin olemassa oleviin tiloihin, eikä jätehuollolla näin arvioida olevan haittavaikutuksia välivarastointi- tai loppusijoitusalueiden maa- ja kallioperään tai pohjavesiin.

Tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen loppusijoitus voitaisiin toteuttaa Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosalueen kallioperään joko olemassa oleviin tai suunniteltuihin loppusijoitustiloihin. Loppusijoituksessa otetaan huomioon FiR 1 purkujätteen erityispiirteet siten, että loppusijoituksen turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Kun asianmukaiset tekniset ratkaisut toteutetaan, ei FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen välivarastoinnilla arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia maa- ja kallioperään tai pohjaveteen eikä vaikutusten arvioida poikkeavan nykyisten ydinvoimalaitosten purku- ja huoltojätteen loppusijoituksen vaikutuksista.

Mahdollisten onnettomuustilanteiden vaikutukset on esitetty luvussa 12.1.10.

12.1.8 Vaikutukset vesistöihin

Käytetty ydinpolttoaine

Loviisassa ja Olkiluodossa käytetty polttoaine välivarastoitaisiin olemassa olevissa tiloissa ydinvoimalaitosalueella sijaitsevassa välivarastossa. FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastointi toteutetaan asianmukaisin teknisin ratkaisuin tarkkojen selvitysten perusteella eikä tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla arvi-

oida olevan merkittäviä vesistövaikutuksia. FiR 1 ydinpolttoaineen pidempiaikaista vä-livarastointia voimalaitospaikoilla selvitetään ensisijaisesti kuivavarastointitavalla, josta ei synny päästöjä vesistöön.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta Olkiluotoon ei aiheudu vesistövaikutuksia (*Posiva 2008 & 2012a*). FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaineen osuus Olkiluotoon suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmäärästä on erittäin pieni ja lisäksi loppusijoituksessa tulnaisiin ottamaan huomioon tutkimusreaktorin polttoaineen tietyt erityispiirteet, jotta pitkäaikaisturvallisuuden vaatimukset täyttyvät.

Käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan tiiviissä B-tyyppin kuljetussäiliössä ja säteilyaltistus-ta aiheutuu ympäristöön käytännössä vain säiliön läheisyydessä. Säiliö on suunniteltu säilyttämään riittävä säteily suojaus myös liikenteellisissä kuljetusonnettomuustilanteis-sa. Maantiekuljetuksilla ei siten arvioida olevan vesistövaikutuksia ja korkeintaan vä-häisiä paikallisia vaikutuksia onnettomuustilanteissa vesistöjen välittömässä läheisyy-dessä. Myöskään merikuljetuksilla ei arvioida normaalitilanteessa aiheutuvan vesistö-vaikutuksia.

Purku- ja huoltojäte

Nestemäiset jätteet (hartsit) kuljetetaan tiiviissä pakkauksissa ja ne kiinteitetään joko Loviisassa tai Olkiluodossa ennen vä-livarastointia tai loppusijoitusta. Otaniemessä väli-varastoitaessa hartsi säilytetään tiiviissä pakkauksissa.

Varastointi- ja loppusijoitustiloihin vietävien jätepakkausten on oltava ehjiä ja hyväkun-toisia eikä niiden pinnalla saa olla irtoavaa kontaminaatiota. Purku- ja huoltojätteen vä-livarastoinnissa (Otaniemi, Loviisa tai Olkiluoto) kiinteät jätteet suojataan siten, että jät-teet ovat suojassa mahdollisilta vesivuodoilta. Näin ollen radioaktiivisia aineita ei va-paudu jätepakkausten ulkopuolelle eivätkä vä-livarastointi- tai loppusijoitustiloihin mah-dollisesti kertyvät vedet voi kontaminoitua radioaktiivisista aineista. FiR 1 purkujätteen erityispiirteet huomioidaan jätteen loppusijoituksessa siten, että niistä ei aiheudu vaiku-tuksia vesistöön.

12.1.9 Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen

12.1.9.1 Vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen

Käytetyn ydinpolttoaineen tai purku- ja huoltojätteen vä-livarastoinnilla tai loppusijoi-tuksella ei arvioida olevan vaikutuksia alueiden elinoloihin tai viihtyvyyteen, sillä toi-minnot tapahtuvat pääosin olemassa olevissa ja ilman tätäkin hanketta toteutuvien ra-kennusten tai rakenteiden sisällä. Lieviä hetkellisiä rakennustöistä johtuvia viihtyvyy-svaikutuksia voisi syntyä Loviisan purku- ja huoltojätteen vä-livarastointivaihtoehdossa, jos uusia tiloja rakennettaisiin.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksesta voi syntyä hetkellistä haittaa alueen liikenteelle kuljetuksen vaatimien erityisjärjestelyjen vuoksi, sillä kuljetus toteutetaan erikoiskulje-tuksena. Lisäksi purku- ja huoltojätteen kuljetuksista voi aiheutua vä-liaikaista hetkittäis-tä melua ja tärinää teiden välittömässä läheisyydessä.

Laivakuljetuksesta ei aiheudu haittaa laivareittien läheisyydessä asuville tai liikkuville ihmisille.

12.1.9.2 Vaikutukset terveyteen

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetuksilla, välivarastoinnilla tai loppusijoituksella ei arvioida olevan terveysvaikutuksia lähialueen ihmisiin normaalitilanteissa. Ydinjätehuoltovaihtoehtojen välillä ei ole eroa.

Ydinjätehuoltoketjun eri vaiheissa lähinnä käsittelyhenkilökunta voi altistua lievälle säteilylle. Jokaisessa vaiheessa huolehditaan siitä, että säteilyannokset pysyvät selvästi lainsäädännössä asetettujen enimmäisannosten alapuolella niin työntekijöiden kuin ympäristön eniten altistuvien yksilöiden kohdalla. Alla on kuvattu arvioidut säteilyannokset kuljetus-, välivarastointi- ja loppusijoitustilanteissa.

Luvussa 11.9.3 on esitetty yleistä tietoa säteilystä ja sen vaikutuksista ihmisten terveyteen.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus

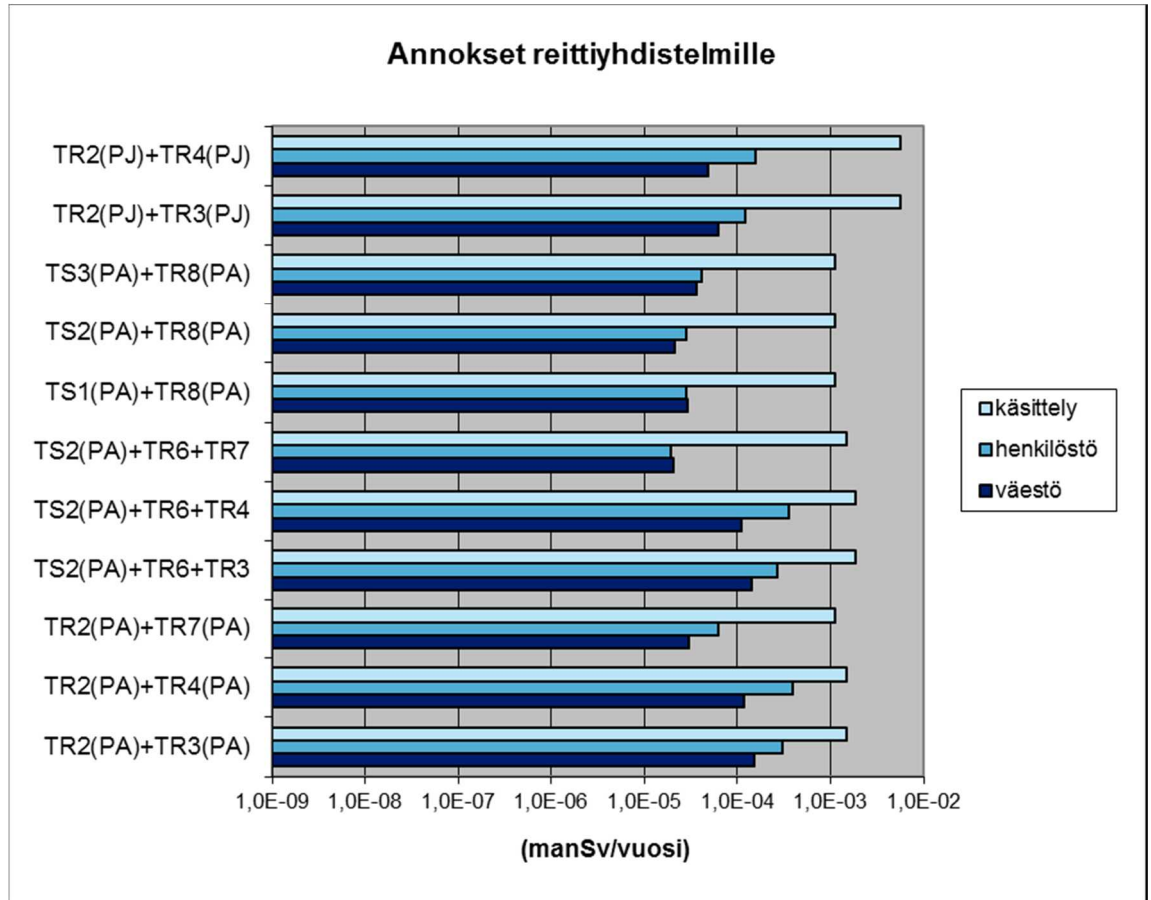
Eri kuljetusvaihtoehdoille on suoritettu kuljetusriskitarkastelu (*Suolanen 2014*), jossa on selvitetty kuljetuksista aiheutuvat säteilyriskit. Tarkastellut reitit olivat maantie- ja merireittejä tai näiden yhdistelmiä. Kuljetusreittien pituudet ja kuljetusajat on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 12-1).

Taulukko 12-1. Reittien pituudet ja kuljetusajat. Maantiekuljetusreiteillä TR1-TR4 on tarkasteltu sekä polttoainekuljetusta että purkujätteen kuljetusta.

Reitti	Pituus (km)	Kuljetusaika (h)
TR1, Maantiekuljetus Otaniemi - Olkiluoto	271	5,5
TR2, Maantiekuljetus Otaniemi - Loviisa	105	2,0
TR3, Maantiekuljetus Loviisa – Olkiluoto (rannikkoreitti)	381	7,7
TR4, Maantiekuljetus Loviisa – Olkiluoto (sisämaan reitti)	352	9,9
TS1, Maantiekuljetus Otaniemi – Kantvikin satama	32	0,6
TS2, Maantiekuljetus Otaniemi – Vuosaaren satama	30	0,6
TS3, Maantiekuljetus Otaniemi – Tolkkisten satama	56	1,0
TS4, Maantiekuljetus Otaniemi – Hangon satama	120	2,0
TR5, Merikuljetus satama – Olkiluoto	486	22,1
TR6, Merikuljetus satama – Loviisa	90	4,1
TR7, Merikuljetus Loviisa – Olkiluoto	576	26,2
TR8, Merikuljetus satama – Yhdysvallat ¹	8 000	364

1) valtamerikuljetuksen nopeus voi olla huomattavasti suurempi. Vertailtavuuden takia käytetty samaa nopeutta muiden merireittien kanssa.

Arvio normaalikuljetuksien säteilyannoksista eri reittiyhdistelmille on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 12-1). Reittiyhdistelmällä tarkoitetaan esimerkiksi kuljetusta Otaniemestä Loviisaan välivarastoitavaksi ja myöhemmin tapahtuvaa kuljetusta Loviisasta Olkiluotoon. Myös käytetyn polttoaineen kuljetus sataman kautta Yhdysvaltoihin eli maantie–merireitti muodostaa reittiyhdistelmän. Tarkastellut reitit ja niiden yhdistelmät on esitetty oheisissa taulukoissa (Taulukko 12-2 ja Taulukko 12-3).



Kuva 12-1. Arvio säteilyannoksista eri reittiyhdistelmistä väestölle, kuljetushenkilöstölle sekä polttoaineen kuljetussäiliön ja purkujätepakkausten käsittelijöille.

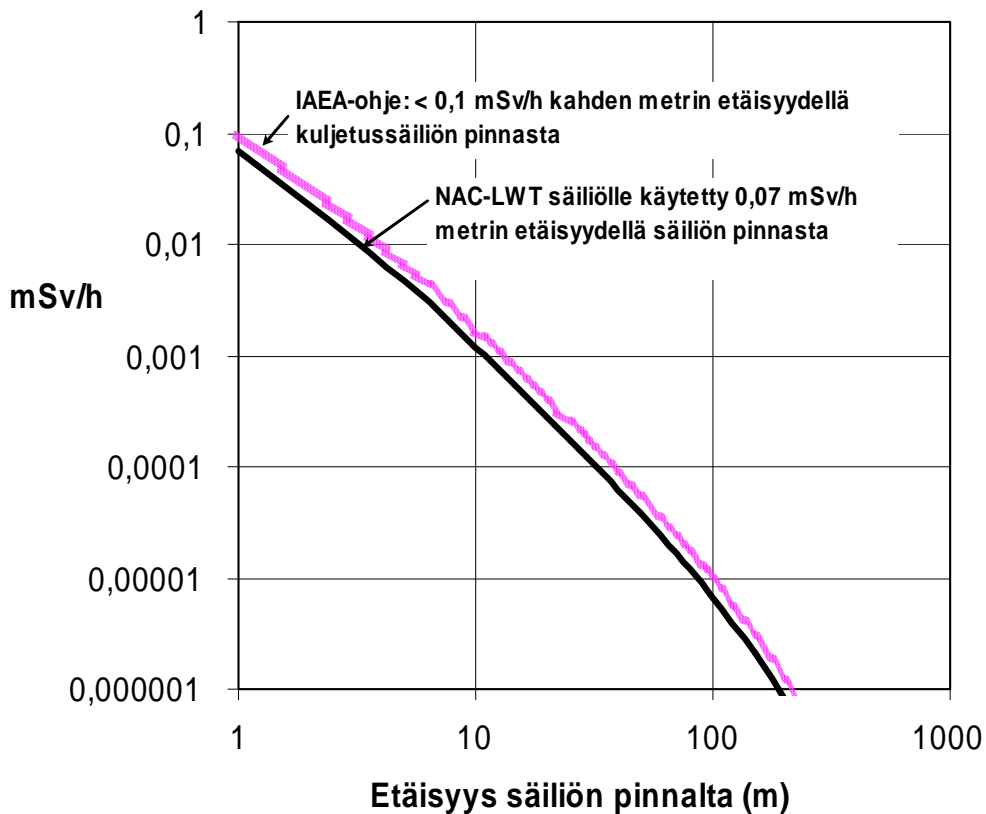
Taulukko 12-2. FiR 1 -polttoaineen kuljetusreittien lyhenteet.

Lyhenne	Reitti
TR2(PA)+TR3(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (rannikkoreitti)
TR2(PA)+TR4(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (sisämaan reitti)
TR2(PA)+TR7(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Loviisa + Merikuljetus Loviisa-Olkiluoto
TS2(PA)+TR6(PA)+TR3(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–satama + Merikuljetus satama-Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (rannikkoreitti)
TS2(PA)+TR6(PA)+TR4(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–satama + Merikuljetus satama-Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (sisämaan reitti)
TS2(PA)+TR6(PA)+TR7(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–satama + Merikuljetus satama-Loviisa + Merikuljetus Loviisa-Olkiluoto
TS1(PA)+TR8(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Kantvik + Merikuljetus Kantvik-Yhdysvallat
TS2(PA)+TR8(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Vuosaari + Merikuljetus Vuosaari-Yhdysvallat
TS3(PA)+TR8(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Tolkinen + Merikuljetus Tolkinen-Yhdysvallat
TS4(PA)+TR8(PA):	Maantiekulj. Otaniemi–Hanko + Merikuljetus Hanko-Yhdysvallat

Taulukko 12-3. FiR 1 -purkujätteen kuljetusreittien lyhenteet.

Lyhenne	Reitti
TR2(PJ)+TR3(PJ)	Maantiekulj. Otaniemi-Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (rannikkoreitti)
TR2(PJ)+TR4(PJ)	Maantiekulj. Otaniemi-Loviisa + Maantiekulj. Loviisa-Olkiluoto (sisämaan reitti)

FiR 1 käytetyn polttoaineen kuljetussäiliössä annosnopeudeksi metrin etäisyydellä säiliön ulkopinnasta on arvioitu konservatiivisesti 0,07 mSv/h, joka on selvästi alle tiukimman rajan arvosta 0,1 mSv/h kahden metrin etäisyydellä. Arvio perustuu FiR 1 polttoaineen kuljetussäiliöön lastattavan käytetyn polttoaineen kokonaisaktiivisuuteen (enintään noin 300 TBq) sekä muiden TRIGA-reaktoreiden käytetyn polttoaineen kuljetuksissa mitattuihin arvoihin vastaavanlaisessa kuljetussäiliössä, kuin mitä VTT tulee käyttämään. (Suolanen 2014)



Kuva 12-2. Annosnopeus kuljetussäiliön ulkopuolella.

Kuljetussäiliön ulkopuolella säteilyn intensiteetti pienenee etäisyyden kasvaessa ja noin 35 metrin päässä kuljetussäiliöstä ei enää aiheudu merkittävää lisäannosta väestölle verrattuna luonnon normaaliin taustasäteilyyn, mikä on noin 0,0001 mSv/h.

Käsittelijöiden ohella kuljetushenkilöstö saa yleensä hieman suuremman annoksen kuin mitä väestölle kertyy kuljetuksen aikana. Kuljetuspakkausten käsittelijöille aiheutui enimmillään $2,8 \times 10^{-3}$ manSv annos purkujätteen käsittelystä. Tarkastelluista reiteistä suurin väestöannos $1,2 \times 10^{-4}$ manSv aiheutui pisimmällä maantiekuljetuksen reitillä

polttoainekuljetuksessa Loviisan ydinvoimalaitoksen alueelta Olkiluotoon. Otaniemestä satamaan aiheutui väestölle noin annos 2×10^{-5} manSv ja merikuljetuksesta Yhdysvaltoihin noin 6×10^{-7} manSv väestöannos.

Väestöannos on sitä suurempi mitä pidempi on matka, mitä suurempi on väestötiheys ja mitä suurempi on liikennetiheys (henkilöt altistuvat hetkellisesti kuljetuksen sivuuttavissa ajoneuvoissa). Kuljetushenkilöstön annos on suoraan verrannollinen kuljetuksen keston. Satamiin suuntautuvat lyhyehköt reitit kulkevat taajama-alueiden, suuren liikennevirran ja tiheän asutuksen kautta ja väestölle aiheutuva kokonaisannos muodostuu tällöin poikkeuksellisesti hieman suuremmaksi kuin kuljetushenkilöstön annos.

Kaikilla tarkastelluilla reiteillä kuljetuspakkausten käsittelijöille aiheutuivat suurimmat annokset. Pienimmät kollektiiviset säteilyannokset aiheutuivat useimmilla reiteillä väestölle. Kuitenkin lyhyillä reiteillä taajama-alueilla väestö sai hieman suuremman annoksen kuin kuljetuksen henkilöstö. Väestölle ja kuljetushenkilöstölle aiheutuva säteilyannos on suoraan verrannollinen altistusajaan eli kuljetun matkan pituuteen, jos kuljetusnopeus on sama. Maantiekuljetusten väestöannokset ovat merkittävästi suuremmat kuin merikuljetuksissa, koska merellä ei saaristoalueita lukuun ottamatta ole altistuvaa väestöä tai läheltä sivuuttavia muita aluksia matkustajineen. Merikuljetuksiin voi kuitenkin liittyä muita riskejä, kuten tulipalo, ulkoiset uhkatekijät tai mahdollinen laivan uppoaminen.

Häiriötilanteissa ei aiheudu kuljetuksista väestölle merkittävää lisäannosta mikäli oleskellaan riittävän kaukana kuljetussäiliöstä ja purkujätepakkauksista häiriötilanteen aikana.

Yhteenvedon voidaan todeta, että säteilyturvallisuuden näkökulmasta FiR 1 käytöstäpoiston kuljetuksista ei aiheudu väestölle vaaraa ja myöhemmin ilmenevien vakavien terveyshaittatapausten esiintymisen riski on häviävän pieni.

Purku- ja huoltojätteen kuljetukset

Purku- ja huoltojätteen normaalikuljetuksissa säteilyn annosnopeuden suuruus kuljetuskontin ulkopinnalla on konservatiivisesti arvioiden noin seitsemäsosa verrattuna polttoainesäiliön ulkopuolella vallitsevaan säteilytasoon. Matala-aktiivista purkujätettä sisältävä kontti on säteilylähteenä kuitenkin huomattavasti pidempi (vähintään kolminkertainen pituus) kuin on aktiivisen polttoainepatsaan muodostama lähde kuljetussäiliön sisällä. Pienemmästä ulkoisesta säteilytasosta johtuen, purkujätteenkuljetuksen henkilöstölle ja väestölle aiheutuu tehtyjen laskelmien mukaan noin 60 prosenttia pienempi säteilyannos verrattuna polttoainekuljetukseen samalla reitillä.

Välivarastointi ja loppusijoitus

Käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastoinnissa huolehditaan, että säteilyannokset pysyvät selvästi lainsäädännössä asetettujen enimmäisannosten alapuolella niin työntekijöiden kuin ympäristön eniten altistuvien yksilöiden kohdalla. Väestön eniten altistuville yksilöille keskimäärin aiheutuva vuosiansa ei ylitä arvoa 0,01 mSv (YVL D.4).

Purku- ja huoltojätteiden pakkausten loppusijoittamisesta ei aiheudu loppusijoituslaitokselle sovellettavia annosrajoituksia ylittävää säteilyaltistusta, kun otetaan huomioon sekä tutkimusreaktorista että muista ydinvoimalaitosyksiköistä peräisin olevien laitos- ja purkujätteiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrät.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa noudatetaan ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusvaatimuksia (736/2008). Turvallisuusvaatimuksissa on määritelty yksilöllle sallittavan vuotuisen säteilyannoksen ja keskimääräisten aktiivisuuspäästöjen rajoitusten avulla. Kapselointi- ja loppusijoituslaitos ja niiden käyttö suunnitellaan siten, että (Posiva 2014):

- laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein ja niin, ettei säteilyasetuksessa (1512/1991) säädettyjä enimmäisarvoja ylitetä
- laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi,
- odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 0,1 millisieverttiä (mSv),
- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 1 mSv luokan 1 oletetun onnettomuuden sattuessa,
- oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomille ihmisille aiheutuva efektiivinen vuosiannos jää alle arvon 5 mSv luokan 2 oletetun onnettomuuden sattuessa.

Tutkimusreaktorin ja muiden ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta ei aiheudu loppusijoituslaitokselle sovellettavia annosrajoituksia ylittävää säteilyaltistusta, kun otetaan huomioon edellä kuvatut suunnitteluperusteet.

12.1.10 Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

12.1.10.1 Säteilyonnettomuudet

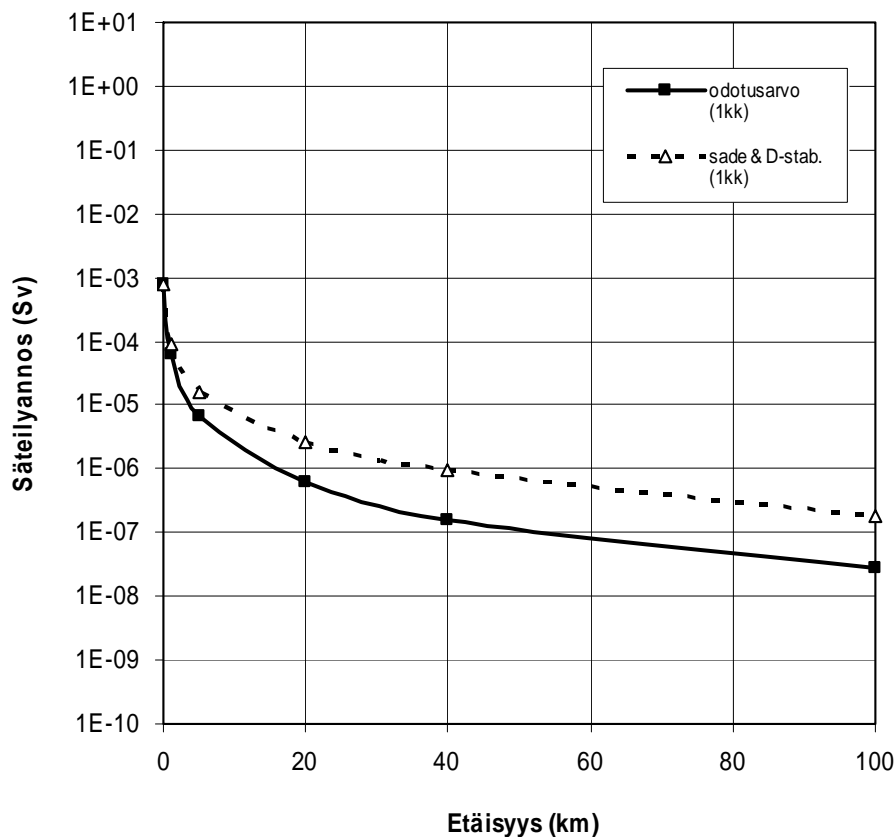
Kuljetukset

Normaalikuljetuksissa aiheutuvat säteilyannokset jäävät väestön altistuksen kannalta turvallista 1 mmanSv tasoa pienemmäksi. Häiriö- ja onnettomuustilanteissa vältyttäisiin pahimmissakin skenaarioissa välittömiltä terveysvaikutuksilta. Pessimistiset ja erittäin konservatiiviset pitkän ajan altistuksen tarkastelutkaan eivät tuoneet esille kohonnutta terveysriskiä ympäristön väestölle. Alla on kuvattu sekä FiR 1 -tutkimusreaktorin maantie- että merikuljetusten onnettomuuksien laskennallisesti arvioidut säteilyvaikutukset.

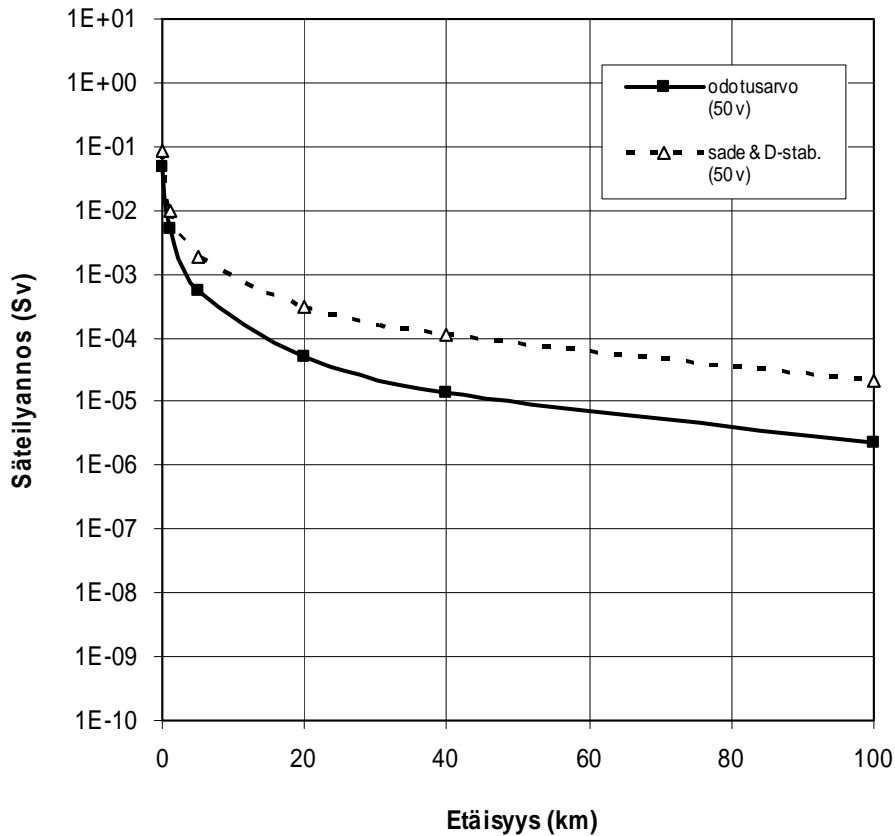
Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa käytettävälle säiliöille (B-tyyppi) asetetaan erittäin tiukat tiiveysvaatimukset ja säiliöiden tulee säilyä ehyenä liikenteellisiä onnettomuuksia ja törmäyksiä jäljittelevissä testeissä (ks. luku 6.2.1). Kuljetussäiliön seinämä tehdään rakenteellisesti tukevaksi ja sen tulee myös vaimentaa polttoaineesta emittoituvan säteilyn intensiteetti säiliön ulkopuolella riittävän alhaiselle tasolle. Kuljetussäiliö on myös suunniteltu kestäämään mahdollisen tulipalon kuumentava vaikutus vähintään puolen tunnin ajan, jonka kuluessa palo yleensä onnistuttaisiin sammuttamaan tai palava aine loppuisi ja palo sammuisi itsestään.

Perusoletuksena on, että maantiekuljetusten mahdollisten liikenteellisten onnettomuuksien seurauksena kuljetussäiliö pysyy ehyenä eikä radioaktiivisia aineita pääse vapautumaan säiliöstä ympäristöön, vaikka polttoainesauvat säiliön sisällä voivat vaurioitua mahdollisen törmäyksen seurauksena.

Ympäristövaikutusten arvioinnin erillisselvityksessä (*Suolanen 2014*) on tarkasteltu kuviteltua polttoaineen maantiekuljetuksen onnettomuustilannetta, jossa esimerkiksi viisi prosenttia (1,35 TBq) kuljetussäiliön sisältämästä Cs-137 aktiivisuudesta vapautuisi säiliöstä ympäristöön. Tällaisenkaan kuvitellun tilanteen seurauksena ympäristön väestölle ei aiheutuisi välittömiä terveysvaikutuksia. Oheisissa kuvissa (Kuva 12-3 ja Kuva 12-4) on esitetty edellä mainitun kuvitellun päästön kaikista leviämistilanteista lasketun yksilöannoksen odotusarvo ja toisaalta yksittäisen leviämistilanteen (ilmakehän D stabiilius, tuulennopeus 5 m/s, sade) annos etäisyyden funktiona, kun annoksen integrointiaika on joko yksi kuukausi (välittömien vaikutusten arviointi) tai 50 vuotta (pitkällä aikavälillä konservatiivisesti kertyvä annos). Kuvat havainnollistavat yksittäisen leviämistilanteen aiheuttaman annoksen käyttäytymistä verrattuna keskimääräiseen, kaikki leviämistilanteet sisältävään annokseen. Kuukauden kuluessa kertyvä annos tilanteesta (D, 5 m/s, sade) on suurempi kuin keskimääräinen arvo kuvassa 21, samoin 50 vuoden kuluessa (Kuva 12-4). (*Suolanen 2014*)



Kuva 12-3. Säteilyannos tarkastellussa päästötapauksessa, kun annoksen integrointiaika on yksi kuukausi.



Kuva 12-4. Säteilyannos tarkastellussa päästötapauksessa, kun annoksen integrointi-aika on 50 vuotta.

Liikenneonnettomuuden tai kuljetuskalustoon kohdistuneen teknisen vian aiheuttaman häiriötilanteen takia käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliötä ei voida aina heti siirtää, jolloin paikallaan olevan kuljetussäiliön ympärillä vallitseva säteilykenttä altistaa ulkoisesti henkilöstöä ja väestöä pidempään. Oheisessa taulukossa (Taulukko 12-4) on esitetty hyvin konservatiiviset arviot ulkoisen säteilyaltistuksen määrästä kahdella altistusetäisyydellä ja -ajalla.

Taulukko 12-4. Polttoaineen kuljetussäiliöstä yksilölle ja väestöryhmälle aiheutuva ulkoinen säteilyannos konservatiivisesti arvioituna.

Altistusaika	1 henkilö etäisyydellä 1 m säiliöstä (mSv)	50 henkilöä etäisyydellä 30 m säiliöstä (mmanSv)
1 tunti	0,07	0,0058
1 vuorokausi	1,7	0,14

Häiriötilanteessa tunnin työskentely polttoainesäiliön tuntumassa ei aiheuttaisi merkittäviä säteilyvaikutuksia työntekijöille. Yksittäiselle henkilölle arvioitu säteilyannosmäärä 0,07 mSv ja kollektiivinen arvioitu annos yhteensä lähistöllä oleville henkilöille olisi 0,0058 mmanSv, joka ei kummassakaan tapauksessa lisää syöpäriskiä. Vuorokauden mittainen oleskelu metrin etäisyydellä nostaisi jo säteilyannosta yhden henkilön kohdalla 1,7 mSv:n, joka lisää jo vuosittaista normaalia säteilyannoksen määrää (3,2 mSv) merkittävästi. Säiliön läheisyydessä turhaa oleskelua tulisi häiriötilanteissa rajoittaa,

mutta tilanteen korjaustoimenpiteitä varten tarvittavat toimenpiteet voidaan tehdä ilman lisäsuojauksia.

Purkujätteen betonissa aktiivisuuden pääosa muodostuu betahajoavista Ca-45 ja Fe-55 nuklideista sekä gammalähteistä Co-60 ja Mn-54. Näiden aineiden höyrystyminen vaatii korkean lämpötilan. Mikäli purkujätteen kuljetusajoneuvo törmäisi palavaa nestettä kuljettavaan säiliöautoon niin purkujätebetonin pinnalle valunut tai roiskunut neste ei palaessaan todennäköisesti kuitenkaan pystyisi vapauttamaan yllä mainittuja radionuklideja betonin pintakerroksista eikä radioaktiivista päästöä syntyisi aineiden korkeiden höyrystymislämpötilojen takia. Purkujätteen mukana voisi ajatella olevan myös aktiivisempia, korkeamman annosnopeuden metalliosia, jotka onnettomuustilanteessa voivat aiheuttaa lisäsuojauksia vaativan toimenpiteen.

Liikenteellisissä häiriötilanteissa purkujättekuljetus aiheuttaisi pysähtyessään ympäröivälle väestöryhmälle suuruusluokaltaan samantasoisien säteilyaltistuksen kuin polttoainekuljetus (Taulukko 12-4).

Merikuljetuksessa mahdollisia onnettomuustilanteita olisivat esimerkiksi törmäykset muiden alusten, kuten säiliö- tai matkustajalajivojen kanssa. Näihin tilanteisiin liittyy tulipalon sekä uppoamisen riski. Kuljetusaluksen törmäys satamarakenteisiin on myös mahdollista. Maalla tapahtuviin onnettomuuksiin verrattuna laivaonnettomuuksissa mahdollisesti altistuva väestö on kuitenkin huomattavasti kauempana.

Tulipalon seurauksena B-tyypin kuivan säiliön sisälämpötila nousee enintään noin tasolle 300 °C (Lautkaski 2003). Palo voi olla pitkäkestoinen. Kuljetussäiliön tulisi säilyä tiiviinä, mutta pessimistisessä tarkastelussa voi olettaa, että pitkäikäisiä jalokaasuja ja I-129 nuklidia vapautuisi säiliöstä. Meriveteen vapaututtuaan pitoisuudet laimenevat nopeasti ja jalokaasut siirtyisivät vähitellen vedestä ilmakehään. Mikäli kaikki kuljetussäiliön I-129 aktiivisuus vapautuisi ja jäisi aluksen lähistön meriveteen (noin 4000 m³ vesitiilavuuteen), aiheutuisi tästä enimmäispitoisuudet noin 2 Bq/litra-vettä ja siinä pitkään oleskelevaan kalaan teoriassa noin 65 Bq/kg-kalaa. Kontaminoituneen kalan syönnistä näin laskien aiheutuva säteilyannos ihmiselle olisi vain noin 5 µSv/(1 kg kalaa).

Todellisessa onnettomuustilanteessa olisi käytettävissä valtava laimennustilavuus ja jatkuva veden vaihtuvuus, jolloin meriveteen mahdollisesti onnettomuuden seurauksena vapautuva jodi ei aiheuta lisäystä ympäristön luonnollisiin säteilylähteisiin ja -kertymään verrattuna.

Välivarastointi

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen purku- ja huoltojätteen käsittelyssä voimailaitosalueella tarkastellaan joitakin poikkeus- ja onnettomuustilanteita, joista voi aiheutua säteilyvaaraa. Säteilyvaaraa aiheuttavat tapahtumat huomioidaan kunkin välivarastointivaihtoehdon toiminnassa ja niitä käsitellään kattavasti Säteilyturvakeskukselle tehtävissä turvallisuusselvityksissä. Säteilyvaaraa aiheuttavia laskennalla tarkasteltavia tapahtumia ovat muun muassa:

- Palava aine tai sähkövika aiheuttaa tulipalon tai räjähdyskäsittelytiloissa, jonka seurauksena radioaktiivista materiaalia pääsee leviämään ympäristöön
- Luonnonilmiön tai laitoksen sisäisen käyttötoiminnan aiheuttama tulviminen leviättää radioaktiivisia aineita ympäristöön

- Radioaktiivisen jätteen säiliön tiiveys pettää esimerkiksi voimakkaan vaurioittamisen seurauksena, jolloin radioaktiivista materiaalia voi päästä leviämään laitosalueelle
- Työntekijä viipyy tarkoituksettomasti säteilevissä tiloissa ja saa ohjeavtot ylittävän säteilyannoksen.

Ydinvoimalaitosten matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitustiloissa ainoastaan sellaisella tulipalolla voisi olla vaikutuksia ympäristöön, jossa jätetuotteiden radioaktiivisia aineita pääsisi varotoimista huolimatta leviämään.

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 pitkäaikaista varastointia vältetään, sekä tiloissa käytetään materiaaleja, jotka ovat pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä. Tiloihin asennetaan sekä palonilmaisinta että palonsammutusjärjestelmiä, joilla tulipalot voidaan havaita ja estää tilanteen kehittymistä vakavammaksi. Tiloissa on myös säteilymittausjärjestelmiä, joiden avulla mahdolliset häiriö- ja onnettomuustilanteet voidaan havaita. Useimmissa onnettomuustilanteissa päästöt rajoittuvat todennäköisimmin vain välivarastointialueelle eikä niillä ole merkittäviä ympäristövaikutuksia lähiympäristöön.

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. Voimalaitosalueilla on omat säteilysuojeluorganisaatiot, jotka opastavat laitosalueella työskenteleviä ja tekevät muita säteilysuojelutoimenpiteitä. Työntekijät perehdytetään onnettomuustilanteiden varalle oikeisiin menettelytapoihin.

Säteilyonnettomuudet välivarastoinnissa Otaniemessä ehkäistään säilyttämällä purku- ja huoltojäte kestävässä jätepakkausissa. Suurin osa jätteestä on kiinteää, mikä pienentää radioaktiivisten aineiden leviämisen riskiä merkittävästi. Tilat, joissa jätepakkaukset varastoidaan, pidetään lukittuna ja valvottuna. Ulkopuolisten tiloihin pääsemisen riskiä vähentää se, että varastoitua jätettä ei siirrellä eikä lisätä varastointitiloihin siirron jälkeen. Varastossa ei tulla säilyttämään mitään ylimääräisiä vaaraa (räjähdys, tulipalo) aiheuttavia materiaaleja. Vastaavasti kuten voimalaitoksilla, myös Otaniemen välivarastointivaihtoehdossa käytetään riittäviä turvallisuusjärjestelmiä ja työntekijöiden säteilysuojelusta huolehditaan.

Loppusijoitus

Suomalaisen Posivan suunnitteleman käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen häiriötilanteista merkittävimmiksi on arvioitu seuraavat (*Rossi & Suolanen 2013*):

- polttoainesauva on menettänyt tiiviytensä kuljetuksen aikana, eikä kuljetuspakkauksen tyhjentämisen aikana pakkaukseen vapautuneita radioaktiivisia aineita saada otettua talteen normaalilla tavalla,
- polttoaine-elementit voivat kolhiintua, jos polttoaineen käsittelylaitteet vikaantuvat tai suojuukset pettävät.

Radioaktiivisia aineita voi vapautua häiriötilanteissa, joissa yksi tai useampi polttoainesauva menettää tiiviytensä tai lämpötilan nousu lisää vapautumista yksittäisestä vuotavasta sauvasta. Yksittäisessä häiriötilanteessa eniten altistuvan väestöön kuuluvan hen-

kilön vuosittaiset säteilyannokset jäävät alle arvon 0,02 mSv. Häiriötilanteista aiheutuvat annokset jäävät siten selvästi pienemmiksi kuin asetuksen mukainen raja-arvo 0,1 mSv vuodessa. (*Rossi & Suolanen 2013*)

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon ainakin seuraavat oletetut onnettomuudet (*Rossi & Suolanen 2013*):

- kuljetussäiliö putoaa vastaanottotasolta siirtokäytävän lattiatasolle, polttoaine voi rikkoontua, mutta säiliö ei vuoda.
- kuljetussäiliön säteilysuojakansi putoaa säiliön luukusta siirtosäiliöön rikkoen samalla polttoainenippuja.
- polttoainenippu putoaa käsittelykammiossa toisen päälle, jolloin molempien kaikki sauvat rikkoontuvat.
- kapselihissi pettää ja loppusijoituskapseli putoaa hissikuiluun, kuilun pohjavaimentimen ansiosta kapselin vaurioituminen epätodennäköistä mutta polttoaine kapselin sisällä vaurioituu.

Näissä onnettomuustilanteissa polttoainesauvoista voi vapautua ilmaan kaasumaisten ja muiden ilmaan helposti vapautuvien aineiden lisäksi erikokoisia hiukkasia. Hiukkaset laskeutuvat muun muassa koosta riippuvalla nopeudella huonetilan pinnoille. Ydinpolttoaine ei kuumene näissä tilanteissa merkittävästi. Radioaktiiviset aineet vapautuvat oletetuissa onnettomuustilanteissa aluksi kapselointitiloihin tai hissikuiluun. Näistä tiloista poistuvan ilman suodatuksen oletetaan toimivan normaalisti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö- ja sulkemisvaiheen onnettomuustilanteissa radioaktiivisten aineiden arvioidaan pääsevän ympäristöön ensisijaisesti ilmaston kautta ja vain vähäisessä määrin laitoksesta poistuvien vesien mukana.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen täyttäessä turvallisuusvaatimukset radioaktiivisista aineista ei oletetuissa onnettomuuksissakaan aiheudu merkittäviä terveysriskejä ympäristön väestölle; ei käyttövaiheessa eikä sulkemisen yhteydessä. Oletettuja onnettomuuksia koskeva vuosiansosraja 1 mSv on vain kolmasosa luonnonsäteilystä, huoneilman radon mukaan lukien, suomalaiselle keskimäärin aiheutuvasta vuosittaisesta annoksesta, joka on noin 3,2 mSv.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos tulee olemaan rakenteeltaan sellainen, että ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkaille välitöntä terveydellistä vaaraa. Polttoaine-elementtejä käsitellään vain kapselointilaitoksen sellaisissa osissa, joiden seinämät on mitoitettu vaimentamaan polttoaineesta tuleva suora säteily vaarattomalle tasolle. Kapselointilaitoksen valvotun alueen ilmastointi voidaan onnettomuustilanteessa pysäyttää tai poistoilma voidaan johtaa suodatuksen kautta, jolloin mahdolliset ilmassa olevat vapautuneet radioaktiiviset aineet saadaan suodatettua hallitusti. Polttoaineen käsittelytiloihin onnettomuustilanteessa mahdollisesti joutuneet kiinteät ja nestemäiset radioaktiiviset aineet kerätään siivouslaitteilla talteen edelleen käsiteltäviksi. Onnettomuustilanteessa mahdollisesti rikkoutuvasta polttoaineesta vapautuvaa vähäistä määrää radioaktiivista kaasua, lähinnä kryptonin (jälkaasu), on kuitenkin vaikea ottaa talteen. (*Rossi & Suolanen 2013*)

Suomessa geologisen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden tulee perustua toisiaan varmistaviin vapautumisesteisiin siten, että yhden vapautumisesteen toimintakyvyn vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Vapautumisesteiden on tehokkaasti estettävä loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään vähintään usean tuhannen vuoden ajan. (VNA 736/2008 § 11)

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täytyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia, joita voivat olla esimerkiksi (Posiva 2012a):

- keskisyvän porakaivon tekeminen loppusijoituspaikalle,
- kallionäytekairaus tai poraus, joka osuu loppusijoituskapseliin,
- loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavat kallioliikunnot.

Posivan (2012a) pitkäaikaisturvallisuustarkastelujen mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle valtioneuvoston asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmilläänkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltitus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

12.1.10.2 Muut onnettomuustilanteet

Jätehuoltoketjun eri vaiheissa työturvallisuuteen liittyviä onnettomuuksia voisivat olla esimerkiksi raskaiden nostojen yhteydessä tapahtuvat häiriöt tai inhimilliset virheet. Jätehuoltoketjun eri vaiheissa tulee työskentelemään vain henkilöitä, jotka on koulutettu työturvallisuuteen ja omiin työtehtäviinsä liittyen. Myös henkilöpelastustoimet huomioidaan toiminnassa.

Muita mahdollisia onnettomuustilanteita voisi aiheuttaa esimerkiksi ympäröivien tilojen tulipalo. Tähän varaudutaan varastotilojen rakenteellisella palo-osastoinnilla.

12.2 Ydinjätehuollon ympäristövaikutukset Yhdysvalloissa

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset

Käytetyn ydinpolttoaineen merikuljetuksen säteilyriski on arvioitu luvussa 12.1.9.2. Merikuljetuksesta Yhdysvaltoihin on arvioitu aiheutuvan noin 6×10^{-7} manSv väestöannos (Suolanen 2014). Aiemmissä tutkimuksissa säteilyannokset käytetyn ydinpolttoaineen palautusten satamatoimintojen osalta on arvioitu olevan korkeintaan 0,00042 mmanSv säiliön käsittelystä ja siirrosta laivasta maakuljetusvälineeseen sisältäen annoksen tarkastajille, käsittelijöille ja ohjaushenkilöstölle satamassa (U.S.DoE 1996).

Merikuljetuksen jälkeen FiR 1 käytetyn polttoaineen kuljetus Yhdysvaltojen alueella tapahtuisi juna- tai maantiekuljetuksena lähtien todennäköisesti Etelä-Carolinasta ja jatkuen useiden osavaltioiden kautta Idaho National Laboratory (INL) -laitokselle.

NACin LWT-kuljetussäiliöllä tehdyistä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista on kertynyt kokemusta jo yli seitsemän miljoonaa säiliö-mailia (NAC 2014). Käytettyä polttoainetta ja korkea-aktiivista ydinjätettä on kuljetettu NACin säiliöillä yli 30 osavaltion kautta Yhdysvalloissa. Viimeisen 40 vuoden aikana on tehty tuhansia ydinvoiman tuotantoon liittyviä käytetyn polttoaineen kuljetuksia Yhdysvaltojen alueella ilman radioaktiivisia päästöjä ympäristöön tai muuta haittaa väestölle (NRC 2014). Tutkimuksissa on todettu käytetyn ydinpolttoaineen säiliön mitatun pinta-annosnopeuden olevan huomattavasti pienempi kuin viranomaisraja 0,1 mSv/h kahden metrin etäisyydellä (U.S.DoE 1996).

Säteilyturvaviranomainen U.S.NRC valvoo kuljetusten turvallisuutta mm. tarkastamalla ja myöntämällä kuljetusluvat säiliöille luvitusmenettelyssä, kuten NACin LWT-kuljetussäiliölle (NAC 2008).

FiR 1 käytetyn ydinpolttoaineen maakuljetusreitit pituudeksi Yhdysvalloissa muodostuu yli 2 000 kilometriä. Reitti kulkee enimmäkseen alueilla, jotka ovat harvaan asuttuja. Esimerkiksi Kalliovuorten alueella Idahossa asumistiheys on noin seitsemän henkilöä neliökilometrillä. Näin ollen käytetyn polttoaineen kuljetuksesta väestölle aiheutuva kollektiivinen säteilyannos jää pieneksi.

Myös kuljetushenkilöstön saama säteilyannos jää pieneksi, koska etäisyys säiliön ja henkilöstön välillä esimerkiksi junakuljetuksessa voi olla kymmeniä metrejä ja välissä on vielä säteilyn intensiteettiä vaimentavaa materiaalia. Eniten altistuvat säiliön käsittelyvaiheissa (lastaus, purku) työskentelevät henkilöt, joille aiheutuva säteilyannos on samaa suuruusluokkaa kuin Suomen alueen reittivaihtoehtojen yhteydessä arvioidut säteilyannoksetkin. Raide- ja maantieliikenteen reiteillä altistuvat sivuuttavissa junissa/autoissa olevat henkilöt hetkellisesti ohituksen aikana.

Yhdysvalloissa tapahtuvan kuljetuksen turvallisuus ei olennaisesti poikkea Suomessa suunniteltujen kuljetusten turvallisuustasosta. Kuljetusreitti ja mahdollisesti altistusaiakakin Yhdysvalloissa muodostuu pidemmäksi, mikä lisäisi sinänsä erittäin alhaisia väestön ja henkilöstön saamia säteilyannoksia, mutta ne jäävät selkeästi turvalliselle tasolle.

Käytetyn ydinpolttoaineen varastointi

Ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen palautuksen ympäristövaikutukset on arvioitu vuonna 1996 (U.S.DoE 1996), jolloin säteilyn vaikutukset työntekijöiden ja ympäristön asukkaiden terveyteen ja turvallisuuteen arvioitiin. Säteilyannokset välivarastointialueella työntekijöille ja väestölle arvioitiin olevan vaikutuksiltaan hyvin pieniä. Arvioinnissa tarkasteltiin muun muassa radioaktiivisen materiaalin päästöjä normaalikäytöstä ja käsittelystä sekä onnettomuustilanteissa.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa vuonna 1996 tutkittiin myös sosioekonomisia ja kulttuurillisia vaikutuksia sekä vaikutuksia maankäyttöön, geologiaan, ilman laatuun, veden laatuun, talouteen, työsuojeluun, meluun, liikenteeseen ja kuljetuksiin, laitoksiin sekä energian kulutukseen ja jätteiden käsittelyyn. Vaikutusten arvioinnin lopputulos oli, että ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn polttoaineen vastaanotto ei aiheuta merkittäviä vaikutuksia mihinkään näistä asioista. (U.S.DoE 1996)

Idaho National Laboratoryn laitospaikka sisältää laitoksia, jotka eivät millään tavalla liity ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn ja jotka tulevat olemaan toiminnassa koko palautusohjelman ajan (noin 40 vuotta). Vaikutukset toiminnoista, joita palautusohjelmasta aiheutuu, ovat kumulatiivisia alueella jo olemassa olevien ja suunniteltujen laitosten ja toimintojen vaikutusten kanssa. Näitä ovat esimer-

kiksi ympäristön kunnostaminen, jätteenkäsittelytoiminnot ja U.S.DoE:n muun käytetyn polttoaineen käsittely, jotka eivät ole yhteydessä ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn. Ulkomaisten tutkimusreaktoreiden käytetyn ydinpolttoaineen vaikutukset kokonaisvaikutuksista ovat vähäiset. (*U.S.DoE 1996*)

Palautettavien polttoaineiden ympäristövaikutukset on arvioitu kokonaisuudessaan vähäisiksi (*U.S.DoE 1996*). Kun otetaan huomioon, että FiR 1 polttoainemäärän osuus koko palautettavasta polttoainemäärästä on hyvin pieni, ei FiR 1 -tutkimusreaktorin polttoaineen palautuksesta Yhdysvaltoihin arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia.

12.3 Valvonnasta vapautuksen vaikutukset

Valvonnasta vapauttaminen tarkoittaa aktiivisuudeltaan vähäisten FiR 1 -tutkimusreaktorin rakennemateriaalien sekä käyttö- ja huoltojätteiden luokittelua huolellisen mittaamisen perusteella tavanomaiseksi jätteeksi tai kierrätettäväksi uusiokäyttöön. Tavanomaiseksi luokiteltava jäte toimitetaan laatunsa ja jätelainsäädännön edellyttämällä tavalla käsiteltäväksi ja loppusijoitettavaksi tai hyödynnettäväksi sellaiselle toimijalle, jolla on toimintaan tarvittavat luvat. Asianmukaisesta jätehuollosta ja materiaali-hyötykäytöstä ei synny merkittäviä ympäristövaikutuksia.

13**NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUKSET**

Nollavaihtona on hankkeen toteuttamatta jättäminen, jolloin tutkimusreaktorin käyttö jatkuisi. Käytön jatkaminen merkitsee, että ympäristön tila ja siihen kohdistuvat vaikutukset vastaavat nykyisen kaltaista tilannetta, kun tutkimusreaktori on toiminnassa. Ydinjätehuolto nykyisillä ydinvoimalaitosalueilla ja suunnitelluilla loppusijoituspaikoilla toteutuisi nykyisten suunnitelmien mukaisesti.

Nollavaihtoehdossa käytöstäpoisto ja muut ydinjätehuollon toimenpiteet tapahtuisivat kuitenkin myöhemmin tulevaisuudessa. Näiden vaikutukset eivät oleellisesti eroa tässä YVAssa esitetyistä vaikutuksista.

14 YHTEISVAIKUTUKSET

Otaniemen alueen merkittävä infrastruktuuriin kohdistuva hanke on Länsimetron rakentaminen, joka on käynnissä alueella. Urakoitsijana toimii YIT Rakennus Oy. Urakkaan kuuluu aseman, työtunnelin, pääsisäänkäynnin ja Tietotien sisäänkäynnin rakentaminen. Louhintaurakka on alueella saatu päätökseen. Arvion mukaan hanke valmistuu vuonna 2015. (*Länsimetro 2014*) Hankkeella ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kanssa, sillä tutkimusreaktorin purkaminen ja siihen liittyvät kuljetukset on suunniteltu tapahtuvan vasta vuoden 2016 jälkeen.

VTT:n Ydinturvallisuustalon rakentamisen Kivimiehentielle on alkanut 2014 ja rakennus valmistuu vuonna 2016. Rakennus on noin 700 metrin etäisyydellä reaktorirakennuksesta. Hankkeella ei arvioida olevan yhteisvaikutuksia tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kanssa, sillä se valmistuu ennen käytöstäpoistotoimenpiteiden aloittamista.

Reaktorin välittömässä läheisyydessä ei ole lähivuosina alkamassa merkittäviä rakennushankkeita.

15 YHTEENVETO JA VERTAILU

15.1 Yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu

Hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella voidaan todeta, ettei hankkeella ole merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Lähinnä ympäristövaikutuksia voisi syntyä reaktorin purkutoimenpiteiden aikana hyvin epätodennäköisesti syntyvissä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Mahdollisessa onnettomuustilanteessa kaasumaista radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan ympäristöön, mutta silloinkin säteilyvaikutukset ovat arvion mukaan hyvin vähäisiä ja rajautuvat pienelle alueelle. Vaikutukset kohdistuisivat lähinnä purkutöihin osallistuvaan henkilökuntaan.

Hankkeen päävaihtoehtojen (VE1: välitön purkaminen ja VE2: viivästetty purkaminen) välillä ei ole merkittäviä eroja, sillä purkamismenetelmät ovat samat toteutetaan käytöstäpoisto välittömästi tai viivästetysti. Näin ollen myös ympäristövaikutukset ovat samankaltaisia molemmissa vaihtoehdoissa. Säteilyturvallisuuden kannalta ei TRIGA-tyyppisillä tutkimusreaktoreilla ole havaittu eroja välittömän ja viivästetyn purkamisen välillä.

Käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehtojen välillä ei ole merkittäviä eroja syntyvissä ympäristövaikutuksissa. Vaihtoehtojen toteutettavuuteen vaikuttaa lähinnä luvitukseen liittyvät seikat ja hankkeiden aikataulujen yhteensopivuus.

Käytetty ydinpolttoaine

VTT on valmistellut käytetyn ydinpolttoaineen palautusta Yhdysvaltoihin (A1) pääasiallisena jätehuoltovaihtoehtona. Palautusohjelman mukaisesti Yhdysvaltojen energiaministeriö ottaa vastaan TRIGA-polttainetta ja varastoi sen Idaho National Laboratory (INL) -laitoksella. Yhdysvaltojen satamatoimintojen, maakuljetusten tai välivarastoinnin osalta kaikki ympäristövaikutukset on arvioitu vähäisiksi. Palautus edellyttää erillistä sopimusta Yhdysvaltojen energiaministeriön kanssa, jonka lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskevien kuljetusjärjestelyjen yksityiskohdista ja aikataulusta on sovittava.

Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomessa (A2) Olkiluodossa ei merkittävästi lisäisi Posiva Oy:n suunnitteleman loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä syntyviä ympäristövaikutuksia. Tutkimusreaktorin polttoaineen osuus Olkiluotoon suunnitellusta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusmäärästä on erittäin pieni ja lisäksi loppusijoituksessa tultaisiin ottamaan huomioon tutkimusreaktorin polttoaineen tietyt erityispiirteet, jotta pitkäaikaisturvallisuuden vaatimukset täytyvät. Loppusijoitus Olkiluodossa edellyttäisi täsmennettyä sopimusta Posiva Oy:n kanssa ja teknisiä selvityksiä, sillä FiR 1 -tutkimusreaktorin ydinpolttoaine poikkeaa koostumukseltaan ja mitoiltaan ydinvoimalaitosten käytetystä polttoaineesta ja vaatii erilaisia käsitteilymenetelmiä. Lisäksi toteutus vaatisi Posivaa koskevan valtioneuvoston tekemän ja eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen laajentamista siten, että se koskisi myös tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen loppusijoitusta Olkiluodossa.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointivaihtoehtojen (Loviisa tai Olkiluoto) välillä ei arvioida olevan eroja ympäristövaikutuksissa. FiR 1 polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö ovat erittäin vähäisiä verrattuna Loviisassa tai Olkiluodossa muutoinkin varastoitavaan polttoaineeseen. Kun FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastointi toteutetaan asianmukaisin teknisin ratkaisuin tarkkojen selvitysten perusteella, ei

tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen varastoinnilla arvioida olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia eivätkä vaikutukset poikkea olemassa olevien välivarastojen vaikutuksista. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi (Loviisa tai Olkiluoto) edellyttää sopimusta kyseessä olevan voimayhtiön kanssa, yksityiskohtaista varastointisuunnitelmaa aikatauluineen sekä tarvittavien lupien hankintaa.

Purku- ja huoltojäte

FiR 1 purkujäte poikkeaa suomalaisten ydinvoimalaitosten purkujätteestä erityisesti sen sisältämien alumiinin ja grafiitin osalta. Purkujätteen erityispiirteillä on merkitystä lähinnä jätteen loppusijoitusolosuhteissa ja jätteen turvallinen loppusijoitus edellyttää lisäselvityksiä. Osa purkujätteestä voidaan viedä ulkomaille käsiteltäväksi ennen välivarastointia ja loppusijoitusta Suomessa. Käsittelyn tarkoituksena on muuttaa jäte helpommin käsiteltävään ja loppusijoitettavaan muotoon.

Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Olkiluodossa (B1) tai Loviisassa (B2) tapahtuisi olemassa olevilla ydinvoimalaitosalueilla ja pääosin olemassa olevissa tai ilman tätäkin hanketta toteuttavien rakennusten tai rakenteiden sisällä olevissa toiminnoissa. FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen loppusijoitus ei lisää tai muuta näiden toimintojen ympäristövaikutuksia, kun jätteiden erityispiirteet otetaan huomioon loppusijoitusratkaisussa.

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi ei missään vaihtoehdossa aiheuta merkittäviä ympäristövaikutuksia. Olkiluodossa purku- ja huoltojäte voidaan varastoida olemassa olevissa tiloissa. Loviisan vaihtoehdossa saatetaan joutua rakentamaan erillinen maanpäällinen tai kallioon louhittava varastotila. Rakennustöistä voisi aiheutua lähinnä paikallisia ja tilapäisiä vaikutuksia. Purku- ja huoltojätteen Otaniemen välivarastointivaihtoehto VTT:n käytössä olevissa maanalaisissa tutkimustiloissa ei edellytä merkittäviä rakennustöitä eikä siitä aiheudu rajoituksia tutkimustilojen muulle käytölle. Otaniemen välivarastoinnilla ei ole vaikutuksia ympäristöön eikä alueen maankäyttöön.

FiR 1 -tutkimusreaktorin purku- ja huoltojätteen sijoittaminen Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosalueille vaatisi ydinvoimalaitosten käyttö lupiin muutosta, sillä laitoksilla nykyiset käyttöluvut mahdollistavat vain voimalaitoksella tuotettujen ydinjätteiden varastoinnin, käsittelyn ja loppusijoituksen alueella. FiR 1 purku- ja huoltojätteen luvitus voitaisiin toteuttaa voimalaitosten tulevien lupamuutosten yhteydessä. Loviisa 1 ja 2 -laitosten nykyiset käyttöluvut ovat voimassa vuoteen 2027 ja 2030. Loviisan käyttöluvan mukaan laitoksella saa välivarastoida ja loppusijoittaa tarpeen mukaan vähäisiä määriä muusta kuin Loviisan voimalaitosalueen toiminnasta syntyneitä jätteitä. Olkiluoto 3 -laitoksen käyttöönoton seurauksena jätekertymä usealta laitokselta voi aiheuttaa tarpeen laajentaa VLJ-luolaa arviolta 2030-luvulla, minkä yhteydessä myös FiR 1 -jätteet voitaisiin luvittaa. Yhteistyön ja aikataulun suunnittelussa olennaisia ovat erilaiset lupaprosessit jätteiden välivarastointia ja loppusijoitusta varten sekä lain ja YVL-ohjeiden vaatimukset jättepakkauksille ja tiloille. Valmistelutyön laajuus riippuu toteuttavasta vaihtoehdosta ja on raskaampi, jos esimerkiksi täysin uusia tiloja välivarastoinnille rakennetaan. Otaniemen välivarastointitilan luvitus määritettäisiin tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvän käyttöluvan ehtojen muutoksen yhteydessä.

Purku- ja huoltojätteen osittainen vapautus valvonnasta (B3) tarkoittaa jätteiden luokitteleva tavanomaiseksi jätteeksi ja käsittelyä tai hyötykäyttöä tavanomaisen jätteen tavoin. Asianmukaisesta jätehuollosta ja materiaalihyötykäytöstä ei synny merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Kuljetukset

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kuljetuksista väestölle ja kuljetushenkilöstölle aiheutuva säteilyannos on suoraan verrannollinen altistusaikaan eli kuljetun matkan pituuteen, jos kuljetusnopeus on sama. Maantiekuljetusten väestöannokset ovat merkittävästi suuremmat kuin merikuljetuksissa. Käytetyn ydinpolttoaineen eri reittivaihtoehtoista suurin väestöannos aiheutui pisimmällä maantiekuljetuksen reitillä polttoainekuljetuksessa Loviisan ydinvoimalaitoksen alueelta Olkiluotoon. Purku- ja huoltojätekuljetuksen henkilöstölle ja väestölle aiheutuu tehtyjen laskelmien mukaan noin 60 prosenttia pienempi säteilyannos verrattuna polttoainekuljetukseen samalla reitillä. Yhteenvetona voidaan todeta, että säteilyturvallisuuden näkökulmasta FiR 1 käytöstäpoiston kuljetuksista ei missään vaihtoehdossa aiheudu henkilöstölle tai väestölle vaaraa ja myöhemmin ilmenevien vakavien terveystapausten esiintymisen riski on häviävän pieni.

15.2 Merkittävyyden arviointi ja arvioinnin epävarmuudet

Kaikki hankkeen toteutusvaihtoehdot ovat ympäristövaikutusten kannalta toteuttamiskelpoisia. Ympäristövaikutusten arvioinnissa hankkeen toteutusvaihtoehtojen ei todettu aiheuttavan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, ettei niitä voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Samoin käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia. Arviointimenetelmien kuvauksen yhteydessä on arvioitu myös niihin liittyviä epävarmuuksia. Tiedon puutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta selvitystyössä. 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.

HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA LIEVENTÄMINEN

Hankkeen haittojen ehkäisemisen ja lieventämisen keinoja on esitetty hankkeen teknisessä kuvauksessa sekä osittain myös vaikutusarviointiosioissa. Yhteenvedo merkittävimpien vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinoista on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 16-1).

Taulukko 16-1. Hankkeen haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen.

Käytöstäpoiston vaihe	Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen
Purkaminen	<p>Tutkimusreaktorin purkamisen yhteydessä huolehditaan työn säteily-suojelusta noudattaen samankaltaisia menettelytapoja kuin ydinvoimalaitoksen vuosihuollossa. Työntekijät ohjeistetaan ja työssä käytetään asianmukaisia työntekijöiden suoja-asuja sekä kuulo- ja hengityssuojaimia.</p> <p>Purkuvaiheessa mahdollisesti ilmaan vapautuvien radioaktiivisten aerosolihiukkasten leviäminen reaktorirakennuksen tilassa ja pääsy ulos estetään. Järjestelyille asetettavat vaatimukset riippuvat purkutöihin valittavista leikkaus- ja paloittelumenetelmistä. Lähtökohtana työmenetelmiä valittaessa on, ettei radioaktiivisia aineita pääse missään vaiheessa leviämään ilmaan. Tarvittaessa purkutöitä varten perustetaan erillinen suojarakennelma omalla ilmanvaihdolla. Lisäksi työskentelyalueille, joissa voidaan olettaa ilmakontaminaation mahdollisuus, tullaan järjestämään paikallinen suojaus ja ilmanvaihto, jonka teho ja nopeus sovitetaan työskentelyalueen vaatimuksiin. Kaikki ulkoilmaan johtavat ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan HEPA-suodattimilla, jotta päästöt ympäristöön eivät ole mahdollisia.</p> <p>Purkamisvaiheen onnettomuuksien tapahtuminen estetään oikein valituin työmenetelmin. Kaikki työprosessit käydään läpi ja niihin liittyvät riskit kartoitetaan, ja toteutetaan tarpeelliset suojaavat toimenpiteet. Toimintaohjeet tarkistetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla ennen käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja ja purkuvaihetta.</p>
Kuljetukset	<p>Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukselle Säteilyturvakeskus (STUK) myöntää kuljetusluvan. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä turva- ja valmiusjärjestelyt. IAEA:n esittämän kansainvälisen ohjeistuksen lisäksi merikuljetuksia säätelee ihmisten turvaamisesta merellä tehtyyn yleissopimukseen (SOLAS) kuuluvat INF-säännöstö ja IMDG-säännöstö ja kulloinkin voimassa oleva Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín päätös.</p> <p>Käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan tiiviissä B-tyyppin kuljetussäiliössä. Säiliön tulee täyttää tiukat turvallisuusvaatimukset ja se on suunniteltu säilyttämään riittävä säteily suojaus myös liikenteellisissä kuljetusonnettomuustilanteissa. Käytetyn polttoaineen siirto tehdään erikoiskuljetuksena, jolloin auton mukana kulkee saattue.</p> <p>Purku- ja huoltojätteet kuljetetaan viranomaisvaatimukset täyttävissä ja jätteen vastaanottavan tahon hyväksymissä pakkauksissa.</p>

Välivarastointi	<p>Käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastoinnissa huolehditaan muun muassa asianmukaisella ja turvallisuusvaatimukset täyttävällä pakkauksella sekä käsittelymenetelmillä, että säteilyannokset pysyvät selvästi lainsäädännössä asetettujen enimmäisannosten alapuolella niin työntekijöiden kuin ympäristön eniten altistuvien yksilöiden kohdalla.</p> <p>Välivarastointivaiheessa työntekijöiden inhimillisten virheiden aiheuttamat onnettomuustilanteet pyritään ehkäisemään ennalta. Esimerkiksi säteilevät tilat ja komponentit merkitään ja eristetään niin, että vahingossa tapahtuneet ja tarkoituksettomat säteilyaltistukset välletään. Henkilökohtaiset dosimetrit hälyttävät säteilytason noustessa ja ohjaavat välttämään kyseistä paikkaa. Voimalaitosalueilla on omat säteilysuojeluorganisaatiot, jotka opastavat laitos-alueella työskenteleviä ja tekevät muita säteilysuojelutoimenpiteitä. Työntekijät perehdytetään onnettomuustilanteiden varalle oikeisiin menettelytapoihin.</p>
Loppusijoitus	<p>Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa Suomessa noudatetaan ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusvaatimuksia (736/2008). Kapselointi- ja loppusijoituslaitos tulee olemaan rakenteeltaan sellainen, että ydinpolttoaineelle eri käsittelyvaiheissa mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet, jotka johtavat ydinpolttoaineen merkittävään vaurioitumiseen, eivät aiheuta henkilökunnalle tai ympäristön asukkailla välitöntä terveydellistä vaaraa.</p> <p>Palautettaessa käytetty ydinpolttoaine Yhdysvaltoihin, siirtyy vastuu jätteestä Yhdysvaltojen energiaministeriölle siinä vaiheessa, kun kuljetus saapuu vastaanottavan tahon satamaan. Yhdysvalloissa on käytetyn ydinpolttoaineen käsittelylle oma lainsäädäntö ja turvallisuusvaatimukset, joita tulee noudattaa jätehuollon kaikissa vaiheissa.</p> <p>FiR 1 -tutkimusreaktorin purkujätteen erityispiirteet huomioidaan jätteen loppusijoituksessa. Erityispiirteiden edellyttämiä tekniset vaatimukset selvitetään hankkeen jatkosuunnittelussa.</p>

17 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTAOHJELMA

17.1 Purkamisen säteilyvalvonta

Ympäristön säteilyvalvonnan tavoitteena Suomessa on valvoa väestön altistumista keinotekoiselle säteilylle sekä havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ylitä lainsäädännössä asetettuja annosrajoja. Jatkuvalla säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin. (STUK 2014c)

Ydinlaitoksen luvanhaltija vastaa laitoksen ympäristön säteilyvalvonnasta, jolla varmennetaan päästöjen mittaustulokset sekä laskettu kulkeutuminen ilmassa. VTT:llä on tähän käytettävä erityisasiantuntemus ja laboratoriomittausten osaaminen. VTT raportoi FiR 1 -tutkimusreaktorin osalta vuosittain Säteilyturvakeskukselle radioaktiivisten aineiden päästömittausten ja ympäristön säteilymittausten tulokset. STUK on myös hyväksynyt erillisen ympäristön annoslaskentaa koskevan selvityksen. FiR 1 -tutkimusreaktorin turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on määritelty ilmaan ja veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöistä aiheutuvan säteilyannoksen raja-arvoksi kymmenesosa (0,01 mSv) ydinvoimalaitoksen koskevasta vastaavasta ydinvoimalaitoksen raja-arvosta (0,1 mSv), joka on annettu valtioneuvoston asetuksessa 717/2013.

Päästöistä ei ole havaittu radioaktiivisia aineita. Kooreaktorin läheisestä lammesta otetaan määrääjain vesi- ja sedimentinäytteitä, jotka mitataan. Gamma- sekä neutronisäteilyn voimakkuutta mitataan jaksoittain reaktorihallin ympäristössä reaktorin ollessa sammutettuna ja käydessä. Reaktorihallin ympäristön säteilytasot ja radioaktiivisten aineiden seurannan tulokset reaktorihallin ulkopuolella ovat kaikkialla Otaniemen alueen taustasäteilyn luokkaa eikä reaktorilta peräisin olevia nuklideja ole havaittu.

Tutkimusreaktorin purkamisen aikana ympäristön säteilyvalvontaa toteutetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla aktiivisuusnäytemittauksin ilmasta, laskeumasta sekä lammen vedestä. Ympäristön säteilytarkkailuohjelmassa määritellään ohjelman toteuttaja, näytteenotto ja mittaukset sekä suoritustaaajuus. Tutkimusreaktorin purkuvaiheessa ympäristöön asennetaan ilmanäytteen kerääjä noin 100 metrin etäisyydelle. Säteilytarkkailuohjelma voi sisältää myös ulkoisen säteilyn mittauksia sekä tarvittaessa ihmiseen johtavien ravintoketjujen näytteiden radioaktiivisuuden määrittämiä.

Tutkimusreaktorin tapauksessa ympäristön säteilyvalvontaohjelma ei tule olemaan yhtä laaja kuin ydinvoimalaitoksissa, joissa toteutetaan YVL 7.7:ssä ”Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilytarkkailu” esitetyt vaatimukset.

17.2 Säteilyvaikutusten seuranta eri varastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdoissa

Tarkkailu ja seuranta toteutetaan osana käytössä olevien tai suunniteltujen ydinlaitosten seurantaohjelmaa. Otaniemen välivarastointivaihtoehdolle laaditaan oma seurantaohjelma viranomaisvaatimusten mukaisesti. Eri varastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdoissa säteilyvaikutusten seuranta perustuu radioaktiivisten aineiden päästöjen ja pitoisuuksien sekä säteilyn annosnopeuden mittauksiin.

Luvanhaltijalla, joka varastoi jätteitä pitkäaikaisesti (esim. yli 10 vuotta), on oltava varastoitavien jätepakkausten tai pakkaamattomien jätteiden kunnon seurantaohjelma, jolla varmistetaan, että jätteiden ominaisuudet säilyvät niiden turvallista varastointia ja myöhempää loppusijoitusta koskevien vaatimusten mukaisina. (YVL D.4)

LÄHDELUETTELO

Autio, L., Munne, P., Muurinen, J., Pellikka, K., Pääkkönen, J.-P. & Räsänen, M. 2007. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2002–2006. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/2007.

Carlsson, T., Kotiluoto, P., Vilkamo, O., Kekki, T., Auterinen, I. & Rasilainen, K. 2014. Chemical aspects on the final disposal of irradiated graphite and aluminium. A literature survey. VTT Technology 156.

Espoon kaupunki 2009. Otakaari, asemakaavan muutos, kaavakartta ja selostus (valmisteluvaihe). [<http://www.espoo.fi>] (7.8.2013)

Espoon kaupunki 2012. Otakaaren asemakaavan valmisteluaineisto. [http://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaavoitus/Asemakaava/Asemakaavoituskohteet/SuurTapiola/Otakaari_220505]. (28.8.2013)

Espoon kaupunki 2014. Pohjatutkimustiedot. Tekninen keskus. Geotekniikkayksikkö. (25.9.2014)

Espoon kaupunki 2013a. Asuminen ja ympäristö. Tiedot voimassa olevista kaavoista [<http://www.espoo.fi>] (7.8.2013)

Espoon kaupunki 2013b. Tietoisku 3/2012 [<http://www.espoo.fi>] (14.8.2013)

Eurajoen kunta 2013. Kaavoitus. Olkiluodon kaavoitus. [<http://www.eurajoki.fi>] (6.8.2013)

European Commission Radiation Protection 2000. Practical use of the Concepts of Clearance and Exemption) No 122 (2000).

Federal register 1996. Record of Decision for the Final Environmental Impact Statement on a Proposed Nuclear Weapons Nonproliferation Policy Concerning Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel; Notice Part IV Department of Energy. Vol. 61, No. 97. 1996.

Fortum Power and Heat Oy 2008. Loviisan ydinvoimalaitoksen laajentaminen kolmannella voimalaitosyksiköllä. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Fortum Power and Heat Oy 2012. Meidän ympäristömme 2012. Loviisan voimalaitos. [http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/ydinvoima/Loviisan_voimalaitos/Julkaisut/Documents/Fortum_MeidanYmparistomme2012.pdf] (16.8.2013)

Goldman, I., Adelfang, P. & Ritchie, I. IAEA Activities Related to Research Reactor Fuel Conversion and Spent Fuel Return Programs. [http://www.iaea.org/newscenter/news/pdf/sfr_programs.pdf] (7.10.2013)

Heino, R. & Hellsten, E. 1983. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961 - 1980. Liite meteorologiseen vuosikirjaan, Nide 80 osa 1a-1980. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

Helimäki, J. (toim.) 2009. Kotinurkilta kallioille, Espoon luontokohteet. Espoon tekninen keskus ja Espoon ympäristökeskus.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2012. [http://www.hel.fi/wps/portal/Ymparistokeskus/Artikkeli?url=hki:path:/Ymk/fi/Ymparist_n+tila/Luonto/Vanhankaupunginlahti+ja+Laajalahti¤t=true]. (15.8.2013)

Helsingin Satama 2013. Vuosaaren satama. [<http://www.portofhelsinki.fi/>] (24.7.2013)

- HSY 2013.** Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012. HSY:n julkaisuja 5/2013.
- IAEA 2009.** Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2009 Edition. Safety Requirements No. TS-R-1. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Vienna.
- IAEA 2008.** Decommissioning of Research Reactors and Other Small Facilities by Making Optimal Use of Available Resources. Technical Report Series No. 463. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2008.
- IAEA 2006a.** Return of Research Reactor Spent Fuel to the Country of Origin: Requirements for Technical and Administrative Preparations and National Experiences. IAEA-TECDOC-1593.
- IAEA 2006b.** Decommissioning of research reactors: Evolution, state of art, open issues. Technical reports series no. 446. [http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS446_web.pdf]
- Ikonen, A., Aro, L., Haapanen, R., Helin, J., Kangasniemi, V., Lahdenperä, A-M., Salo, T., Smith, K., Toivola, M., Hjerpe, T., Kirkkala, T. & Koivunen, S. 2013.** Olkiluoto Biosphere Description 2012. Posiva Oy.
- Ilmatieteen laitos 2013.** Suomen tuuliatlas. [<http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/#>] (25.8.2013)
- INL 2014.** Internet-sivut. [https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt/community/visitor_information/266/visitor_information_home_page] (20.5.2014).
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007.** Olkiluodon osayleiskaava. Luonnon perustilaselvitys.
- Joensuu, H., Kankaanranta, L., Tenhunen, M. & Saarilahti, K. 2011.** Boorineutronisädehoitoa (BNCT) syöpään. Katsaus. Duodecim 2011;127:1697–703.
- Kainulainen, E. (toim.) 2013.** STUK-B 163 Ydinturvallisuus. Neljännesvuosisraportti 1/2013. Säteilyturvakeskus. ISBN 978-952-478-816-8 (nid.)
- Kangas, N. 2007.** Helsingin kalaston historiaa, muutoksia ja nykypäivää. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 2/2007. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsinki 2007.
- Kantvik Shipping 2013.** Port of Kantvik. [<http://www.kantvikshipping.fi/index.html>] (24.7.2013)
- Kaulard, J. & Jünger-Gräf, B. 2007.** Comparison of decommissioning options for the example of 2 research reactors of type TRIGA. Eurosafe.
- Kekki, T. 2013.** FiR 1 -tutkimusreaktorin päästöhistoria. Sähköpostitiedonanto. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), säteilysuojelupäällikkö. 11.7.2013.
- Kinnunen, V. & Oulasvirta, P. 2005.** Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2004. Alleco Oy raportti. Joulukuu 2004.
- Kirkkala, T & Turkki, H. 2005.** Rauman ja Eurajoen edustan merialue. Teoksessa: Sarvala, M & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku.
- Kotiluoto, P. & Rätty, A. 2014.** FiR 1 activity inventories for decommissioning planning. VTT Research Report. (julkaistaan)

- Laitala, M. 1991.** Helsingin kartta-alueen kallioperä. Geologian tutkimuskeskus.
- Lautkaski, R., Ikonen, K. & Hostikka, S. 2003.** Kapselin siirtoajoneuvon palon seuraukset loppusijoitustilassa tai vinoajoneuvotunnelissa. Olkiluoto: Posiva Oy. 59 s. Työraportti 2003-35.
- Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E. Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. & Virolainen, E. 2002.** Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. BirdLife Suomen julkaisu- ja (No 4). [<http://www.birdlife.fi/suojelu/paikat/finiba/finiba-johdanto.shtml>]. (26.7.2013).
- Liikennevirasto 2013.** Tierekisteri. [<https://extranet.liikennevirasto.fi/>] (7.10.2013)
- Lounais-Suomen ELY-keskus 2013.** Natura-alueiden kohdekuvaukset. [<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=3454&lan=fi>]. (27.6.2013).
- Loviisan kaupunki 2013.** Kaavoitus ja maankäyttö. [<http://www.loviisa.fi>] (6.8.2013)
- Loviisan kaupunki 2007.** Loviisan rantaosayleiskaavan luonto- ja maisemaselvitys.
- Lytsy, T. & Siiskonen, T. 2014.** FiR-1 dismantling: topical report to environmental impact analysis. Asiantuntijaraportti 1186631. Platom Oy.
- Länsimetro 2014.** Länsimetrohankkeen internetsivusto. [www.lansimetro.fi] 19.9.2014.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2007.** Rauman Sataman satamatoimintaa koskeva ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupahakemus. Lupapäätös 28.2.2007. Dnro LSY-2003-Y-435. Helsinki.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006.** Kantvikin eteläsatamaa ja kivihiilivarastoa koskeva ympäristölupahakemus. Lupapäätös 17.7.2006. Dnro LSY-2004-Y-209. Helsinki.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2005.** Ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupahakemus, joka koskee Hangon Ulkosataman (Tulliniemi) toimintaa. Ympäristölupapäätös Nro 15/2005/2. Dnro LSY-2003-Y-384. Annettu julkipanon jälkeen 19.8.2005.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2003.** Ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupahakemus, joka koskee Hangon Länsisataman toimintaa. Lupapäätös Nro 6/2005/2 Dnro LSY-2003-Y-383. Annettu julkipanon jälkeen 17.5.2005.
- Maanmittauslaitos 2014.** Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmalli. Aineiston lisenssi: http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501. (25.9.2014)
- Mattila J. & Ilus E. 2007.** Loviisan voimalaitoksen vesistötarkkailu vuonna 2006: meriveden laatu ja biologinen tila. Säteilyturvakeskus, maaliskuu 2007.
- Mattila J. & Ilus E. 2006.** Loviisan voimalaitoksen vesistötarkkailu vuonna 2005: meriveden laatu ja biologinen tila, laaja yhteenvetoraportti. YVLRAP12006. Säteilyturvakeskus. Monistettu raportti.
- Munne, P. & Autio, L. 2005.** Ravinteiden vapautuminen Laajalahden ja Seurasaarenselän sedimentistä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2005.
- Museovirasto 2013.** Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. [www.rky.fi] (2.9.2013)
- Mönkkönen, H. 2012.** Models of Bedrock Surface and Overburden Thickness Over Olkiluoto Island and Nearby Sea Area. Working Report 2012-15. Posiva Oy.

NAC 2014. NAC International:n internetsivut. [<http://www.nacintl.com/>] (viitattu 18.9.2014).

NAC 2008. Safety analysis report. NAC-LWT Cask System. Docket No. 71-9225, Revision 39. NAC International. Atlanta. October 2008.

NRC 2014. United States Nuclear Regulatory Commission:n internetsivut. [<http://www.nrc.gov/>] (viitattu 18.9.2014).

OIVA-tietokanta 2013. Ympäristöhallinnon OIVA- ympäristö- ja paikkatietopalvelu. [<http://www.ymparisto.fi>]

Pihlström M & Myllyvirta T. 1996. Ilman epäpuhtauksien leviämisen ja vaikutustutkimus Itä-Uudellamaalla, Lahden seudulla, Mikkelin läänissä ja Jousassa 1994–1995. Kuntakohtaiset raportit: Hollola, Lahti, Loviisa, Nastola ja Porvoo. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys ry.

Pirinen, P., Simola, H., Aalto, J., Kaukoranta, J-P., Karlsson, P. & Ruuhela, R. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010. Raportteja 2012:1. Ilmatieteenlaitos.

Posiva 2014. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuolto. Yhteenveto vuoden 2013 toiminnasta. Posiva Oy.

Posiva 2012a. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus. Liite 16. Muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys: Ympäristövaikutuksia koskeva ajantasalle saatettu selvitys (Kauppa- ja teollisuusministeriön lausunto Posiva Oy:n YVA-selostuksesta 1999). Posiva Oy.

Posiva 2012b. YJH-2012. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuollon ohjelma vuosille 2013-2015. Posiva Oy. Syyskuu 2012.

Posiva 2008. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Posiva Oy.

Pukkala, E., Sankila, R., Rautalahti, M. 2011. Syöpä Suomessa 2011. Suomen Syöpäyhdistyksen julkaisuja nro 83. ISBN 978-952-5815-10-8.

Ramboll Finland Oy 2006. Loviisan voimalaitoksen kalataloustarkkailu vuonna 2005. Moniste. Ramboll, 2006.

Ramboll Finland Oy 2007. Olkiluodon edustan merialueen kalataloudellinen tarkkailu vuosina 2005–2006. Moniste.

Rauman satama 2013. Vuosikertomus 2012. [http://www.portofrauma.com/pdf.php?pdf=pdf%2Fsatamanvuosikertomus_2012_vedo_s03.pdf&sKieli=suomi]

Rossi, J. & Suolanen, V. 2013. Olkiluodon ydinjätelaitosten käyttöturvallisuusanalyysi. Posiva työraportti 2013-51. Posiva Oy, Olkiluoto.

Rossi, J. 2014. FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston aikana aiheutuvat ympäristön säteilyannokset. VTT tutkimusraportti. VTT-R-02972-14.

Rossi J. 2011. FiR 1 -tutkimusreaktorin normaalikäytön Ar-41:n päästöstä aiheutuvat ympäristön säteilyannokset vuonna 2009. VTT-R-02644-11.

Satakuntaliitto 2013. Alueiden käyttö. [<http://www.satakuntaliitto.fi>] (6.8.2013)

Secretary of Energy 2012. Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future.

Suolanen, V. 2014. Kuljetus selvitys FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää YVA-selostusta varten. Tutkimusraportti. VTT-R-04212-14.

Suolanen, V., Lautkaski, R., Rossi, J., Nyman, T., Rosqvist, T. & Sonninen, S. 2004. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys. Posiva 2004-04. [http://www.posiva.fi/files/232/Posiva_2004-04web.pdf]

Suomen satamaliitto 2013. Liikennetilastot. [<http://www.finnports.com/fin/tilastot/?stats=yearly&T=0&year=2012>] (26.8.2013)

STUK 2014a. Säteily ja syöpä. Viitattu 28.8.2014. Saatavissa: http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/sateilyn_terveysvaikutukset/fi_FI/syopa/

STUK 2014b. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. [http://www.stuk.fi/ihminen-ja-sateily/ihmisen_radioaktiivisuus/fi_FI/keskimaarainen_sateilyannos/] (viitattu 10.10.2014)

STUK 2014c. Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa 2013.

STUK 2014d. Arviot väestölle aiheutuvasta annoksesta. [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/annos/] (28.8.2014)

STUK 2014e. Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden säteilyaltistus. [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/sateilyaltistus/] (28.8.2014)

STUK 2013a. Kosminen säteily on peräisin avaruudesta. [http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/taustasateily/fi_FI/kosminensateily/] (21.11.2013)

STUK 2013b. Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus. [http://www.stuk.fi/sateilyn-hyodyntaminen/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/] (marraskuu 2013)

STUK 2013c. Arviot väestölle aiheutuvasta annoksesta. [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/annos/]. (21.11.2013)

STUK 2013d. Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyaltistus. [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitosten-toiminta/sateilyturvallisuus/fi_FI/sateilyaltistus/] (marraskuu 2013)

STUK 2013e. Esimerkkejä säteilyannoksista [http://www.stuk.fi/sateilyvaara/fi_FI/esim_annos/] (marraskuu 2013)

STUK 2011. Radon. [http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/katsaukset/_files/88192704343903042/default/sisailman-radon-joulukuu2011.pdf] (21.11.2013)

Säteilyturvakeskus 2009a. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. [http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/katsaukset/_files/12222632510026360/default/katsaus_sateilyn_terveysvaikutukset_elokuu_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] (21.11.2013)

Säteilyturvakeskus 2002a. Säteilyn terveystvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyturvakeskus.

STUK 2002b. Säteilyvaara ja suojaus. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus, Helsinki.

Taivainen, O. 2007. Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytys-, prosessi- ja saniteettivesien tarkkailuohjelman tulosten raportti vuodelta 2006. Teollisuuden Voima Oy. 21 s.

Tammelin, B. 1991. Suomen tuuliatlas 1991. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

Turkki, H. 2007. Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailututkimus vuonna 2006, vuosiyhteenveto.

Teollisuuden Voima Oyj 2012. Ympäristöraportti. Teollisuuden Voima Oyj 2012.

Teollisuuden Voima Oyj 2008. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä. 187 s.

Tilastokeskus 2013. Statfin-tilastotietokanta. Väestö- ja työllisyystilastot. [http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/databasetree_fi.asp] (14.8.2013)

Tilastokeskus 2011. Selvitys Otaniemen tutkimusreaktorin ympäristön väestötiheydestä.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2014. Kansallinen ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimus 2015-2018. Uuden tutkimusohjelman SAFIR2018 runkosuunnitelma hankehakua varten. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. Energia ja ilmasto 34/2014.

U.S.DoE 2013. Strategy for the management and disposal of used nuclear fuel and high level radioactive waste. Issued on January 11, 2013.

[<http://www.energy.gov/downloads/strategy-management-and-disposal-used-nuclearfuel-and-high-level-radioactive-waste>]. (19.8.2014)

U.S.DoE 2004a. Revision of the Record of Decision for a Nuclear Weapons Nonproliferation Policy Concerning Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel.

U.S.DoE 2004b. Supplement analysis for the foreign research reactor spent nuclear fuel acceptance program, U.S. Department of Energy, National Nuclear Security Administration, Washington, DC.

U.S.DoE 1996. Final Environmental Impact Statement on a proposed nuclear weapons nonproliferation policy concerning foreign research reactor spent nuclear fuel. February 1996. DOE/EIS-0218F Volume 1.

U.S.NRC 2004. Environmental impact statement for the proposed Idaho spent fuel facility at the Idaho national engineering and environmental laboratory in Butte County, Idaho. Final Report. NUREG-1773. U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Material Safety and Safeguards. Washington, DC 20555-0001.

Uudenmaan ELY-keskus 2013. Natura-alueiden kohdekuvaukset. [<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4602&lan=fi>]. (26.7.2013).

Uudenmaan liitto 2013. Aluesuunnittelu. [<http://www.uudenmaanliitto.fi>] (7.8.2013)

Uudenmaan ympäristökeskus 2009. Päätös Fortum Power and Heat Oy:n Otaniemen lämpökeskuksen ympäristölupamääräysten tarkistamisesta, 31.08.2009. Dnro UUS-2008-Y-135-111

Vaittinen, T., Ahokas, H., Nummela, J., Pentti, E., Penttinen, T., Pöllänen, J., Turku, J., Karvonen, T. & Aro, S. 2013. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2011 - Hydrology. Working Report 2012-43. Posiva Oy.

Viitanen, T. & Rätty, A. 2012. Calculating the nuclide inventory of FiR 1 TRIGA Mk-II reactor. VTT Research Report, VTT-R-05511-12, 2012.

VTT 2011. FiR 1 -reaktorin ympäristön säteilyvalvontaohjelma. FiR I-AII Rev.2.2. 27.6.2011. Käyttölupa-asiakirja.

VTT 2010. FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttölupahakemus. DNo 672/071/2010. 30.11.2010.

Wade, J. 2008. U.S. Department of Energy / Idaho National Laboratory's Research reactor spent nuclear fuel acceptance program. U.S. Department of Energy. pp. 227-248 in. IAEA-TECDOC-1593.

LIITE 1
Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY

Teknologian tutkimuskeskus VTT

LAUSUNTO
7.2.2014

TEM/2401/08.05.01/2013

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIOHJELMA TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT:N TUTKIMUSREAKTORIN KÄYTÖSTÄPOISTOLLE; YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO

Teknologian tutkimuskeskus VTT (jäljempänä myös VTT) on toimittanut 6.11.2013 työ- ja elinkeinoministeriölle (myöhemmin myös TEM) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-menettely) annetun lain (468/1994; YVA-laki) mukaisen arviointiohjelman (YVA-ohjelma) tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta. YVA-ohjelma on hankkeesta vastaavan tahon suunnitelma tarvittavista selvityksistä ja arviointimenettelyn järjestämisestä ympäristövaikutusten arvioimiseksi. YVA-ohjelma sisältää myös kuvauksen hankkeen arvioidun vaikutusalueen ympäristön nykytilasta.

Yhteysviranomaisena YVA-menettelyssä toimii työ- ja elinkeinoministeriö YVA-lain perusteella.

Kuulutus YVA-menettelyn käynnistymisestä julkaistiin 18.11.2013 Helsingin Sanomissa ja Hufvudstadsbladetissa sekä 20.11.2013 Länsiväylässä.

Kuulutus, YVA-ohjelma, TEM:n lausuntokierroksella saamat lausunnot ja mielipiteet ovat työ- ja elinkeinoministeriön internet-sivuilla (osoite www.tem.fi).

YVA-ohjelma oli yleisön nähtävillä 18.11.2013 – 16.1.2014 Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan ilmoitustauluilla.

TEM järjesti yhdessä VTT:n kanssa yleisötilaisuuden 26.11.2013 Espoon Otaniemessä.

YVA-ohjelmasta saatuja lausuntoja ja esitettyjä mielipiteitä käsitellään yhteenvetona kohdassa 3.

1 Hanketiedot

1.1 Hankkeesta vastaava

Hankkeesta vastaava on Teknologian tutkimuskeskus VTT. VTT:n konsulttina on ympäristövaikutusten arvioinnissa Pöyry Finland Oy.

1.2 Hanke ja sen vaihtoehdot

VTT valmistelee Espoon Otaniemessä sijaitsevan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa. Tutkimusreaktori on yhdysvaltalainen Triga Mark II – tyyppinen vesijäähdytteinen avoallasreaktori.

Tutkimusreaktori on tarkoitus sammuttaa vuonna 2015 käytöstäpoistoa varten. Käytöstäpoisto toteutetaan niin pian kuin se on teknisesti ja lainsäädännöllisesti mahdollista. Hankkeen arvioidaan kokonaisuudessaan kestävän kaikkine työvaiheineen noin 2-3 vuotta.

Hankkeessa tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa. Tarkasteltavat toteutusvaihtoehdot ovat välitön purkaminen ja viivästetty purkaminen. Hankkeen tarkoituksena on toteuttaa toimenpiteet siten, että rakennus voidaan vapauttaa valvonnasta muuhun käyttöön. Hankkeeseen liittyy tutkimusreaktorin toiminnasta syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sekä muun radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen välivarastointi, kuljetukset ja loppusijoitus.

Käytetyn ydinpolttoaineen osalta tarkastellaan vaihtoehtoina sen palautusta Yhdysvaltoihin ja loppusijoitusta Suomessa. Tutkimusreaktorin polttoaine on yhdysvaltalaista alkuperää. Se kuuluu Yhdysvaltojen energiaministeriön ydinmateriaalien leviämisen estämiseksi käynnistetyn käytetyn polttoaineen palautusohjelman piiriin.

Purkujätteiden ja huoltojätteiden osalta tarkastellaan tilannetta, jossa ydinjätteet loppusijoitettaisiin voimalaitosalueella joko Loviisassa tai Olkiluodossa. Lisäksi tarkastellaan purku- ja huoltojätteen vapautusta valvonnasta.

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa ei toteuteta ja tutkimusreaktorin käyttö jatkuu. Tutkimusreaktoria on käytetty sädehoitoon, tutkimukseen, opetukseen ja isotooppi-tuotantoon. Sen lämpöteho on 250 kW.

2 Ydinlaitoksen lupamenettelyt ja tilanne

Ydinlaitoksen käyttö, käytöstäpoisto ja purkaminen edellyttävät ydinenergiain (990/1987) mukaista lupaa. Myös ydinjätteiden välivarastointi ja loppusijoitus edellyttävät ydinenergiain mukaista lupaa. Lupamenettely kuvataan ydinenergiainlaissa. Päätöksenteon ja lupajärjestelmän periaatteena on muun muassa se, että turvallisuuden arviointi jatkuu ja arvioita täsmennetään koko menettelyn ajan. Ydinlaitosten lupamenettelyjä edeltää YVA-menettely.

Luvanhaltijalla on velvollisuus huolehtia ydinjätehuollon toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisesta sekä vastattava niiden kustannuksista. Velvollisuuteen kuuluu toimittaa työ- ja elinkeinoministeriöl-

le säännöllisesti suunnitelmat ydinjätehuollon toteuttamisesta ja ydinlaitoksen käytöstäpoistosta.

Vuonna 1994 tehdyn ydinenergialain muutoksen mukaan Suomessa syntyneet ydinjätteet on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen. Muualla kuin Suomessa syntyneitä ydinjätteitä ei saa käsitellä, varastoida tai sijoittaa pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomessa. Edellä todettu ei koske ydinenergialain 6 a §:n 2 kohdan mukaan ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena. Edellä todettu ei myöskään koske ydinenergialain 6 a §:n 1 a kohdan mukaan ydinjätteitä, joissa radioaktiivisten aineiden määrä on vähäinen ja jotka toimitetaan toiseen maahan käsiteltäväksi tarkoituksenmukaisella tavalla. Käsitelty jäte palautetaan loppusijoitettavaksi Suomessa.

Ydinlaitoksen purku- ja huoltojätteen sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat ydinenergialain mukaisesti luvanvaraisia. Kuljetuksille on haettava ydinenergia-asetuksen (161/1988) mukainen lupa.

2.1 Ympäristövaikutusten arviointi

VTT laatii ympäristövaikutusten arviointiselostuksen arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen siitä antaman lausunnon perusteella. Menettely jatkuu arviointiselostuksen julkisella käsittelyllä. Hankkeesta vastaava arvioi, että YVA-selostus valmistuu elokuussa 2014.

2.2 Käyttölupa ja sen ehtojen muuttaminen

VTT:llä on 8.12.2011 valtioneuvoston myöntämä lupa käyttää tutkimusreaktoria vuoden 2023 loppuun asti. Käyttöluvan nojalla VTT saa pitää hallussaan, tuottaa, käsitellä, käyttää ja varastoida ydinjätteitä ja ydinainetta sekä muita ydinmateriaaleja käyttöluvassa määritellyin ehdoin.

Ydinlaitoksen käytöstäpoisto ja purkaminen edellyttävät käyttöluvan ehtoja muuttamista. Ydinenergialain 25 §:n 3 momentin mukaan lupaehtoja muutettaessa on soveltuvin osin noudatettava samaa menettelyä kuin lupaa myönnettäessä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on, että käytöstäpoisto on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista ja työsuojelu, turvallisuus ja ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon. Hakemuksen käsittelyn yhteydessä järjestetään asianomaisten kuntien, viranomaisten ja kansalaisten kuuleminen.

Luvanhaltijana VTT on toimittanut ydinjätehuoltosuunnitelman työ- ja elinkeinoministeriölle 27.6.2013. TEM pyysi lausunnot ydinenergia-asetuksen 90 §:n nojalla Säteilyturvakeskukselta ja ydinenergia-asetuksen 89 §:n nojalla Lappeenrannan teknilliseltä yliopistolta. Lisäksi TEM pyysi hallintolain 34 §:n nojalla lausunnot Aalto-yliopistolta, Fortum Power and Heat Oy:ltä, Posiva Oy:ltä ja Teollisuuden Voima Oyj:ltä. Arvioinnin perusteella TEM edellytti, että VTT laatii 30.9.2014 mennessä päivitetyn kokonaisuunnitelman tutkimusreaktorin jätehuollosta ydinenergia-asetuksen 74 §:n mukaisesti.

3 Yhteenveto lausunnoista ja mielipiteistä

YVA-ohjelmasta pyydettiin lausunnot seuraavilta tahoilta: liikenne- ja viestintäministeriö, opetus- ja kulttuuriministeriö, puolustusministeriö, sisäministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, ulkoasiainministeriö, valtiovarainministeriö, ympäristöministeriö, Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Uudenmaan liitto, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos, Säteilyturvakeskus, Espoo kaupunki, Helsingin kaupunki, Kauniaisten kaupunki, Vantaan kaupunki, Eurajoen kunta, Loviisan kaupunki, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Fortum Power and Heat Oy, Posiva Oy, Teollisuuden Voima Oyj.

YVA-ohjelma lähetettiin tiedoksi mahdollisen lausunnon antamista varten Ahvenanmaan maakuntahallitukselle ja Ahvenanmaan valtionvirastolle.

Seuraavat organisaatiot eivät antaneet lausuntoa: puolustusministeriö, ulkoasiainministeriö, Uudenmaan liitto, Espoon kaupunki, Kauniaisten kaupunki, Vantaan kaupunki, Loviisan kaupunki.

3.1 TEM:n pyytämät lausunnot

Liikenne- ja viestintäministeriö

Liikenne- ja viestintäministeriö toteaa lausunnossaan, että radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa on noudatettava voimassa olevia vaarallisten aineiden kuljetuksesta annettua lakia, sen nojalla annettuja asetuksia ja määräyksiä. Sekä kansainvälisiin vaarallisten aineiden kuljetuksia koskeviin määräyksiin että kansallisiin säännöksiin ja määräyksiin tehdään muutoksia vähintään kahden vuoden välein. Kuljetuksen suunnittelun alkuvaiheissa kannattaa olla yhteydessä Säteilyturvakeskukseen ja Liikenteen turvallisuusvirastoon kuljetusturvallisuuden varmistamiseksi. Liikenne- ja viestintäministeriön mukaan on suunnitteilla, että tekniset säännökset ja vaatimukset tulevat sisältymään Liikenteen turvallisuusviraston määräyksiin.

Liikenne- ja viestintäministeriö on myös kiinnittänyt huomiota YVA-ohjelmassa esitettyihin joihinkin virheellisiin viittauksiin ja pyytää korjaamaan lausunnossa yksilöidyt kohdat.

Opetus- ja kulttuuriministeriö

Opetus- ja kulttuuriministeriö toteaa lausunnossaan vaihtoehtojen VE1 (väliön purkaminen) ja VE2 (viivästetty purkaminen) osalta, että ohjelman selvitettäviin osa-alueisiin tulisi lisätä Aalto-yliopiston esittämä reaktorirakennuksen purkamisvaihtoehto rakennuksen sijaitessa valtakunnallisesti merkittävällä rakennetut kulttuuriympäristöt alueella sekä sivutilojen puhdistaminen turvallisuuden varmistamiseksi. Ministeriö pitää tärkeänä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kannanottoja.

Opetus- ja kulttuuriministeriö toteaa myös, että ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin voisi olla hyödyllistä lisätä selvitys säteilyn määrän mittaamisesta ennen purkutapahtumaa ja sen aikana lähiympäristössä työskentelevien henkilöiden osalta säteilyturvallisuuden varmistajana.

Sisäministeriö

Sisäministeriön pelastusosasto pitää positilvisenä, että YVA-menettelyn seurantaryhmässä on mukana Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen edustus. Ministeriön pelastusosasto pitää tärkeänä, että purkamisen eri toteutusvaihtoehtoja arvioitaessa samoin kuin haitallisen materiaalin kuljetusta, varastointia, loppusijoitusta ym. suunniteltaessa otetaan huomioon hankkeen mahdolliset vaikutukset alueellisiin riskeihin sekä tarvittaviin pelastustoimen järjestelyihin.

Sosiaali- ja terveysministeriö

Sosiaali- ja terveysministeriö toteaa lausunnolla olevasta YVA-ohjelmasta, että sillä ei ole asiaan huomauttamista.

Valtiovarainministeriö

Valtiovarainministeriöllä ei ole asiassa lausuttavaa.

Ympäristöministeriö

Ympäristöministeriö toteaa lausunnossaan, että purkamisen alustavassa aikataulussa ei ole varattu aikaa käytöstäpoistoluvan käsittelylle, joten aikataulua tulee tältä osin täydentää. Selostuksessa tulee esittää myös perustelut mahdolliselle viivästetylle purkamiselle. Selostuksessa tulee selvästi esittää, millaiset yhteistyösopimukset ja muut järjestelyt VTT:n on tehtävä eri osapuolten kanssa ja myös arvioida edellytykset sopimusten syntymiselle. Toimenpiteille tarvittavat luvat tulee myös esittää, mikä koskee käytetyn ydinpoltoaineen osalta United States Department of Energy:n ja Posiva Oy:n kanssa tarvittavia sopimuksia. Huolto- ja purkujätteiden osalta tarkastelu koskee Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n kanssa tehtäviä sopimuksia. Selostuksessa tulee tarkemmin kuvata, mitä grafiittiosille tehtäisiin, mitä ja millaisissa olosuhteissa. Samalla tulee arvioida se, miten ydinenergialain 6 a §:n vaatimus Suomessa syntyneiden ydinjätteiden käsittelemisestä, varastoisesta ja loppusijoittamisesta Suomeen täyttyy tässä vaihtoehdossa.

Ympäristöministeriön mukaan arviointiselostuksessa tulee kuvata mahdollisimman kattavasti, miten ja millaisissa olosuhteissa käytetty ydinpoltoaine Yhdysvalloissa käsitellään ja välivarastoidaan sekä antaa yleispiirteinen kuvaus Yhdysvaltojen kansallisista loppusijoitussuunnitelmista. Selostuksessa esitetyn tiedon perusteella tulee voida verrata käytetyn ydinpoltoaineen vaihtoehtoisia käsittelyjä. Selostuksessa esitetyn tiedon perusteella tulee voida ottaa kantaa siihen, täyttyvätkö ydin-

energia-asetuksen 7 b §:n 4 momentin edellytykset turvallisuuden osalta.

Ympäristöministeriö muistuttaa, että Posiva Oy on vuonna 2012 jättämänsä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen liitteenä toimittanut ajantasaisen selvityksen hankkeen ympäristövaikutuksista, mikä tulisi hyödyntää käytöstäpoistohankkeessa.

Hankkeen arviointiselostuksessa tulee tarkastella tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden ominaisuuksia ja tuoda esille näiden mahdolliset erityispiirteet. Ympäristövaikutusten arvioinnissa nämä ominaisuudet tulee huomioida kattavasti.

Välivarastoinnin ja loppusijoittamisen yhteydessä tapahtuvien mahdollisten onnettomuus- ja poikkeustilanteiden vaikutusten arvioinnissa tulee huomioida, että tutkimusreaktorin käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiiviset jätteet eivät vastaa Suomen muista ydinvoimalaitoksista peräisin olevaa välivarastoitavaa ja loppusijoitettavaa materiaalia.

Hankkeen edellyttämien lupien, suunnitelmien ja päätösten osalta ympäristöministeriö huomauttaa, että Säteilyturvakeskus ei myönnä muutoksia käyttöluvan ehtoihin. Lisäksi selostuksessa tulee tuoda esille, miten ydinenergia-asetuksessa esitetyt vaatimukset tutkimusreaktorin toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen käsittely, varastointi ja sijoittaminen pysyväksi tarkoitetulla tavalla muualla kuin Suomessa on turvallisuuden, merkittävän taloudellisen tai muun painavan syyn vuoksi perusteltua.

Etelä-Suomen aluehallintovirasto

Etelä-Suomen aluehallintoviraston ympäristöterveydenhuoltoyksikkö pitää tärkeänä, että Espoon kaupungin terveydensuojeluviranomainen on mukana arviointimenettelyssä, koska heillä on paikallinen asiantuntemus terveydensuojelullisesti herkkien kohteiden ja vaikutusalueen elinympäristön terveydellisistä olosuhteista.

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus toteaa lausunnossaan, että tutkimusreaktorin käytöstäpoiston eri työvaiheet on kuvattu YVA-ohjelmassa seikkaperäisesti ja ymmärrettävästi ja kunkin vaiheen ympäristönäkökohdat on huomioitu kattavasti. Vaihtoehdot alavaihtoehtoineen ovat selkeitä ja niiden avulla on helppo ymmärtää melko monimutkainen hankekokonaisuus.

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus huomauttaa, että käytetyn polttoaineen Yhdysvaltoihin palauttamista koskevan vaihtoehdon vaikutusten arviointia laajennettaisiin kuvaamalla vähintään yleispiirteisesti Yhdysvalloissa tapahtuvia käsittelymenetelmiä ja -paikkoja. Lisäksi vesistöjen nykytilan kuvauksessa tulee kuvata tarkastelualueen ekologinen tila. Vesistöjen tilaa ja vesien laatua koskevat tiedot tulee päivittää mm. uusimmista tarkkailuraporteista. YVA-selostuksesta tulee

pyytää lausunto myös Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta.

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus esittää, että sen antamat kommentit huomioidaan laadittaessa YVA-selostusta ja katsoo, että ympäristövaikutusten arviointi täyttää YVA-lain arviointiohjelmalta edellyttämät sisältövaatimukset.

Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos

Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos pitää ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa erittäin tarpeellisena ja tärkeänä. Hankkeessa tulee selvästi erottaa toisistaan tavanomaisen toiminnan käynnissä oloaika, käytöstäpoisto ja purkutyöaika sekä käytetyn polttoaineen, purkujätteen ja huoltojätteen kuljetusaika. Pelastuslaitoksella tulisi olla kulloinkin selkeä tilannekuva toiminnasta kohteessa ja toiminnasta mahdollisessa onnettomuus-tilanteessa. Pelastuslaitokselle tulee ilmoittaa hyvissä ajoin toiminnan eri vaiheet ja mitä niiden aikana tapahtuu. Toiminnassa tulee huomioida normaali onnettomuuksien ennaltaehkäisy ja varautuminen sekä toiminta onnettomuus-tilanteessa. Käytöstäpoiston ja purkutyön aikana tulee erityisesti varmistaa pelastustoiminnan edellytykset. Pelastuslaitokselle tulee ilmoittaa tiedot kuljetuksista.

Pelastuslaitoksen mukaan yhteisvaikutukset metrohankkeen kanssa tulee huomioida. Mikäli tulevissa selvityksissä ilmenee jotakin pelastuslaitoksen kannalta merkityksellistä, pelastuslaitos toivoo yhteistyötä. Samoin pelastuslaitos esittää, että hyvissä ajoin ennen purkutöihin ryhtymistä pidetään yhteispalaveri.

Yhteenvetona pelastuslaitos toteaa, että pelastuslaitoksen tulee tietää kunkin meneillään olevan vaiheen ajankohta, kuvaus toiminnasta kohteessa ja radioaktiivisten aineiden vapautumisennuste ja säteilyvaaran riskit, jotta onnettomuus-tilanteessa voidaan ryhtyä toimenpiteisiin mahdollisimman nopeasti.

Säteilyturvakeskus

STUK toteaa lausunnossaan, että se arvioi yksityiskohtaisemmin tutkimusreaktorin purkusuunnitelmaa sekä käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden varastointia ja loppusijoitusta käytöstäpoistoon liittyvän lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. YVA-ohjelma täyttää säteily- ja ydinturvallisuuden osalta ympäristövaikutusten arviointimenettelystä säädetyn lain mukaiset YVA-ohjelmalta vaaditut kriteerit. STUK edellyttää täsmennyksiä seuraaviin seikkoihin. YVA-selostuksessa on esitettävä tutkimusreaktorin suunniteltu purkulaaajuus, tarkennetut kuvaukset tilojen jatkokäytöstä, tarkennetut suunnitelmat purkamisen toteutuksen ja sen aikataulun osalta sekä aktiivisuustason alenemisen lisäksi tarkemmat perustelut viivästetyn käytöstäpoistovaihtoehdon hyödyistä ja haitoista. YVA-selostuksessa on tarkennettava, mikä osa suunnitellusta ajasta kuluu käytöstäpoiston lupahakemusten valmisteluun ja lupahakemuksen käsittelyyn asianomaisilla viranomaisilla sekä millaisia valmistelevan vaiheen töitä tutkimusreaktorin käytöstäpoisto tulee käsittämään reaktorin vielä ollessa toiminnassa. YVA-selostuksessa tai viimeistään

STUKille toimitettavassa lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa on esitettävä tarkempi arvio jätteiden välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehtoista.

STUK huomauttaa, että YVA-ohjelmassa kuvataan dekontaminointitoimien ja puhdistuksen lopputuloksia osittain epä johdonmukaisesti. YVA-selostuksessa on kiinnitettävä huomiota radioaktiivisista aineista puhdistetun jätteen määrään, laatuun ja aktiivisuustasoon sekä laitoksen lopputilan määrittelyyn. Ohjeen YVL D.4 mukaiset menettelyt ja raja-arvot on huomioitava.

STUK kiinnittää huomiota siihen, että myös reaktorin käyttöturvallisudesta sekä turva- ja valmiusjärjestelyistä on asianmukaisesti huolehdittava myös käytöstäpoistovaiheen aikana.

YVA-ohjelman mukaan VTT:llä ja voimayhtiöillä ei ole sopimusta purkujätteiden välivarastoinnista eikä VTT:llä ole vaihtoehtoisesti omia tiloja varastoinnin toteuttamiseksi. Menettelyt on kuvattava YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa.

STUK esittää, että YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa on kuvattava tarkemmin muualla tehtyjen Triga-reaktoreiden purkukokemusten hyödyntämistä FIR:n käytöstäpoistossa. YVA-selostukseen tulee tarkistaa lainsäädäntöä, Olkiluodon loppusijoituslaitoksen voimassaolevaa käyttö lupaa ja STUKin YVL-ohjeita koskevien viittausten ajantasaisuus.

STUKin lausunnon mukaan YVA-selostuksessa on huomioitava, että jätteen käsittelyyn kuuluvat myös jätteen aktiivisuuden määrittäminen, jätteiden lajittelu aktiivisuuden ja materiaalin mukaan sekä jättekirjanpito. Käytöstäpoiston yhteydessä syntyvän purku- ja huoltojätteen pakkaamisen menettelyjä on tarkennettava YVA-selostuksessa tai viimeistään lopullisessa käytöstäpoistosuunnitelmassa.

Olkiluodon kaavoitusta koskevaa tekstiosuutta on tarkennettava YVA-selostuksessa, koska se sisältää virheitä ja epätarkkuuksia. Kuvauksessa on muun muassa sekoitettu käytetyn polttoaineen ja yhdyskuntajätteen käsittelyalueet.

STUK pyytää huomioimaan, että STUK ei myönnä muutoksia käyttö lupaehtoihin. Käyttö lupaehtojen uudistamista käsittelevästä kappaleesta puuttuu maininta ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta valvonnasta sekä kohdasta 11.3.6 viittaus YVL-ohjeeseen D.1, joka käsittelee ydinmateriaalivalvonnan menettelyt käytöstä poistoon asti. Kohdassa 11.3.7 ei ole mainintaa tuoreesta polttoaineesta, jonka kuljettaminen ja vienti edellyttävät myös ydinenergiain lain mukaista lupaa. YVA-selostuksessa tulisi huomioida selkeämmin myös käytetyn ydinpolttoaineen vienti, jossa on noudatettava EU:n direktiivin 2006/117 määräyksiä. Määräykset on yksityiskohtaisesti kuvattu STUKin ohjeessa ST 5.7.

Helsingin kaupunki

Helsingin kaupunki toteaa, että YVA-ohjelma on laadittu huolellisesti. Tiedonkulun ja prosessin sujuvan toiminnan takaamiseksi on perustettu laaja seurantaryhmä, joka on poikkeuksellista YVA-menettelyissä. Ympäristövaikutusten tarkastelualueeksi on määritelty tutkimusreaktorin ympäristö Otaniemessä noin kahden kilometrin säteellä. Vaikutusalueen rajaukselle ei esitetä perusteluja. YVA-ohjelmassa ei kerrota myöskään, kuinka laajaa vaikutusaluetta kuljetusreittien läheisyydessä on tarkoitus arvioida. Asiasta olisi hyvä mainita ohjelmassa.

Eurajoen kunta

Eurajoen kunta toteaa lausunnossaan, että arviointiohjelma pitää sisällään riittävän suunnitelman siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Kunnanhallitus pitää hyvänä, että vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan myös käytetyn polttoaineen ja purkujätteen kuljettamisen vaikutuksia kuljetusreittien lähiympäristössä sekä mahdollisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen ympäristössä. Kunnanhallitus haluaa korostaa, että hankkeeseen liittyy toiminnasta syntyneen käytetyn polttoaineen, muun radioaktiivisen jätteen ja purkujätteen mahdollinen erityiskäsittely, kuljetus, välivarastointi ja loppusijoitus. Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ei sisälly Posivan periaatepäätöksiin eikä rakentamislupahakemukseen.

Ahvenanmaan valtionvirasto

Ahvenanmaan valtionvirasto odottaa, että YVA-selostuksessa esitetään tarkempi kuvaus kuljetusreiteistä ja kuljetuksiin liittyvistä turva- ja valmiusjärjestelyistä sekä kuljetusten järjestämisestä, kuljetuksiin liittyvistä terveysvaikutuksista. YVA-selostuksessa pitää esittää erilaiset onnettomuusmahdollisuudet ja onnettomuuksien vaikutukset sekä pelastustoimet. Lisäksi on esitettävä, miten onnettomuuksiin varaudutaan ja miten niitä estetään. YVA-selostuksessa on käsiteltävä yhteistyötä merenkulun ja pelastusviranomaisten välillä.

Aalto-yliopisto

Aalto-yliopisto toteaa, että YVA-ohjelman laajuus on puutteellinen. Reaktorirakennuksen jatkokäyttö missään muussa tarkoituksessa ei todennäköisesti ole mahdollista, vaikka tilat voitaisiin mittauksin todeta puhtaiksi radioaktiivisista aineista. Olisi äärimmäisen poikkeuksellista, että käytöstä poistettu reaktorirakennus otettaisiin jälkeensä muuhun käyttöön. Maailmanlaajuinen käytäntö on ollut, että myös rakennus puretaan. Tutkimusreaktorista peräisin olevia radioaktiivisia aineita on käsitelty muissakin VTT:n käytössä olevissa rakennuksissa (sivutilat), jotka ovat voineet kontaminoitua. YVA-ohjelmassa on huomioitava koko reaktorirakennuksen purkaminen ja sivutilojen puhdistaminen.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Lappeenrannan teknillinen yliopisto toteaa, että YVA-ohjelma on laadittu sisällöltään asianmukaiseksi ja kattavaksi. Itse reaktorin ja sen aktiivisimpien osien kuvaus on melko yllävalkainen. YVA-ohjelmassa on hahmoteltu pääpiirteissään käytöstä poistoon ja reaktorin purkamiseen tarvittavat toimenpiteet. YVA-selostuksessa olisi hyvä esittää tarkemmin, millä menetelmillä ja millaisilla laitteilla purkamiseen liittyvät aktiivisten osien pilkkominen ja kompaktointi tultaisiin tekemään, jotta työvaiheisiin liittyvät säteily- ja vastaavat suojelutoimet ja niiden mahdollisesti tuottama lisäjäte tulisi huomioiduksi. Hyvä olisi myös tarkastella, olisiko mahdollista saavuttaa synergiaetuja tutkimusreaktorin purkuhankkeen ja samassa kiinteistössä sijaitsevan kuumakammionlaboratorion käytöstäpoistamisen kesken. YVA-ohjelmasta ei käy ilmi, onko yhteistyön mahdollistava sopimusjärjestely ydinvoimalaitosten kanssa olemassa tai tekeillä. YVA-selostuksessa tulisi selkeästi huomioida tutkimusreaktoria purettaessa muodostuvan jätteen erikoislaatuinen koostumus, sillä voimalaitosten matala- ja keskiaktiivisiin jätteisiin ei sisälly samanlaisia määriä tai yhdistelmiä aktivoituneita alumiinia, grafiittia tai fluoria. Mainittujen aineiden kuljetus- ja loppusijoituspakkauksille asetettavista vaatimuksista ei ole Suomessa aiempaa kokemusta. YVA-selostusvaiheessa olisi syytä täsmentää tutkimusreaktorille spesifisten jättemateriaalien käsittelyä ja vaikutusta loppusijoitukseen sekä työ- että pitkäaikaisturvallisuuden kannalta.

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri toteaa, että sillä ei ole lisättävää aikaisempiin lausuntoihin. Sairaanhoitopiiri puoltaa ns. nollavaihtoehdon toteuttamista.

Fortum Power and Heat Oy

Fortum toteaa, että esitetty toimintatapa voi kokonaisuuden kannalta olla tarkoituksenmukainen, mutta huomauttaa, että esitetty strategia edellyttää sopimusten tekoa osapuolien välillä, useiden teknisten ja hallinnollisten kysymysten ratkaisemista sekä sellaista tutkimus- ja kehitystyötä, jolla varmistetaan jätteen loppusijoitettavuus. Tutkimusreaktorin käytetyn polttoaineen välivarastointi Loviisan käytetyn polttoaineen varastoon olisi hyvin haastavaa, joten välivarastoinnissa olisi tarkoituksenmukaista käyttää jotakin muuta teknistä konseptia. YVA-ohjelmassa esitettyä purkamiseen liittyvää strategiaa olisi hyvä hieman täsmentää ja tarkentaa. Esimerkiksi matala- ja keskiaktiivisen jätteen osalta tulisi tarkastella tarkemmin mahdollisuuksia välivarastoinnin järjestämiseksi VTT:n omien tilojen yhteyteen. YVA-ohjelmassa esitetystä poiketen Loviisassa ei ole suoraan osoittaa käyttöön sopivia tiloja. Varsinkin valvonnasta vapautettava jäte voi olla kustannustehokkaampaa välivarastoida valmiissa tiloissa kuin se, että välivarastointia varten rakennetaan kokonaan uudet tilat. Mahdollisuus ydinjätteen valvonnasta vapauttamiseen tulisi ottaa jätehuoltostrategiassa paremmin huomioon. Koska kyse on käytöstäpoiston YVA-ohjelmasta ja koska ydinvoimalaitosten purkujätteen loppusijoitukselle tullaan aikanaan tekemään oma YVA, olisi raportissa tar-

koituksenmukaista painottaa enemmän itse purkutöiden ja purkutöiden aikaisten mahdollisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden ympäristövaikutuksia.

Posiva Oy

Posivalla ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmaan.

Teollisuuden Voima Oyj

TVO esittää, että TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköillä ei ole sellaisia lupia, jotka mahdollistaisivat tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin laitosalueella. TVO:n voimalaitosjätteen loppusijoitustilan (VLJ-luola) käyttöluvassa ei ole tutkimusreaktorin voimalaitos- ja purkujätteen loppusijoittamisen edellyttämää lupaa tai lupaa jätteen välivarastointiin. Posiva Oy:lle ei ole myönnetty sellaista periaatepäätöstä, jonka mukaan tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen Posiva Oy:n loppusijoituslaitokseen olisi yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Vaihtoehtoisten suunnitelmien toteuttaminen edellyttää yksityiskohtaisia sopimuksia asianomaisten toimijoiden välillä. Tällaisista yksityiskohtaisista sopimuksista ei ole neuvoteltu TVO:n kanssa. YVA-ohjelmassa esitetyt TVO:ta koskevat vaihtoehtoiset suunnitelmat vaativat pitkäaikaisia lupaprosesseja sekä ydinenergialain mukaisia viranomaisten päätöksiä ja lupia.

YVA-ohjelmassa esitetään purku- ja huoltojätteen välivarastoinnille ja loppusijoitukselle vain sellaiset vaihtoehdot, jotka edellyttävät Suomessa toimivien ydinvoimayhtiöiden tilojen käyttöä. Erityisesti sellaisten jätelajien, kuten grafiitti, alumiini ja sädehoitoaseman fluoria sisältävä hidastinmateriaali, varastointi ja loppusijoitus sekä mahdolliset käsittelymenetelmät edellyttävät erillisiä lisäselvityksiä ja vaihtoehtoisten loppusijoitustapojen esittämistä.

3.2 Muut lausunnot ja mielipiteet

YVA-ohjelmasta jätettiin yksi yksityishenkilön mielipide. Siinä esitetään, että YVA-ohjelmaa tulisi täydentää koskien hankkeen vaikutuksia ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Arvioinnissa olisi kiinnitettävä huomiota niihin vaikutuksiin, joita aiheutuisi reaktorin käytöstäpoistosta verrattuna käytön jatkamiseen. Käytöstäpoisto vaikuttaisi terveydenhuoltoon, tutkimukseen ja koulutukseen. Arvioinnissa tulisi kiinnittää huomiota myös aikajänteisiin: pitkittynyt käytöstäpoistoprosessi verrattuna käytön jatkamiseen siihen asti, että käytöstäpoistotoimet jätteiden loppusijoitukseen voidaan toteuttaa tiiviissä aikataulussa.

4 Yhteysviranomaisen lausunto

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että VTT:n YVA-ohjelma kattaa YVA-lainsäädännön sisältövaatimukset ja se on käsitelty YVA-lainsäädännön vaatimalla tavalla. Annetuissa lausunnoissa YVA-ohjelmaa on pidetty pääosin asianmukaisena ja kattavana. TEM toteaa, että YVA-ohjelmaa on kuitenkin tarkastettava ja YVA-selostus laadittava siten, että kaikki tässä luvussa esitetyt yhteysviranomaisen lausunnon eri kohdat huomioidaan asianmukaisesti.

Lisäksi lausunnoissa on esitetty muitakin kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin hankkeesta vastaavan on syytä kiinnittää huomiota siltä osin kun on tarpeen YVA-selostuksen tekemiseen. YVA-selostuksessa hankkeesta vastaavan on asianmukaisesti ja riittävässä määrin vastattava esille tulleisiin kysymyksiin.

Lausunnoissa selkeästi osoitetut puutteet, epä johdonmukaisuudet tai virheelliset tiedot on korjattava. TEM 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.

4.1 Hankekuvaus ja vaihtoehdot

YVA-ohjelmassa esitetään hankkeen koko elinkaari mukaan lukien ydinjätehuolto loppusijoituksineen. Annetuissa lausunnoissa esitetään, että purkutyön laajuus pitäisi käydä paremmin ilmi ja että purkutyö pitäisi ulottaa rakennukseen, jossa reaktori sijaitsee. TEM katsoo, että arviointia tulee täydentää kuvaamalla havainnollisesti, miltä reaktorirakennus näyttää purkutyön ja käytöstäpoiston päättymisen jälkeen. Lisäksi on tarkasteltava mahdollisuuksia rakennuksen purkamiseen.

YVA-ohjelmassa esitetään välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdot sekä todetaan, että niitä tarkastellaan tarkemmin YVA-selostuksessa. Arvioitavia vaihtoehtoja alavaihtoehtoineen on pidetty lausunnoissa selkeinä, mutta niihin liittyen on esitetty useita tarkennuksia. TEM katsoo, että välivarastointia ja loppusijoitusta on perusteltua tarkastella erikseen ja esittää YVA-selostuksessa, mitä vaihtoehtojen toteuttaminen edellyttää hankkeesta vastaavalta. Välivarastointiin osalta on arvioitava sen kesto ja tarkasteltava sen toteuttamista myös Otaniemessä sekä tuotava esille, edellyttääkö välivarastointi esimerkiksi uusien tilojen rakentamista. Loppusijoituksen osalta on tarkasteltava, mitä vaatimuksia tutkimusreaktorin purku- ja huoltojäte sekä käytetty polttoaine asettavat sijaintipaikalle ja mitä niiden loppusijoitus edellyttävät tutkimusreaktorin hankkeesta vastaavalta.

YVA-ohjelmassa esitetään yhtenä vaihtoehtona käytetyn ydinpolttoaineen palautus Yhdysvaltoihin ja todetaan, että YVA-selostuksessa esitetään polttoaineen kuljetuksiin liittyvät vaikutukset. Lausunnoissa pidetään arviointia suppeana ja esitetään täydennyksiä mm. kuvauksiin ja perusteluihin. TEM esittää, että on perusteltua täydentää arviointia lausunnoissa esitetyillä seikoilla ja kuvata yleispiirteisesti myös tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus Yhdysvalloissa ja sen käsitteilyä sekä niihin liittyviä vaikutuksia. TEM huomauttaa lisäksi, että YVA-

selostuksessa otetaan huomioon myös sellaiset seikat, joita käytetyn ydinpolttoaineen vastaanottaja mahdollisesti edellyttää YVA-selostukselta.

YVA-ohjelmassa esitellään tutkimusreaktorista peräisin olevat ydinjätteet ja yhtenä vaihtoehtona esitetään jätteen käsittelyä ulkomailla ja jätteen palautusta Suomeen loppusijoitettavaksi. Lausunnoissa on kiinnitetty huomiota tutkimusreaktorin jätteen erityispiirteisiin verrattuna voimalaitoksilta peräisin oleviin jätteisiin ja esitetty sen huomioon ottamista arvioinnissa. TEM toteaa, että jäte on yksi merkittävin käytöstäpoiston vaikutus ja pitää perusteltuna, että arvioinnissa tuodaan selkeästi esille tutkimusreaktorin jätteen erityispiirteet ja niiden vaikutus koko hankkeen elinkaareen. Lisäksi arvioinnissa on perusteltua tuoda esille käsittelyn edellytykset ja hyödyt hankkeen elinkaaren kannalta.

4.2 Vaikutukset ja niiden selvittäminen

YVA-ohjelmassa todetaan, että YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoiston aiheuttamia ympäristövaikutuksia ja painotetaan merkittäviksi arvioituja ja koettuja vaikutuksia. YVA-ohjelmasta saaduissa lausunnoissa esitetään täydennyksiä arviotaviin vaikutuksiin. TEM toteaa, että YVA-laissa määritellyt vaikutukset on pääosin otettu YVA-ohjelmaan. Arviotavista vaikutuksista puuttuvat kuitenkin esimerkiksi vaikutukset rakennuksiin ja luonnonvarojen hyödyntämiseen. Lisäksi kuvaus vaikutuksista yhdyskuntarakenteeseen puuttuu. TEM pitää perusteltuna, että arvioinnissa keskitytään merkittäviin vaikutuksiin. Samalla TEM edellyttää, että tehdyt rajaukset ja valinnat perustellaan ja että niissä otetaan huomioon myös hanketyyppi ja sen erityispiirteet. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää ihmisiin kohdistuviin vaikutuksiin.

YVA-ohjelmassa esitetään, että tutkimusreaktorin ympäristövaikutusten arviointiin kuuluvat poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset ja että erityisesti tarkastelussa keskitytään tutkimusreaktorin purkamiseen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksiin. Lausunnoissa on painotettu onnettomuuksien huomioon ottamista ja erityisesti korostettu kuljetuksiin liittyvien onnettomuuksien tarkastelua. TEM edellyttää, että onnettomuuksien ja poikkeustilanteiden ja niiden vaikutusten lisäksi arvioidaan eri riskeihin varautumista. Lisäksi TEM edellyttää, että arviointi kattaa myös välivarastoinnin. Arvioinnin tulokset tulee esittää havainnollisesti.

YVA-ohjelmassa esitetään, että vaikutusten tarkastelualue on Otaniemessä tutkimusreaktorin ympäristö noin kahden kilometrin säteellä ja että kuljettamisen vaikutuksia arvioidaan kuljetusreittien lähiympäristössä. Lisäksi YVA-ohjelmassa esitetään tarkastelualueeksi mahdollisten väli-varastointi- ja loppusijoituspaikkojen ympäristöjä. Lausunnoissa huomautetaan, että perustelut kahden kilometrin tarkastelualueelle puuttuvat. TEM edellyttää, että YVA-selostuksessa esitetään perustelut kaikille tarkastelualueiden rajauksille.

YVA-ohjelmassa on esitetty arviointimenetelmät arviotavien vaikutusten yhteydessä. Lausunnoissa on esitetty täydennyksiä arviointiaineistoon. TEM edellyttää lisäksi, että arvioinnissa otetaan huomioon tutkimusreaktori ja sen jätteiden erityispiirteet.

4.3 Muut arvioinnissa huomioon otettavat

Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että YVA-selostuksessa tulee esittää hankkeen päivitetty aikataulu. Siinä tulee ottaa huomioon hankkeen liittyminen muihin YVA-ohjelmassa mainittuihin hankkeisiin.

TEM toteaa, että tässä YVA-menettelyssä on kyse tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta, jolloin on tarkoituksenmukaista arvioida ympäristövaikutuksia nimenomaan käytöstäpoiston ja purkamisen kannalta. Tämä tarkoittaa, että tässä YVA-menettelyssä välivarastointi Otaniemessä, kuljetukset vaihtoehtoisille paikkakunnille ja käytetyn polttoaineen palautus Yhdysvaltoihin kuuluvat yksityiskohtaisen arvioinnin piiriin.

Hankkeesta vastaava esittää YVA-ohjelmassa hankkeen koko elinkaaren ja siihen liittyen tunnistetut vaihtoehdot. TEM:n käsityksen mukaan on perusteltua tässä YVA-menettelyssä tarkastella vaihtoehtoja yleispiirteisesti ja ottaa huomioon lausunnoissa esitetyt täydennykset.

TEM muistuttaa, että YVA-selostuksen tarkoitus ei ole olla yksityiskohtainen eikä lopullinen käytöstäpoistosuunnitelma. Käytöstäpoistoa varten tarvitaan erillinen suunnitelma, jonka laatimisesta säädetään ydinenergialain 28 §:ssä ja hyväksymisestä ydinenergialain 7 g §:ssä.

4.4 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä

Työ- ja elinkeinoministeriö katsoo, että ympäristövaikutusten arviointimenettelyn aikaiset osallistumisjärjestelyt voidaan hoitaa YVA-ohjelmassa esitetyllä tavalla siten, että YVA-seurantaryhmän kokoonpanoa laajennetaan lausunnoissa esitetyiltä osilta. TEM pyytää harkitsemaan, miten osallistumisen vaikuttavuus tuodaan esille arviointiselostuksessa.

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.

4.5 Arviointiselostus, yhteysviranomaisen siitä antama lausunto ja käytöstäpoistolupa

YVA-ohjelmassa on esitetty tutkimusreaktorin purkamisen alustava aikataulu. VTT arvioi, että YVA-menettely olisi päättynyt vuoden 2014 loppuun mennessä. Hakemus käytöstäpoistolupaa varten olisi YVA-ohjelman mukaan vireillä ennen vuoden 2014 loppua.

TEM huomauttaa, että YVA-menettely on päättynyt, kun YVA-selostus on käsitelty asianmukaisella tavalla ja yhteysviranomaisen on antanut siitä lausunnon. Käytöstäpoistolupahakemuksessa on otettava huomioon YVA-menettelyssä esille nousseet asiat. Hakemus voidaan siten jättää, kun YVA-menettely on päättynyt.

5 Lausunnotta 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

Työ- ja elinkeinoministeriö toimittaa kopiot YVA-ohjelmasta saamistaan lausunnoista ja mielipiteistä hankkeesta vastaavalle. Kaikki TEM:n saamat lausunnot ja mielipiteet ovat nähtävissä internetissä.

Alkuperäiset asiakirjat säilytetään työ- ja elinkeinoministeriön arkistossa.



Jan Vapaavuori
Jan Vapaavuori
elinkeinoministeri



Jaana Avolahti
Jaana Avolahti
neuvotteleva virkamies

Tiedoksi:

Lausunnon antaneet viranomaiset ja ne yhteisöt, joilta TEM on pyytänyt ja saanut lausunnon