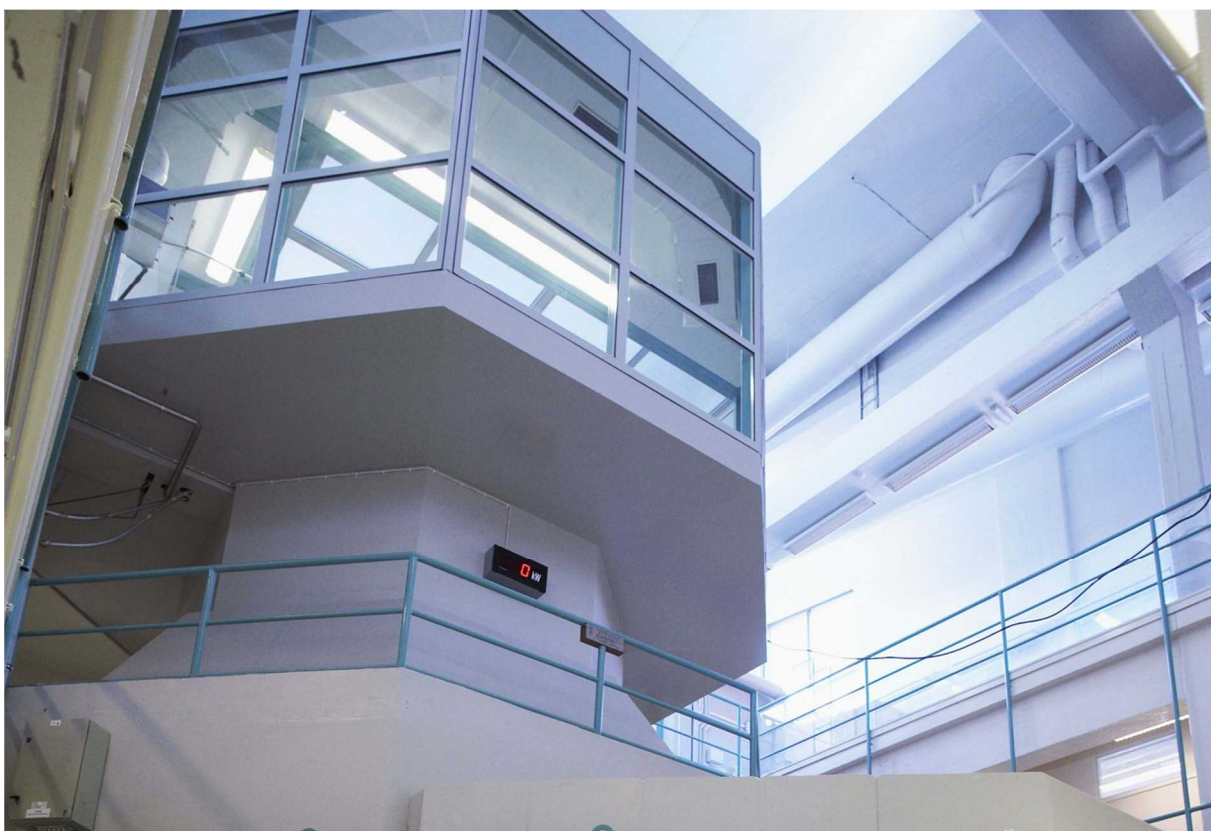




TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoisto

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma

COPYRIGHT © PÖYRY FINLAND OY

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

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO.....	5
TERMIT JA LYHENTEET	6
TIIVISTELMÄ.....	9
1 JOHDANTO	13
2 YVA-MENETTELY	14
2.1 LAINSÄÄDÄNTÖ.....	14
2.2 YVA-MENETTELYN TAVOITTEET JA SISÄLTÖ	14
2.3 YVA-MENETTELYN AIKATAULU.....	16
2.4 SUUNNITELMA TIEDOTTAMISESTA JA OSALLISTUMISESTA.....	17
2.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet hankkeen ympäristövaikutuksista.....	18
2.4.2 Seurantaryhmätyöskentely	18
2.4.3 Arviointiohjelman ja -selostuksen nähtävilläolo	19
2.4.4 Muu viestintä.....	19
3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT.....	20
3.1 HANKKEESTA VASTAAVA	20
3.2 HANKKEEN TAUSTA JA TARKOITUS	20
3.3 HANKKEEN AIKATAULUARVIO.....	21
3.4 SIJAINTI JA MAANKÄYTTÖTARVE	22
3.5 LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	23
3.5.1 Käytetty ydinpolttoaine	24
3.5.2 Purku- ja huoltojäte.....	26
3.5.3 Muut alueen hankkeet.....	27
3.6 ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	27
3.6.1 Toteutusvaihtoehdot.....	27
3.6.2 Nollavaihtoehto	30
3.6.3 Nykytila vertailukohtana	30
4 KÄYTÖSTÄPOISTON KUVAUS	31
4.1 TUTKIMUSREAKTORIN YLEISKUVAUS.....	31
4.1.1 Käyttötarkoitus.....	31
4.1.2 Reaktorin rakenne ja toiminta.....	31
4.2 KÄYTÖSTÄPOISTO.....	34
4.2.1 Käytöstäpoistomenetelmät	35
4.2.2 Käytöstäpoiston vaiheet.....	35
4.3 KÄYTÖSTÄPOISTON YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT	38
4.3.1 Ydinturvallisuus.....	38
4.3.2 Jätehuolto	39
4.3.3 Radioaktiivisten aineiden päästöt.....	43
4.3.4 Tavanomaiset päästöt	45
4.3.5 Melu, värinä ja pölyäminen.....	46
4.3.6 Muut vaikutukset	46
5 TUTKIMUSREAKTORIN YMPÄRISTÖN NYKYTILA	47
5.1 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ	47
5.2 MAISEMA, KAUPUNKIKUVA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ	48
5.3 IHMISET JA YHTEISÖT	48
5.4 KASVILLISUUS, ELÄIMISTÖ JA SUOJELUKOhteet	49
5.4.1 Kasvillisuus ja eläimistö	49
5.4.2 Luonnonsuojelualueet ja luontokohteet	49
5.5 MAA- JA KALLIOPERÄ SEKÄ POHJAVESI.....	51
5.6 VESISTÖT	51
5.7 LIIKENNE	52
5.8 MELU JA TÄRINÄ.....	53
5.9 ILMASTO JA ILMANLAATU	54

5.9.1	Tavanomaiset päästöt.....	54
5.9.2	Radioaktiivisten aineiden päästöt.....	54
5.10	SÄTEILY	55
6	VAIHTOEHTOISTEN VÄLIVARASTOINTI- JA LOPPUSIJOTUSPAIKKOJEN YMPÄRISTÖN NYKYTILA SUOMESSA	56
6.1	OLKILUOTO	56
6.1.1	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	56
6.1.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	58
6.1.3	Ihmiset ja yhteisöt.....	58
6.1.4	Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	58
6.1.5	Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi.....	59
6.1.6	Vesistöt	60
6.1.7	Liikenne	61
6.1.8	Melu ja värinä	61
6.1.9	Ilmasto ja ilmanlaatu.....	62
6.1.10	Säteily.....	62
6.2	LOVIISA	63
6.2.1	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	63
6.2.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	65
6.2.3	Ihmiset ja yhteisöt.....	65
6.2.4	Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet	65
6.2.5	Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi.....	66
6.2.6	Vesistöt	67
6.2.7	Liikenne	68
6.2.8	Melu ja värinä	68
6.2.9	Ilmasto ja ilmanlaatu.....	68
6.2.10	Säteily.....	69
7	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT	70
7.1	ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET JA ARVIOINNIN RAJAUS	70
7.2	VAIKUTUKSET YHDYSKUNTARAKENTEeseen JA MAANKÄYTTÖÖN.....	71
7.3	VAIKUTUKSET MAISEMAAN JA KULTTUURIYMPÄRISTÖÖN.....	71
7.4	VAIKUTUKSET KASVILLISUUTEEN, ELÄIMIIN JA SUOJELUKOHTEISIIN	71
7.5	VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN SEKÄ POHJAVESIIN	72
7.6	VAIKUTUKSET VESISTÖIHIN	72
7.7	KULJETUSTEN JA MUUN LIIKENTEEN VAIKUTUKSET	72
7.8	MELU- JA VÄRINÄVAIKUTUKSET	72
7.9	ILMANLAATUUN JA ILMASTOON KOHDISTUVAT VAIKUTUKSET	72
7.10	JÄTTEET JA NIIDEN KÄSITTELYN VAIKUTUKSET	73
7.11	VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN, ELINOLOIHIN JA Viihtyvyyteen.....	73
7.12	POIKKEUS- JA ONNETTOMUUSTILANTEIDEN VAIKUTUKSET	73
7.13	Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa	74
7.14	NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	74
7.15	Vaihtoehtojen vertailu.....	74
8	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	75
9	EPÄVARMUUSTEKIJÄT	75
10	VAIKUTUSTEN SEURANTA.....	75
11	HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET	76
11.1	KAARVOITUS.....	76
11.2	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI	76
11.3	YDINENERGIALAIN MUKAISET PÄÄTÖKSET JA LUVAT	76
11.3.1	Käyttölupa.....	76
11.3.2	Käyttöluvan ehtojen uudistaminen ja purkamislupa.....	76
11.3.3	Suunnitelma käytöstäpoistamisesta	77
11.3.4	Ydinjätehuoltovelvollisuus	77
11.3.5	Säteilylain mukainen turvallisuuslupa.....	78
11.3.6	YVL-ohjeet	78

11.3.7	<i>Kuljetusluvut ja muut ydinpolttoaineen siirtoihin liittyvät luvat.....</i>	79
11.4	MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAIN MUKAISET LUVAT	80
11.5	YMPÄRISTÖLUPA	80
11.6	MUUT LUVAT	80
12	LÄHDELUETTELO	81

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO**Hankkeesta vastaava:**

Teknologian tutkimuskeskus (VTT)

Yhteyshenkilöt: Teknologiapäällikkö Timo Vanttola ja tiimipäällikkö Petri Kotiluoto

Puhelin: 020 722 6357

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 Tiina Kähö

Puhelin: 010 33 21441

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

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-ohjelmassa 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.
Ar-41	Radioaktiivinen argon-41-isotooppi
Boorineutronikaappaushoito (BNCT)	Sädehoidon muoto, jolla hoidetaan syöpäpotilaita. Hoito kohdistuu esimerkiksi eräisiin aivokasvaimiin tai muihin pään ja kaulan alueen kasvaimiin.
Becquerel (Bq)	Radioaktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä atomin hajoamista sekunnissa. $1 \text{ TBq} = 1 \text{ Bq} \times 10^{12}$
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 puhdistuslaiteessa (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 isotooppeina.
Loppusijoitus	Ydinjätteiden sijoittaminen pysyväksi tarkoitettulla 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
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
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 suojakuoren 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.
Radioaktiivisuus	Radioaktiiviset aineet hajoavat spontaanisti kevyemmiksi alkuaineiksi tai saman alkuaineen sidosennergialtaan 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 isotooppituotantoon 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	United States Department of Energy. Yhdysvaltojen energiaministeriö.

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
Ydinaine	Ydinenergian tuottamiseen soveltuvat erityiset halkeamiskelpoiset aineet ja lähtöaineet, kuten uraani, torium ja plutonium.
Ydinlaitos	Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuina, ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia.
Ydinmateriaali	Ydinaineet sekä niihin liittyvät aineet, laitteet, laitteistot, tietoaineistot ja sopimukset.
Ydinpolttoaine	Ydinvoimalaitosten reaktoreissa käytettäväksi tarkoitettu uraani- tai plutoniumpitoinen 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

Hankkeesta vastaava, hankkeen tausta ja tarkoitus

Teknologian tutkimuskeskus VTT on käynnistänyt ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettelyn) FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistamisen ympäristövaikutusten selvittämiseksi. Ydinlaitoksen käytöstäpoistolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joihin ryhdytään radioaktiivisten aineiden poistamiseksi laitokselta toiminnan loputtua.

Espoon Otaniemessä sijaitseva tutkimusreaktori on yhdysvaltalainen Triga Mark II -tyyppinen vesijäähdytteinen avoallasreaktori. Tutkimusreaktoria on käytetty jo yli 50 vuoden ajan tutkimukseen, opetukseen, isotooppituotantoon sekä syöpähoitoihin. Se on tuottanut viime vuosina sädehoitopalvelua muun muassa pään ja kaulan alueen syöpiä sairastaville. Hoidot on tällä hetkellä keskeytetty hoitotoiminnan organisoinnista vastanneen yrityksen ajaututtua konkurssiin tammikuussa 2012. VTT on käynyt neuvottelevia toiminnan jatkamisesta usean eri tahon kanssa, mutta sopivaa toimijaa ei ole löytynyt.

Hankkeen tarkoituksena on lopettaa FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttö ja toteuttaa käytöstäpoiston toimenpiteet siten, että rakennus voidaan vapauttaa valvonnasta muuhun käyttöön. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi vuonna 2015, minkä jälkeen toteutettaisiin käytöstäpoiston edellyttämät toimenpiteet.

YVA-menettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa sekä päätöksenteossa. Samalla tavoitteena on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia hankkeen suunnitteluun. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

Tämän YVA-ohjelman ja siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta laaditaan ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus). Arviointiselostuksessa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista sekä yhtenäinen arvio niiden ympäristövaikutuksista. Selostukseen kootaan tiedot olemassa olevista ja menettelyn aikana tehdyistä ympäristöselvityksistä.

YVA-menettelyssä yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). Yhteysviranomainen pyytää YVA-menettelyn aikana lausuntoja eri viranomaisilta. Myös hankkeen lähialueen asukkailla, kansalais- ja ympäristöjärjestöillä ja muilla vastaavilla tahoilla on mahdollisuus ottaa kantaa tähän YVA-ohjelmaan, ympäristövaikutusten arviointiin ja hankkeeseen. YVA-menettelyn yhteysviranomaisen ilmoituksessa YVA-ohjelman nähtävilläolosta selviää tarkemmin, miten ja milloin mielipiteitä voi esittää. YVA-selostus tulee myös aikanaan nähtäville lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten.

Tarkasteltavat 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 mahdollinen välivarastointi sekä lop-

pusijoitus, joiden ympäristövaikutuksia tarkastellaan YVAssa erillisinä alavaihtoehtoina.

Nollavaihtoehtona tarkastellaan tilannetta, jossa tutkimusreaktorin käytöstäpoistoa ei toteuteta ja tutkimusreaktorin käyttö jatkuu.

Tutkimusreaktorin alueen ja sen ympäristön kuvaus

Sijainti, kaavoitus, kulttuuriympäristö ja väestö

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

Tutkimusreaktorin alue on osoitettu maakuntakaavassa taajamatoimintojen alueeksi sekä kulttuuriympäristön tai maiseman kannalta tärkeäksi alueeksi, tieksi tai kohteeksi. Yleiskaavassa alue on merkitty julkisten palvelujen ja hallinnon alueeksi (PY) ja kaupunkikuvallisesti arvokkaaksi alueeksi. Asemakaavassa alue on merkitty opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevalle korttelialueeksi (YO-1). Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto ei edellytä voimassa olevien kaavojen muuttamista.

Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalue on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö. Monet alueen keskeisistä rakennuksista ovat aikansa nimekkäimpien arkkitehtien suunnittelemia. Reaktorirakennus ei mitoitukseltaan tai luonteeltaan merkittävästi poikkea kampusalueen muusta rakentamisesta. Reaktorirakennus ei valmisteilla olevan asemakaavan perusteella kuulu Otaniemen suojeltavaan rakennuskantaan.

Otaniemen kaupunginosassa asui yhteensä 3630 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.

Luonnonolot

FiR 1 -tutkimusreaktori sijoittuu Laajalahden merenlahden lounaisosaan. Niemen itäpuolella on Otaniemen ja Lehtisaaren välinen salmi ja pohjois-länsipuolella on Laajalahden länsiosan Maarinlahti. Tutkimusreaktorin etäisyys merenrannasta on noin 250 metriä ja noin 100 metrin päässä tutkimusreaktorista sijaitsee pieni, noin 0,2 hehtaarin kokoinen, Ossinlampi.

Otaniemi on lähes kokonaan luonnontilaltaan muuttunutta rakennettua ympäristöä, jossa on jäljellä vain niukasti luonnonvaraista kasvillisuutta ja eläimistöä. Otaniemeen rajoittuva Laajalahden länsiosa on linnustoltaan kansainvälisesti arvokas, matala, avara ja ruovikkoinen merenlahti, joka kuuluu Laajalahden lintuveden Natura-alueeseen sekä IBA- ja FINIBA-linnustoalueisiin.

Otaniemen alueen kallioperä koostuu useista kivilajeista, mutta pääasiassa graniitista. Irtomaapeite on alueella ohut tai puuttuu paikoin kokonaan. Tutkimusreaktorirakennus ei sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle. Lähin luokiteltu pohjavesialue sijaitsee noin seitsemän kilometrin etäisyydellä rakennuksen länsipuolella.

Melu, liikenne ja ilmanlaatu

Alueella tehtyjen melumittausten mukaan tutkimusreaktorin ympäristössä melu on ollut enintään 50 desibeliä. Melu on ollut yöajan ohjearvon tasolla (50 dB) ja päiväaikaan alle ohjearvon (55 dB).

Tutkimusreaktorin aluetta kiertää Otakaari-niminen tie, joka johtaa Otaniementielle. Kehätie I sijaitsee noin 1,5 kilometrin päässä tutkimusreaktorista. Otaniementien keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2007 oli noin 11 800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Kehätien I liikennemäärä Länsiväylän ja Turunväylän (valtatie 1) välillä oli noin 29 300 vuonna 2012.

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Vuonna 2012 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä.

Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteily

Tutkimusreaktorin radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat 0,21 TBq ($2,1 \cdot 10^{11}$ Bq) vuonna 2012. Päästöt ilmaan ovat olleet selvästi alle niille asetettujen päästörajojen, suurimmillaan vain noin 17 prosenttia päästörajasta. Säteilyturvakeskus on asettanut vuosittaiseksi päästöräjäksi 3,7 TBq.

Tutkimusreaktorin päästöjen aiheuttama säteily ympäristössä on erittäin vähäistä luonnon taustasäteilyyn verrattuna ja selvästi alempi kuin päästörajoituksia vastaava säteilyannos. Säteilytasoja ja päästöjä valvotaan jatkuvasti.

Arvioitavat ympäristövaikutukset

YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan 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 kulttuuriperintöön
- luonnonvarojen hyödyntämiseen
- näiden tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Lisäksi huomioon otetaan sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

Hankkeen ympäristönäkökohtien alustavan tarkastelun perusteella hankkeella ei ole merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Lähinnä ympäristövaikutuksia voisi syntyä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa, mutta niiden todennäköisyys on hyvin pieni. YVA-selostuksessa ympäristövaikutusten merkittävyyttä tullaan arvioimaan muun muassa vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus.

Ympäristövaikutusten arviointi tehdään asiantuntijatyönä hyödyntäen olemassa olevaa tietoa ympäristön nykytilasta, FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyviä VTT:n selvityksiä, soveltuvin osin olemassa olevia tehtyjä ydinenergiaan ja ydinpolttoaineisiin liittyviä ympäristövaikutusten arviointeja sekä aiheeseen liittyviä mahdollisia muita julkaita selvityksiä. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa hyödynnetään muun muassa annettuja ohjearvoja, kuten radioaktiivisten aineiden päästörajoja sekä saatavilla olevaa tutkimustietoa.

Ympäristövaikutusten tarkastelualueeksi on määritelty Otaniemessä tutkimusreaktorin ympäristö noin kahden kilometrin säteellä. Vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan myös käytetyn ydinpolttoaineen ja purkujätteen kuljettamisen vaikutuksia kuljetusreittien lä-

hiympäristössä sekä mahdollisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen ympäristöissä.

Osallistumis- ja tiedottamissuunnitelma

Yhtenä YVA-menettelyn keskeisenä tavoitteena on edistää hankkeesta tiedottamista ja parantaa kansalaisten osallistumismahdollisuuksia.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestetään yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus, jossa esitellään arviointiohjelmaa. Tilaisuudessa yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arvioinnista. Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua.

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

Asukkaat ja muut asianomaiset voivat osallistua hankkeeseen esittämällä näkemyksensä yhteysviranomaisena toimivalle Työ- ja elinkeinoministeriölle YVA-ohjelman ja -selostuksen nähtävilläoloaikojen mukaisesti.

Aikataulu

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu toukokuussa 2013 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle marraskuussa 2013. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehdään vuoden 2014 tammikuun ja elokuun välisenä aikana. Alustavan aikataulun mukaisesti YVA-selostus on tarkoitus jättää yhteysviranomaiselle elokuussa 2014, jolloin hankkeen YVA-menettely päättyisi yhteysviranomaisen lausuntoon joulukuussa 2014.

JOHDANTO

VTT on käynnistänyt ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettelyn) FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistamisen ympäristövaikutusten selvittämiseksi. Ydinlaitoksen käytöstäpoistolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joihin ryhdytään radioaktiivisten aineiden poistamiseksi laitokselta laitoksen käyttöään päätyttyä tai toiminnan loputtua. 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.

Espoon Otaniemessä sijaitseva tutkimusreaktori on yhdysvaltalainen Triga Mark II -tyyppinen vesijäähdytteinen avoallasreaktori, joka on käynnistetty vuonna 1962. Tutkimusreaktorin ydinpolttoaine 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 sädehoito, tutkimus, opetus ja radioisotooppituotanto. Reaktori on edelleen käytössä muun muassa isotooppituotantoon, mutta viimeiset sädehoidot annettiin tammikuussa 2012. Tutkimusreaktorilla on voimassa oleva valtioneuvoston myöntämä käyttö lupa, 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, 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 purkaminen tai käytöstäpoistaminen.

YVA-menettelyssä tarkastellaan tutkimusreaktorin purkamisen lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen sekä purkujätteen kuljettamisen, välivarastoinnin ja soveltuvien osien 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.

Tässä ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa (YVA-ohjelma) esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista, tiedot hankkeen tarvitsemista luvista, kuvaus ympäristön nykytilasta sekä käytettävät arviointimenetelmät. Lisäksi esitetään suunnitelma arviointimenettelyn ja osallistumisen järjestämisestä sekä hankkeen suunnittelu- ja toteutusaiakataulu. YVA-ohjelmasta saadun yhteysviranomaisen lausunnon perusteella laaditaan raportti hankkeen ja sen vaihtoehtojen ympäristövaikutuksista (YVA-selostus).

2 YVA-MENETTELY

2.1 Lainsäädäntö

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

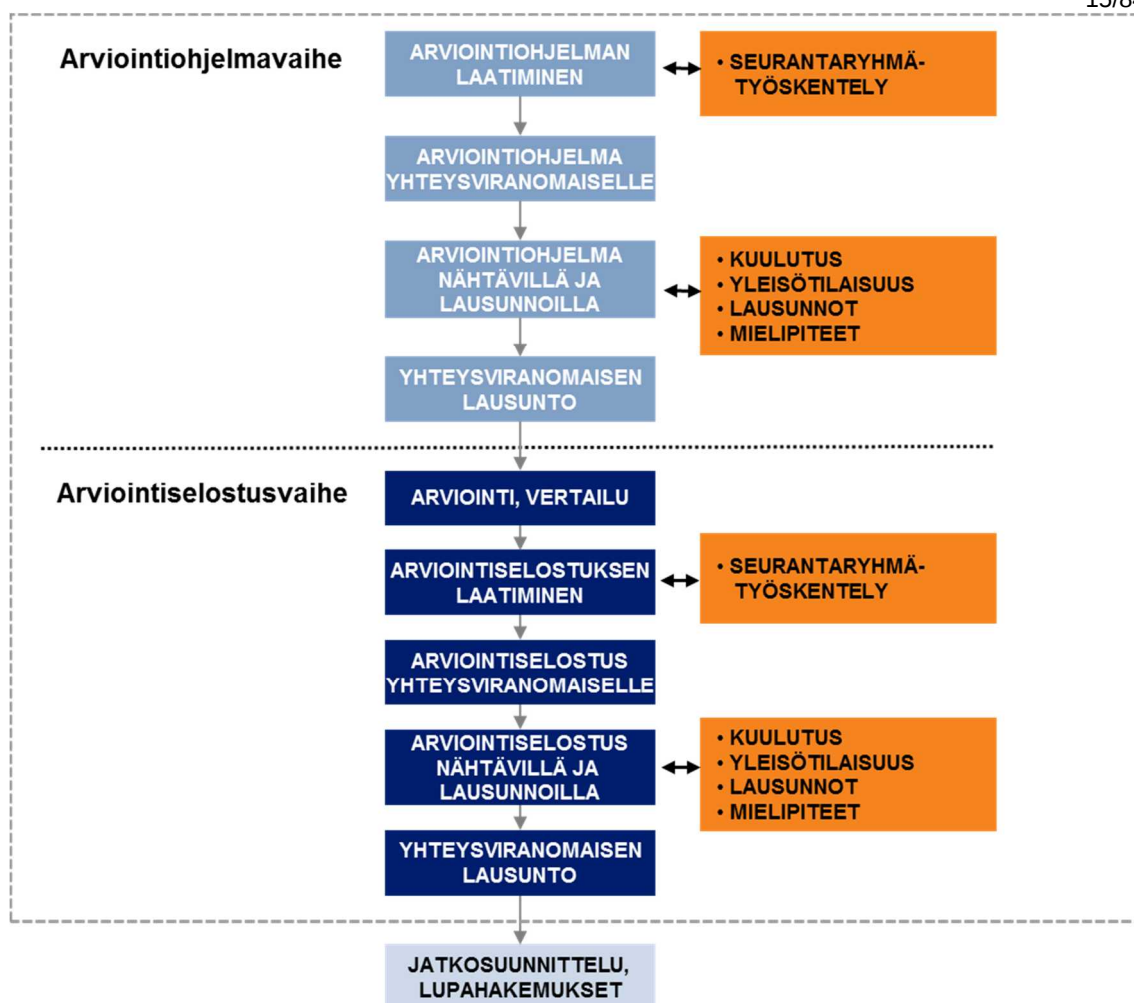
Hankkeet, joihin ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan, on ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain 4 §:n 1 momentin nojalla määritetty Valtioneuvoston asetuksessa ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006). YVA-asetuksen 2. luvun 6 §:n hankeluettelon 7b-kohdan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

2.2 YVA-menettelyn tavoitteet ja sisältö

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

Hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä lain mukaisessa arviointimenettelyssä ennen kuin ryhdytään ympäristövaikutusten kannalta olennaisiin toimiin. Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen tai tehdä muuta siihen rinnastettavaa päätöstä ennen arvioinnin päättymistä. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe (Kuva 2-1). Ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus) esitetään hankkeen kuvaus sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen aiheuttamista ympäristövaikutuksista.



Kuva 2-1. YVA-menettelyn vaiheet.

Arviointiohjelma

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

YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle. Ydinenergialaissa tarkoitettuja ydinlaitoksia koskevissa hankkeissa yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). Yhteysviranomainen pyytää lausuntoja ohjelmasta viranomaisilta ja asianosaisilta. Yhteysviranomainen kuuluttaa julkisesti sanomalehdissä ja internet-sivuillaan YVA-ohjelman asettamisesta nähtäville.

Nähtävillä olon aikana kansalaiset voivat esittää YVA-ohjelmasta mielipiteitään yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomainen kokoaa ohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet sekä antaa niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle.

Arviointiselostus

Varsinainen ympäristövaikutusten arviointityö tehdään arviointiohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon sekä muiden lausuntojen ja mielipiteiden perusteella.

Arviointityön tulokset esitetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus). YVA-selostuksessa esitetään muun muassa:

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

Yhteysviranomaisen kuuluttaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä vähintään kuukauden ajan, jolloin viranomaisilta ja asianosaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. YVA-menettely päättyy kun yhteysviranomaisen antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

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

2.3 YVA-menettelyn aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-2). Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu toukokuussa 2013 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyy virallisesti, kun YVA-ohjelma jätetään yhteysviranomaiselle marraskuussa 2013. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehdään vuoden 2014 tammikuun ja elokuun välisenä aikana. Alustavan aikataulun mukaisesti YVA-selostus on tarkoitus jättää yhteysviranomaiselle elokuussa 2014, jolloin hankkeen YVA-menettely päättyisi yhteysviranomaisen lausuntoon joulukuussa 2014.

Työn vaihe YVA-menettely	2013												2014											
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
YVA-ohjelma																								
Arviointiohjelman laatiminen																								
Arviointiohjelma yhteysviranomaiselle																								
Arviointiohjelma nähtävillä																								
Yhteysviranomaisen lausunto																								
YVA-selostus																								
Arviointiselostuksen laatiminen																								
Arviointiselostus yhteysviranomaiselle																								
Arviointiselostus nähtävillä																								
Yhteysviranomaisen lausunto																								
Osallistuminen ja vuorovaikutus																								
Seurantaryhmän kokoukset																								
Yleisötilaisuudet																								

Kuva 2-2. YVA-menettelyn suunniteltu aikataulu.

2.4 Suunnitelma tiedottamisesta ja osallistumisesta

Yhtenä YVA-menettelyn keskeisenä tavoitteena on edistää hankkeesta tiedottamista ja parantaa kansalaisten osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyn viestintä ja osallistumissuunnitelma on esitetty seuraavissa luvuissa YVA-menettelyn vaiheita noudattaen. Hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvat yhteisöt on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 2-3).



Kuva 2-3. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

2.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet hankkeen ympäristövaikutuksista

Työ- ja elinkeinoministeriö järjestää yhdessä hankkeesta vastaavan kanssa sekä YVA-ohjelma- että selostusvaiheessa yleisölle avoimet tiedotus- ja keskustelutilaisuudet.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestetään yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus YVA-ohjelman nähtävilläoloaikana. Tilaisuudessa esitellään hanketta, YVA-menettelyä ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä on tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa.

Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä.

2.4.2 Seurantaryhmätyöskentely

YVA-menettelyä tukemaan on perustettu seurantaryhmä, jonka tarkoitus on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavien, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmä seuraa kokouksissaan ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittää mielipiteitä ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen sekä sitä tukevien selvitysten laadinnasta.

Seurantaryhmään kutsuttiin seuraavat yhteisöt:

- Fortum Power and Heat Oy
- Teollisuuden Voima Oyj
- Posiva Oy
- Espoon kaupunki, tekninen ja ympäristötoimi
- Loviisan kaupunki, ympäristönsuojeluyksikkö
- Eurajoen kunta, ympäristötoimi
- Säteilyturvakeskus (STUK)
- Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos
- Länsi-Uudenmaan poliisilaitos
- Aalto Yliopisto, teknillisen fysiikan laitos, ydintekniikka
- Aalto Yliopisto, lääketieteellisen tekniikan ja laskennallisen tieteen laitos
- Aalto Yliopisto, fyysikkokilta
- Aalto Yliopisto, ylioppilaskunta
- Aalto Yliopistokiinteistöt Oy
- VTT, kiinteistöhallinta
- Suur-Tapiolan asukasfoorumi
- Suomen Luonnonsuojeluliitto
- Helsingin yliopisto
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Espoon kaupunki, rakennusvalvonta
- Indmeas Oy

Viranomaiset toimivat seurantaryhmässä alansa asiantuntijoina. Heidän kannanottonsa seurantaryhmässä eivät sido myöhemmin asiasta mahdollisesti annettavia viranomaislausuntoja.

Seurantaryhmä kokoontui YVA-ohjelmavaiheessa 10.10.2013. Kokouksessa keskusteltiin muun muassa käytetyn ydinpolttoaineen sekä käytöstäpoistossa syntyvän purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaihtoehdoista sekä käytöstäpoiston turvallisuudesta. Kokouksessa ja sen jälkeen saadut kommentit on otettu huomioon YVA-ohjelmaa laadittaessa, ja jatkossa ne ohjaavat myös YVA-menettelyn toteutusta sekä selostuksen laadintaa. Toisen kerran ryhmä kokoontuu kesällä 2014, jolloin kokouksessa käsitellään laadittuja selvityksiä ja YVA-selostuksen luonnosta.

2.4.3 Arviointiohjelman ja -selostuksen nähtävilläolo

Työ- ja elinkeinoministeriö ilmoittaa arviointiohjelman nähtävillä olosta sen valmistumisen jälkeen Espoossa, Helsingissä, Kauniaisissa ja Vantaalla. Käytössä ovat muun muassa työ- ja elinkeinoministeriön internet-sivut, kunnalliset ilmoitustaulut sekä alueellinen ja valtakunnallinen media.

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

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

2.4.4 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan myös yleisen tiedonvälityksen yhteydessä, kuten lehdistötiedotteiden tai hankkeesta vastaavan internet-sivujen välityksellä.

YVA-menettelyn aikana tapahtuvassa vuorovaikutuksessa seurataan paikallisten sidosryhmien näkemystä tiedonsaannin riittävydestä. Hankkeesta ja sen YVA-menettelystä tiedottamista pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan niin, että se vastaa mahdollisimman hyvin tiedon tarpeeseen.

3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT

3.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain tarkoittamana hankkeesta vastaavana toimii Teknologian tutkimuskeskus VTT:n ydinenergiatutkimus. FiR 1 -tutkimusreaktori on valtion omistama, mutta VTT hallinnoi reaktorin käyttöä.

Teknologian tutkimuskeskus VTT on työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalaan kuuluva virasto ja osa Suomen innovaatiojärjestelmää. Tutkimuskeskus on puolueeton ja voittoa tavoittelematon asiantuntijaorganisaatio, joka toimii asiakkaisiinsa nähden riippumattomasti (Laki (953/2010) Teknologian tutkimuskeskus VTT:stä).

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 2012 lopussa noin 2 800 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2012 oli noin 300 miljoonaa euroa.

3.2 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 vuonna 2015, minkä jälkeen toteutettaisiin käytöstäpoiston edellyttämät toimenpiteet.

FiR 1 -tutkimusreaktori on ollut käytössä vuodesta 1962 (Kuva 3-1). Tutkimusreaktoria on käytetty jo yli 50 vuoden ajan tutkimukseen, opetukseen, isotooppituotantoon sekä syöpähoitoihin. Se on tuottanut viime vuosina sädehoitopalvelua muun muassa pään ja kaulan alueen syöpiä sairastaville.

Reaktorin ylläpito on aiheuttanut VTT:lle usean viime vuoden ajan merkittävän taloudellisen rasitteen. VTT on esittänyt, että palveluiden ostajat maksaisivat jatkossa reaktorin toiminnasta syntyvät kustannukset. Ulkopuolisilta tahoilta ei ole kuitenkaan saatu rahoitukseen ja palveluiden ostoon liittyvää taloudellista sitoutumista. Potilassäteilytyspalveluiden tuottaminen ei ole VTT:n perustoimintaa, eikä sädehoitopalveluiden jatkaminen nykyisessä laajuudessaan ole taloudellisesti mahdollista. VTT:llä ei ole myöskään omia strategisia teknologisia kehityshankkeita, jotka edellyttäisivät reaktorin käytön jatkamista.

2000-luvulla reaktorin merkittävin toimintamuoto on ollut erityisesti kaulan ja pään alueen syöpiä sairastaville annettu boorineutronisädehoito (BNCT) ja siihen liittyvä tutkimus. Hoidot on tällä hetkellä keskeytetty hoitotoiminnan organisoinnista vastanneen Boneca Oy:n ajaututtua konkurssiin tammikuussa 2012. Boneca Oy:n omistivat HYKS Instituutti, VTT ja Sitra. VTT on käynyt neuvotteluja toiminnan jatkamisesta usean eri tahon kanssa, mutta sopivaa toimijaa ei ole löytynyt.



Kuva 3-1. Tasavallan presidentti Urho Kekkonen ampuu tehopolssin FIR 1 -tutkimusreaktorin avajaisissa vuonna 1962.

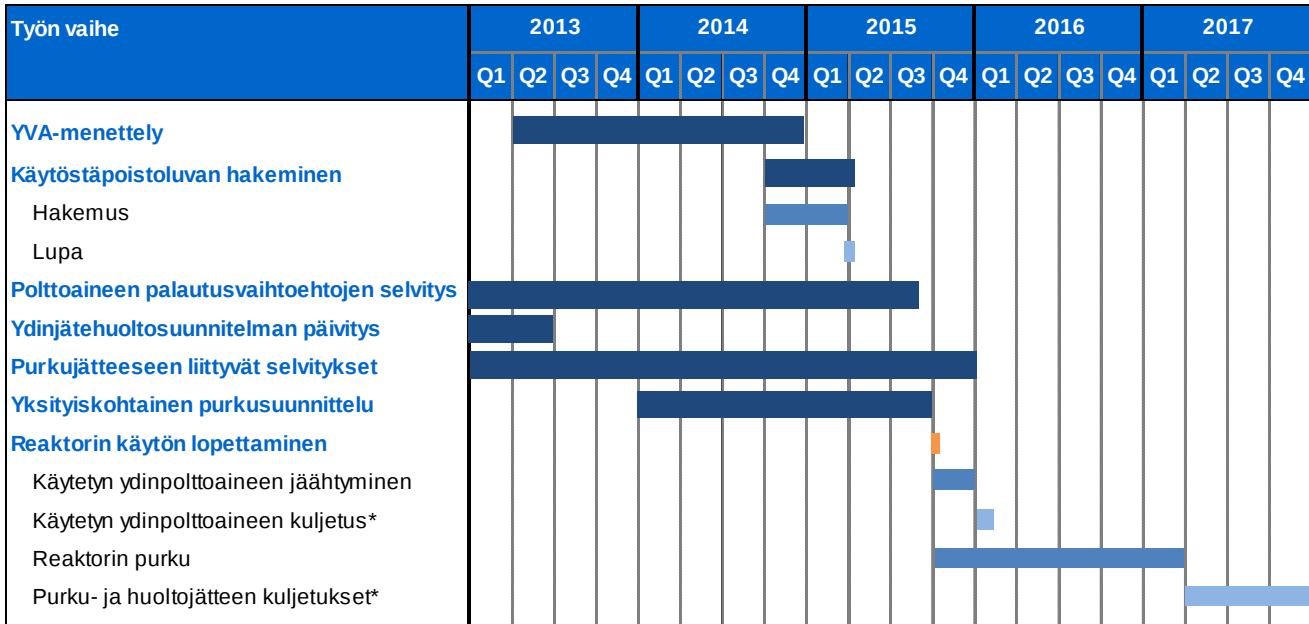
3.3

Hankkeen aikatauluarvio

Tutkimusreaktori on edelleen käytössä muun muassa isotooppituotantoon, mutta viimeiset sädehoidot annettiin tammikuussa 2012. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan reaktorin lopullinen sammuttaminen tapahtuisi vuonna 2015.

Käytöstäpoiston valmistelevan työvaiheen aikana laaditaan yksityiskohtainen käytöstäpoistosuunnitelma, purkamisaikataulu ja työohjeet sekä haetaan tarvittavat luvat. Valmistelevan työvaiheen on arvioitu kestävän noin kahdeksan kuukautta ja se voidaan aloittaa reaktorin vielä ollessa käytössä. Varsinaisen käytöstäpoisto- ja purkutyön arvioidaan kestävän noin 15 kuukautta. Kokonaisuudessaan hankkeen arvioidaan kestävän kaikkine työvaiheineen noin 2-3 vuotta.

Kuvassa 3-2 on esitetty tutkimusreaktorin purkamisen alustava aikataulu.



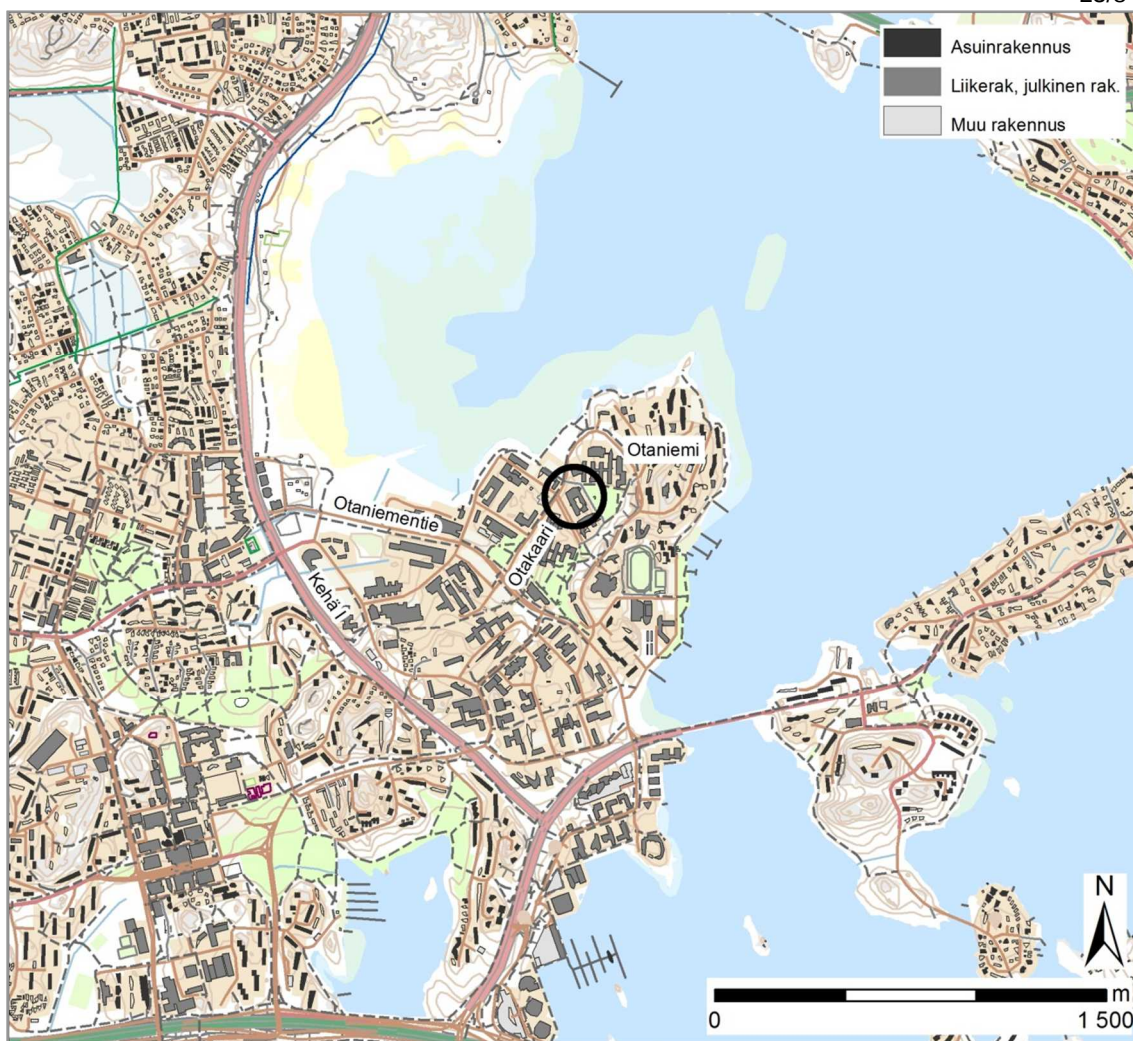
* käytetty ydinpolttoaine sekä purku- ja huoltojäte kuljetetaan pois tutkimusreaktorin alueelta välivarastointi-, loppusijoitus- tai jatkokäsittelypaikkoihin.

Kuva 3-2. FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisen alustava aikataulu.

3.4 Sijainti ja maankäyttötarve

FiR 1 -tutkimusreaktori sijaitsee Espoon Otaniemessä Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalueella (Kuva 3-3). 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.



Kuva 3-3. Tutkimusreaktorin sijainti Otaniemessä.

3.5 Liittyminen muihin hankkeisiin

Hankkeeseen liittyy tutkimusreaktorin toiminnasta syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen sekä muun radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen mahdollinen erityiskäsittely, kuljetus, välivarastointi sekä loppusijoitus. Ydinjätehuollon päävastuu on luvanhaltijalla (VTT). Käytetyn ydinpolttoaineen 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.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus voitaisiin toteuttaa palauttamalla käytetty ydinpolttoaine Yhdysvaltoihin jatkokäsiteltäväksi U.S.DoE:n (United States Department of Energy) palautusohjelman mukaisesti tai vaihtoehtoisesti toteuttaa loppusijoitus Suomessa yhteistyössä Posiva Oy:n kanssa. Muun radioaktiivisen huolto- ja purkujätteen varastointi- ja loppusijoitustoimenpiteet voitaisiin toteuttaa Suomessa yhteistyössä joko Fortum Power and Heat Oy:n tai Teollisuuden Voima Oyj:n kanssa. Purkujätteen osalta seurataan myös mahdollisuutta viedä osa tutkimusreaktorin jätteestä käsiteltäväksi ulkomaille ennen välivarastointia ja loppusijoitusta Suomessa.

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

3.5.1 Käytetty ydinpolttoaine

Idaho National Laboratory (INL)

Idaho National Laboratory (Idahon tutkimuskeskus INL) on U.S.DoE:n (United States Department of Energy) ydintekniseen tutkimukseen keskittynyt laitoskompleksi. Yhdysvaltojen Idahossa, Butlessa, sijaitseva laitosalue on yhteensä noin 2 300 km² kokoinen, ja se pitää sisällään muun muassa koereaktoreita, tutkimusrakennuksia ja käytetyn ydinpolttoaineen varastointialueen.

Idahon käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden varastointialue koostuu seitsemästä varastomodulista, joista jokaiseen mahtuu noin 4 500 kuutiometriä radioaktiivista jätettä pakkauksineen. Laitoksen kokonaiskapasiteetti on noin 31 000 kuutiometriä, jonka lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitoksen kapasiteetti on 6 500 kuutiometriä. Tällä hetkellä käytetyn ydinpolttoaineen varastossa säilytetään käytettyä ydinpolttoainetta maanpäällisissä välivarastointilaitoksissa sekä vesialtaissa että maanalaisissa kuivasäilöissä. U.S.DoE on selvittänyt uuden, pidempiaikaiseen varastointiin soveltuvan, välivaraston rakentamista Idahon laitosalueelle. Uudelle laitokselle on toteutettu ympäristövaikutusten arviointimenettely vuonna 2004. (*U.S. NRC 2004*)

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto on tarkoitettu lyhytaikaiseen varastointiin, jonka jälkeen ydinpolttoaine on tarkoitus mahdollisen jälleenkäsittelyn jälkeen loppusijoittaa. Yhdysvaltojen kansallinen ydinjätteen loppusijoitus suunnitelma on kuitenkin toistaiseksi avoinna, joten käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan tällä hetkellä määrittämättömän aikaa ennen kuin loppusijoitukselle on ratkaisu.

U.S.DoE on lupautunut vastaanottamaan maailmalla käytössä olevien Triga-tyyppisten tutkimusreaktoreiden käytettyä ydinpolttoainetta. Käytettyä ydinpolttoainetta otetaan vastaan toukokuuhun 2019 saakka. Euroopasta on viety Yhdysvaltoihin U.S.DoE:lle muutamien Triga-tutkimusreaktoreiden käytettyä ydinpolttoainetta. Vastuu vastaanottajalle on siirtynyt siinä vaiheessa, kun ydinpolttoainetta kuljettava laiva on saapunut vastaanottavan maan satamaan. Tästä eteenpäin käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä noudatetaan vastaanottajamaan lainsäädäntöä. (*IAEA 2006*)

VTT:llä on U.S.DoE:n palautusohjelman mukainen tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen palautusmahdollisuus Yhdysvaltoihin (*U.S. Department of Energy 2004*). Palautusohjelman tavoitteenaan on erityisesti ydinmateriaalien leviämisen estäminen eli aikanaan Yhdysvalloissa uraani-235-isotoopin suhteen väkevöidyn tutkimusreaktoreiden rauhanomaiseen käyttöön maailmalle jaetun uraanin kerääminen takaisin alkuperämaahan. Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) tukee tutkimusreaktoreiden ydinpolttoaineen palautusohjelmia (*Goldman, Adelfang & Ritchie: IAEA Activities Related to Research Reactor Fuel Conversion and Spent Fuel Return Programs*).

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. U.S.DoE edellyttää käytetyn polttoaineen palautuksesta erillistä sopimusta. VTT:llä on olemassa käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskeva sopimus pohja. Käytetyn ydinpolttoaineen palautusta koskevien kuljetusjärjestelyjen yksityiskohdista ja aikataulusta on myös sovittava. Kuljetusjärjestelyjen suunnittelussa voidaan muiden selvitysten

lisäksi hyödyntää aiemmista Triga-reaktoreiden ydinpolttoaineen kuljetuksista saatua kokemusta (IAEA 2006).

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

Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos

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.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle on toteutettu YVA-menettely 1997–1999 ja siihen liittyen eduskunta vahvisti vuonna 2001 periaatepäätöksen Suomessa nykyisin käytössä olevien reaktoriyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta (OL1, OL2, LO1 ja LO2). OL3-reaktoriyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskien eduskunta vahvisti periaatepäätöksen vuonna 2002. Vuosina 2008–2009 toteutettiin kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva YVA-menettely kattamaan OL4 ja LO3 -reaktoriyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus. Tähän mennessä on kaikkiaan vahvistettu periaatepäätökset yhteensä 9 000 uraanitonnin loppusijoittamisesta. Määrään sisältyy TVO:n OL1-, OL2-, OL3- ja OL4-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.

Suomessa toiminnassa olevien ydinvoimalaitosten käytetty ydinpolttoaine varastoidaan ennen loppusijoitusta ydinvoimalaitosten yhteyteen rakennettuihin käytetyn polttoaineen varastoihin (KPA-varastot). Varastointi jatkuu vuosikymmeniä aina käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen saakka. TVO:lla on Eurajoen Olkiluodossa KPA-varasto, jonne välivarastoidaan olemassa olevien OL1- ja OL2-yksiköiden sekä tulevien OL3- ja OL4-yksiköiden käytetty ydinpolttoaineet. Tarvittaessa varastoja voidaan laajentaa ja KPA-varaston laajennus toteutetaan Olkiluodossa vuosina 2011–2014. Fortumin LO1- ja LO2-yksiköiden käytetty ydinpolttoaine varastoidaan Loviisan voimalaitoksen yhteydessä olevassa KPA-varastossa.

Olkiluotoon loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen enimmäismäärä on Posivan periaatepäätöksen mukaan 9 000 tonnia urania. FIR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Olkiluotoon ei ole sisältynyt Posivan periaatepäätöksiin eikä Posivan vuonna 2012 jättämään rakentamislupahakemukseen. Posivan ja VTT:n välillä on tätä mahdollisuutta koskeva periaatesopimus, joka on alun perin solmittu VTT:n ja TVO:n välillä. Loppusijoitus Olkiluodossa edellyttää täsmennettyä yhteistyösopimusta Posivan kanssa ja useita teknisiä selvityksiä. Lisäksi toteutus vaatisi Posivaa koskevan valtioneuvoston tekemän ja eduskunnan vahvistaman periaatepäätöksen laajentamista siten, että se koskisi myös tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen lop-

pusijoitusta Olkiluodossa. FiR 1 -tutkimusreaktorista syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä on noin 0,025 tonnia uraania.

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

3.5.2 Purku- ja huoltojäte

Suomessa ydinjätehuoltovelvolliset TVO ja Fortum huolehtivat itse omien voimalaitostensa voimalaitosjätteen eli käytön aikana syntyvän huoltojätteen ja käytöstäpoistossa syntyvän purkujätteen varastoinnista, käsittelystä ja loppusijoituksesta voimalaitospaikoillaan. Myös Posiva on velvollinen huolehtimaan omassa toiminnassa syntyvästä huolto- ja purkujätteistään, vaikka ei vielä ole ydinjätehuoltovelvollinen.

Sekä TVO:n että Fortumin ydinvoimalaitospaikoilla on käytössä oleva loppusijoituslaitos, johon sijoitetaan käytön aikana syntyvä huoltojäte. Samojen laitosten yhteyteen on tarkoitus loppusijoittaa aikanaan voimalaitosten käytöstäpoiston yhteydessä syntyvä jätte. (Palomäki et al. 2012) Uusien ydinvoimalaitosyksiköiden (OL3, OL4 ja LO3) YVA-menettelyihin on aikanaan sisällynyt myös huolto- ja purkujätteen välivarastoinnin ympäristövaikutusten arviointi. Ydinvoimalaitosten reaktoriyksiköiden purkua ja purkujätteen loppusijoitusta koskevat YVA-menettelyt ydinvoimayhtiöt toteuttavat näiden ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöänsä päättämisen lähestyessä.

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneen huoltojätteen sekä käytöstäpoistossa syntyvän purkujätteen välivarastointi ja loppusijoitus Suomen nykyisillä voimalaitospaikoilla edellyttää VTT:ltä yhteistyösopimusta kyseessä olevan voimayhtiön kanssa ja asianmukaista luvitusmenettelyä osana näiden yhtiöiden omien laitos- ja purkujätteiden loppusijoitushankkeiden luvitusta.

Tutkimusreaktorin purkujätteen osalta seurataan mahdollisuutta viedä osa jätteestä käsiteltäväksi ulkomaille. Myös tässä tapauksessa loppusijoitus toteutettaisiin kuitenkin Suomessa.

Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluodon voimalaitosalue

TVO:n ydinvoimalaitosalueella Olkiluodossa olevia matala- ja keskiaktiivisten jätteiden välivarastoja (MAJ- ja KAJ-varastot) käytetään voimalaitosjätteen käsittely- ja pakkaus tiloina. MAJ-varastolla käsitellään lähinnä hyvin matala-aktiivista huoltojätettä ja annosnopeuden perusteella lajiteltu huoltojäte puristetaan paaleiksi ja kuljetetaan säteilykontrollin jälkeen voimalaitoksen kaatopaikalle. KAJ-varasto palvelee nykyisin erityisesti romun käsittelyä joko loppusijoitettavaksi tai valvonnasta vapautettavaksi.

Olkiluodossa on vuonna 1992 otettu käyttöön matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila, VLJ-luola. Luola ulottuu noin 100 metrin syvyydelle Olkiluodon kallioperään. Matala-aktiiviset jätteet sijoitetaan kalliosiiloon (noin 5 000 kuutiometriä) ja keskiaktiiviset jätteet toiseen kalliosiiloon rakennettuun teräsbetoniseen siiloon (noin 3 500 kuutiometriä). Luolaa tullaan laajentamaan OL3:n ja OL4:n 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 2007)

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 kiinteytetylle jätteelle. Fortumilla on lisäksi suunnitelmat purkujätteen loppusijoitukselle olettaen, että ydinvoimalaitosyksiköt ovat käytössä 50 vuotta.

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

3.5.3 Muut alueen hankkeet

Otaniemen alueen merkittävä infrastruktuuriin kohdistuva hanke on Länsimetron rakentaminen, jonka on suunniteltu valmistuvan vuonna 2015. Hankkeella ei kuitenkaan alustavasti arvioida olevan yhteisvaikutuksia FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kanssa, sillä tutkimusreaktorin purkaminen ja siihen liittyvät kuljetukset on suunniteltu tapahtuvan vasta vuoden 2015 jälkeen.

VTT:n Ydinturvallisuustalon rakentamisen Kivimiehentielle on määrä alkaa 2014 ja rakennus valmistunee vuonna 2016. Reaktorin välittömässä läheisyydessä ei ole lähivuosina alkamassa rakennushankkeita.

3.6 Arvioitavat vaihtoehdot**3.6.1 Toteutusvaihtoehdot**

Toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kahta päävaihtoehtoa:

- VE1: Välitön purkaminen
- VE2: Viivästetty purkaminen

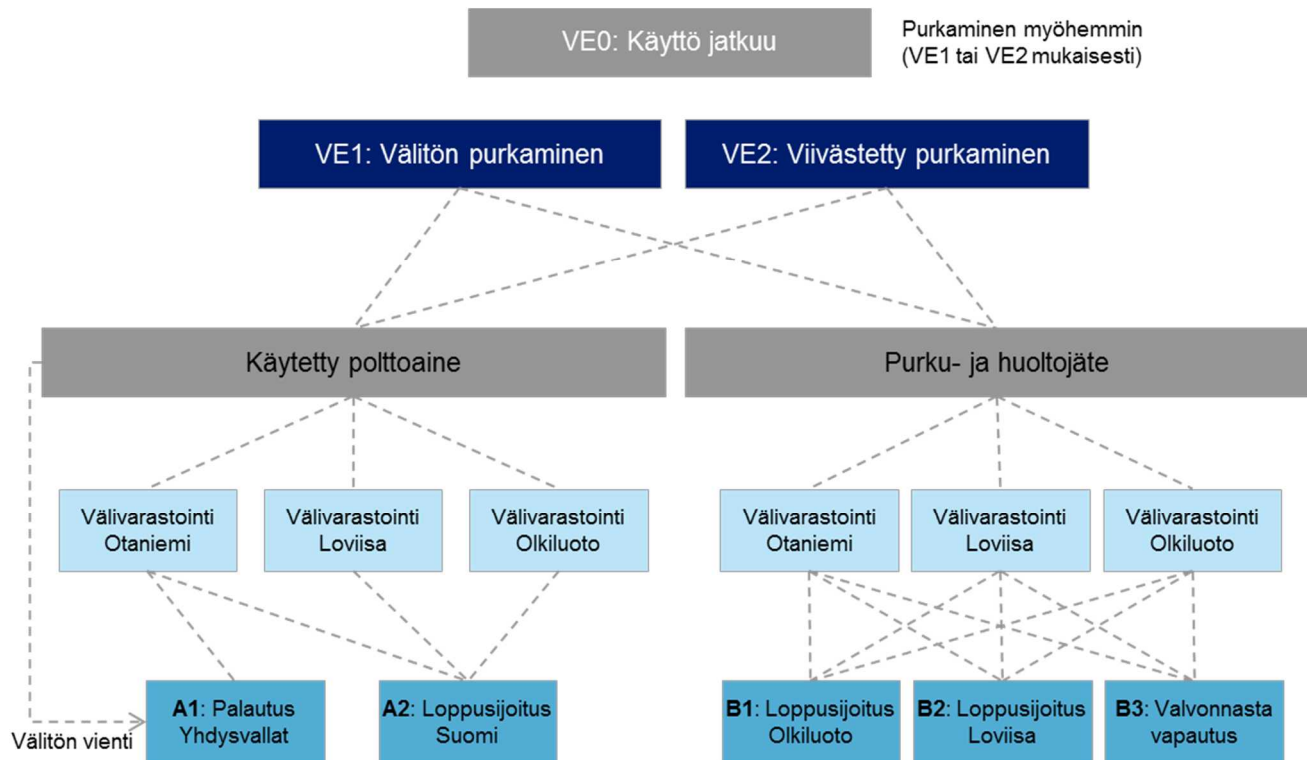
Välitön purkaminen (VE1) tarkoittaa tutkimusreaktorin kaikkien radioaktiivisten järjestelmien purkamista ja materiaalien siirtämistä pois laitokselta mahdollisimman pian toiminnan lopettamisen jälkeen. Kun laitos on todettu radiologisesti puhtaaksi, voidaan rakennus ja laitospaikka vapauttaa muuhun käyttöön.

Viivästetyssä purkamisessa (VE2) radioaktiivisten järjestelmien purkutyöt ja materiaalien siirtäminen pois laitokselta suoritetaan muutamien vuosien kuluessa käyttötoiminnan lopettamisesta. Purkujätteisiin sisältyvien radioaktiivisten aineiden määrä vähenee ajan myötä radioaktiivisen hajoamisen kautta, jolloin purkutyöt helpottuvat jonkin verran säteilytason laskiessa.

Molemmissa toteutusvaihtoehdoissa otetaan huomioon käytöstäpoiston purkutöiden yhteydessä syntyneiden jätteiden lisäksi tutkimusreaktorilla varastoitujen käytönaikaisten huoltojätteiden jatkokäsittely ja loppusijoitus.

Toteutusvaihtoehdoille on muodostettu erilliset alavaihtoehdot käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen vaihtoehtoisten välivarastointi- ja loppusijoitustoimenpiteiden mukaisesti oheisen kuvan mukaisesti (Kuva 3-4). Alavaihtoehdot on kuvat-

tu käytetyn ydinpolttoaineen osalta luvussa 3.6.1.1 ja purku- ja huoltojätteen osalta luvussa 3.6.1.2.



Kuva 3-4. YVAssa arvioitavat vaihtoehdot alavaihtoehtoihin.

3.6.1.1 Käytetty ydinpolttoaine

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

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

A1: Käytetyn ydinpolttoaineen palautus Yhdysvaltoihin (Butte, Idaho)

Yhdysvaltoihin U.S.DoE:lle mahdollisesti tehtävän käytetyn ydinpolttoaineen palautuksen osalta (A1) YVAssa tarkastellaan ainoastaan kuljetusten vaikutuksia. Vastuu ydinpolttoaineesta siirtyy vastaanottajalle siinä vaiheessa, kun ydinpolttoaineen kuljetus on saapunut satamaan Yhdysvalloissa ja tästä syystä jatkokäsittelyn tai loppusijoituksen ympäristövaikutuksia ei tarkastella tämän YVAn puitteissa.

Vienti Yhdysvaltoihin voidaan toteuttaa muutaman vuoden kuluttua reaktorin käytön lopettamisen jälkeen (välitön vienti) tai vaihtoehtoisesti pitkäaikaisemmin välivarastoinnin jälkeen. Välivarastointipaikkana olisi tällöin Otaniemi (Espoo), jossa käytetty ydinpolttoaine varastoitaisiin reaktorirakennuksessa jo nykyisin käytössä olevassa latinalaisessa käytetyn ydinpolttoaineen varastossa. Varastosta käytetty ydinpolttoaine kuljetettaisiin satamaan maanteitse ja satamasta edelleen Yhdysvaltoihin meriteitse.

A2: Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Suomessa (Olkiluoto, Eurajoki)

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus (A2) voitaisiin toteuttaa yhteistyössä Posiva Oy:n kanssa, mikäli luvussa 3.5.1 kuvatut edellytykset tälle vaihtoehdolle luo-

daan. Tällöin käytetty ydinpolttoaine loppusijoitettaisiin Olkiluotoon valmistuvaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen.

Jos käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Suomessa, sitä edeltää välivarastointi vaihtoehtoisesti Espoon Otaniemessä, Loviisan Hästholmenissa tai Eurajoen Olkiluodossa. Välivarastointi Otaniemessä toteutettaisiin reaktorirakennuksessa käytetyn ydinpolttoaineen varastossa. Loviisassa käytetty ydinpolttoaine välivarastoitaisiin Hästholmenissa Fortumin Loviisan voimalaitoksen yhteydessä olevassa käytetyn ydinpolttoaineen välivarastossa. Vaihtoehtona on myös välivarastointi Olkiluodossa TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen välivarastossa.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus erillisille välivarastointipaikoille ja niistä myöhemmin eteenpäin loppusijoituspaikalle toteutettaisiin joko maantiekuljetuksena tai maantiekuljetuksen ja merikuljetuksen yhdistelmänä.

3.6.1.2 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

B1: Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa (Hästholmen, Loviisa)

Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa voitaisiin toteuttaa Loviisan Hästholmenissa Fortumin ydinvoimalaitosyksiköiden yhteyteen voimalaitosalueelle louhitussa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilassa tai purkujätteiden loppusijoitusta varten myöhemmin louhittavassa tilassa.

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi ennen loppusijoitusta tapahtuisi joko Otaniemessä reaktorirakennuksen yhteydessä tai Loviisan Hästholmenissa Fortumin tai Eurajoen Olkiluodossa TVO:n ydinvoimalaitosalueella välivarastointiin osoitettavassa valvotussa tilassa tai matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusluolan yhteydessä olevassa eristetyssä tilassa. Huomioon otetaan myös mahdollisuus varastoida purku- ja huoltojätettä loppusijoitustilojen yhteyteen rakennettavaan omaan erilliseen pienjätteille suunniteltavaan tilaan. Välivarastointimahdollisuuksia Loviisassa tai Olkiluodossa tarkastellaan tarkemmin YVA-selostuksessa. Tilanteessa, jossa purku- ja huoltojäte loppusijoitetaan Loviisaan, on välivarastointi Loviisassa optimaalisin vaihtoehto.

Kuljetukset Otaniemestä välivarastointi- ja loppusijoitustiloihin toteutettaisiin todennäköisesti maantiekuljetuksina.

Purkujätteen grafiittiosien osalta seurataan myös mahdollisuutta käsitellä grafiittia ulkomailla hyödyntäen kansainvälisen kehitystyön tuloksia hankkeen myöhemmissä vaiheissa.

B2: Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa (Olkiluoto, Eurajoki)

Purku- ja huoltojätteen loppusijoitus Suomessa voitaisiin toteuttaa Olkiluodossa TVO:n ydinvoimalaitosten yhteyteen voimalaitosalueelle louhitussa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilassa tai purkujätteiden loppusijoittamista varten louhittavissa lisätiloissa.

Purku- ja huoltojätteen välivarastointi ennen loppusijoitusta tapahtuisi joko Otaniemessä reaktorirakennuksen yhteydessä, Eurajoen Olkiluodossa TVO:n tai Loviisan Hästholmenissa Fortumin ydinvoimalaitosalueella välivarastointiin osoitettavassa valvotussa tilassa tai matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusluolan yhteydessä olevassa eristetyssä tilassa. Huomioon otetaan myös mahdollisuus varastoida purku- ja huoltojätettä loppusijoitustilojen yhteyteen rakennettavaan omaan erilliseen pienjätteille suunniteltavaan tilaan. Välivarastointimahdollisuuksia Loviisassa tai Olkiluodossa tarkastellaan tarkemmin YVA-selostuksessa. Tilanteessa, jossa purku- ja huoltojäte loppusijoitetaan Olkiluotoon, on välivarastointi Olkiluodossa optimaalisin vaihtoehto.

Kuljetukset Otaniemestä välivarastointi- ja loppusijoitustiloihin toteutettaisiin todennäköisesti maantiekuljetuksina.

Purkujätteen grafiittiosien osalta seurataan myös mahdollisuutta käsitellä grafiittia ulkomailla hyödyntäen kansainvälisen kehitystyön tuloksia hankkeen myöhemmissä vaiheissa.

B3: Purku- ja huoltojätteen vapautus valvonnasta

Purku- ja huoltojätteen sisältämät radioaktiiviset aineet muuttuvat ajan kuluessa radioisotooppien puoliintuessa ympäristölle vaarattomiksi, jolloin kyseeseen voi tulla purku- ja huoltojätteen osittainen vapautus valvonnasta. Tällöin osa purku- ja huoltojätteestä voidaan joko välittömästi tai viiveen jälkeen vapauttaa valvonnasta ja siirtää esimerkiksi tavanomaiselle tai teollisuusjätteen kaatopaikalle sijoitettavaksi tai jatkokäsiteltäväksi sovellettavien aktiivisuuspitoisuusrajojen mukaisesti.

Valvonnasta vapautuksen menettelyjä ja vaiheita sekä vaatimuksia tullaan tarkastelemaan tarkemmin YVA-selostuksessa.

3.6.2 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 ydinpolttoainetta varastoidaan tällä hetkellä reaktorirakennuksessa käytetyn ydinpolttoaineen varastossa. Reaktorin käytön jatkuminen merkitsee ydinpolttoaineen varastoinnin jatkumista tai ydinpolttoaineen asteittaista siirtämistä tulevaisuudessa loppusijoitettavaksi.

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

3.6.3 Nykytila vertailukohtana

Ympäristön nykytila muodostaa lähtökohdan toteutusvaihtoehtojen vertailulle ja niiden vaikutusten arvioinnille. Ympäristön nykytila kuvataan käytettävissä olevan aineiston perusteella. Nykytila kuvataan tutkimusreaktorin ympäristön (Espoo, Otaniemi) lisäksi eri varastointi- ja loppusijoituspaikkavaihtoehtojen osalta Suomessa (Loviisa, Hästholmen ja Eurajoki, Olkiluoto) hyödyntäen niiden osalta aiemmin toteutettuja ympäristövaikutusten arviointeja (*Fortum Power and Heat Oy 2007 & 2008; Teollisuuden Voima Oyj 2007 & 2008; Posiva Oy 2008*).

4 KÄYTÖSTÄPOISTON KUVAUS

4.1 Tutkimusreaktorin yleiskuvaus

4.1.1 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 pitoisuuksiin 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.

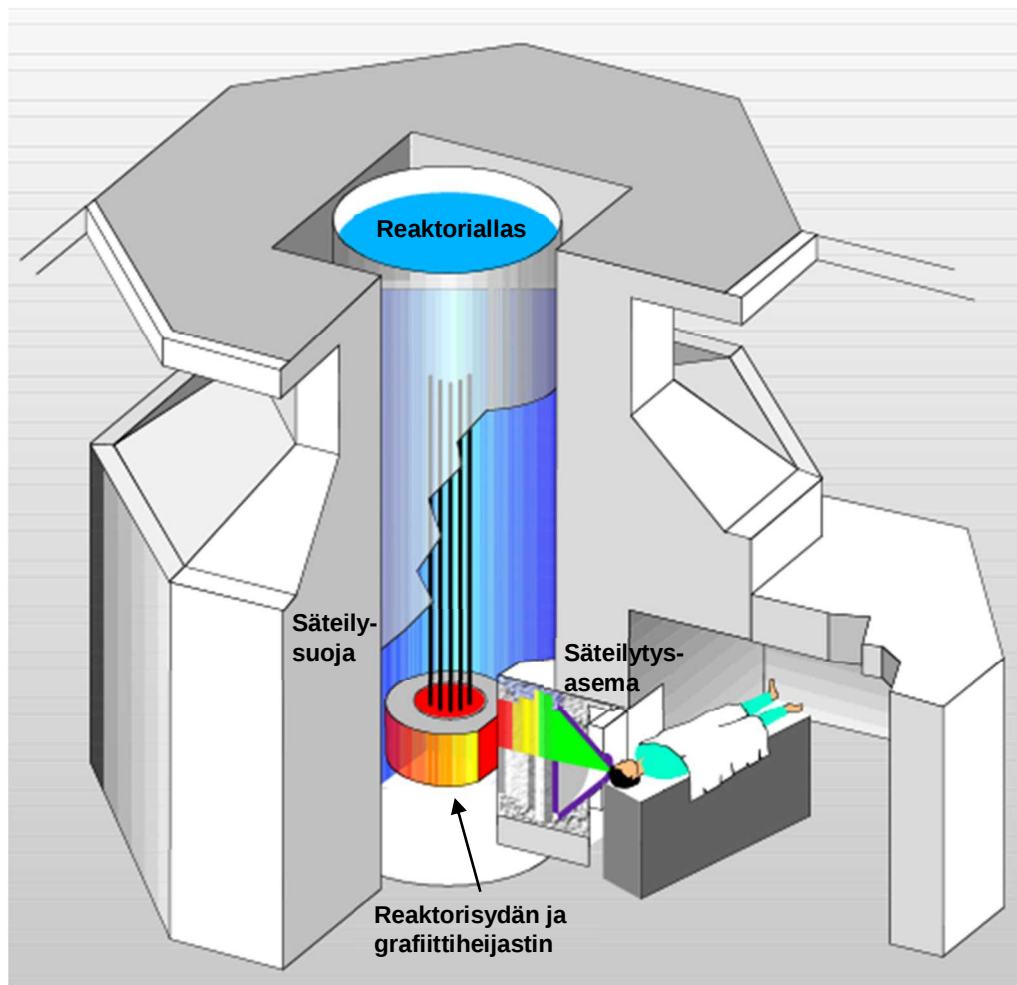
Tutkimusreaktoria käytetään myös säteilynkestävyystutkimuksiin, muun muassa rakenteilla olevan ITER-fuusioreaktorin magneettikenttää mittaamaan suunniteltuja antureita on säteilytetty reaktorilla.

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

4.1.2 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 grafiittiheijastimeen 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).

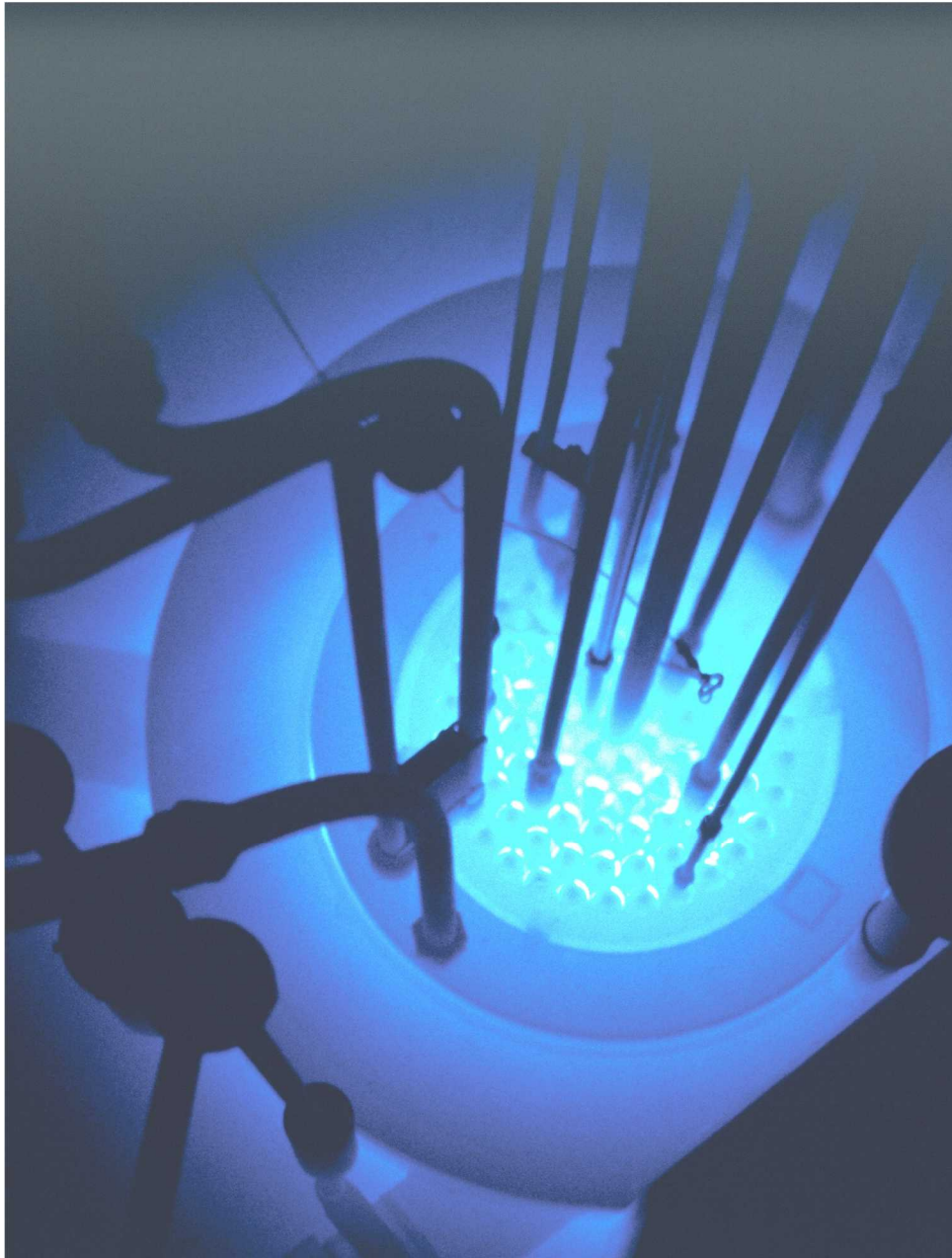


Kuva 4-1. FiR 1 -tutkimusreaktorin pääkäyttötarkoitus 2000-luvulla on ollut boorineutronikaappaushoitojen antaminen syöpäpotilaille. Kuvassa näkyy lisäksi reaktorin yleisrakennetta.

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 fysikaalisista 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 sirottaa osa reaktorisydäimestä ulospäin suuntautuvista neutroneista takaisin reaktorisydämeen. 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 reaktortyyppiin kuuluvan termisen patsaan onkalon sisältämä grafiitti ja asentamalla tilalle epitermisiä neutroneja tuottava FLUENTAL™ -neutronihidastin sekä kollimaattori, jotka mahdollistavat kansainvälisesti korkeatasoisen BNCT-sädehoitokeilan. Säteilystilan seinät ja katto on rakennettu säteilyä hyvin vaimentavasta raskasbetonista.

Jäähdytys, ilmastointi ja vesien käsittely

Tutkimusreaktorin jäähdytysjärjestelmässä ei käytetä vesilauhdutusta, sillä reaktorisydäimestä käytön aikana allasveteen siirtyvä lämpöenergia vapautuu ilmakehään reaktorirakennuksen viereisen laboratoriorakennuksen katolla olevien lämmönvaihtimena toimivien jäähdytystornien (3 kappaletta) kautta. Näin ollen laitoksesta ei synny jäähdytysvesiä eikä lämpökuormaa vesistöön. Reaktorin ollessa sammutettuna aktiivista jäähdytystä ei tarvita johtuen Triga-polttoaineen alhaisesta jälkilämmöntuotosta.

Reaktorirakennuksen ilmanvaihto on alipaineistettu ulkoilmaan nähden kolmiportaisesti siten, että ilma virtaa ulkoa toimistohuoneisiin, toimistohuoneista hallitilaan ja hallitilasta reaktoritankin yläpuoliseen tutkimustilaan, jonka ilmanpaine on siis alhaisin. Tuuletuksen poistopuhallus voidaan kytkeä kulkemaan suodattimien kautta. Lisäksi säteilystiloista ja eräistä tutkimuslaitteistoista on erillinen ilmanvaihto. Tuuletusilman aktiivisuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella.

Reaktorin normaalikäytössä ei synny radioaktiivista jätevettä. Reaktorirakennuksen käsisienpesualtaista ja lattiakaivoista kertyvät vedet johdetaan keräilysäiliöihin, joiden radioaktiivisuus määritetään vesinäytteistä. Jätevedessä ei ole missään vaiheessa havaittu radioaktiivisia aineita ennen säiliöiden tyhjentämistä (tyhjennys tehty viimeksi vuonna 2011). Keräilysäiliöiden vesi voidaan johtaa sadevesiviemäröinnin kautta läheiseen lampeen (Ossinlampi) ja lammen kautta edelleen mereen (Laajalahti). Tarpeen mukaan on mahdollista johtaa poistovedet myös Espoon kaupungin viemäriverkostoon.

4.2 Käytöstäpoisto

Ydinlaitoksen käytöstäpoistolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joihin ryhdytään radioaktiivisen aineen poistamiseksi laitoksen käyttöiän 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 ydinlupalvelvoitteistaan. Ydinenergialain (990/1987) 32 §:n mukaan työ- ja elinkeinoministeriön tai Säteilyturvakeskuksen on määrättävä ydinjätteiden huolehtimisvelvollisuus päättyneeksi, kun ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen 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 sisäosien, 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 puhtaiksi, voidaan rakennus vapauttaa valvonnasta muuhun käyttöön.

4.2.1 Käytöstäpoistomenetelmät

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

Välitön purkaminen

Välitön purkaminen tarkoittaa kaikkien radioaktiivisten järjestelmien purkamista sekä radioaktiivisten jätteiden ja muiden materiaalien siirtämistä pois laitokselta mahdollisimman pian toiminnan lopettamisen jälkeen. Kun laitos on purkamisen ja tarvittavien puhdistustoimenpiteiden suorituksen jälkeen todettu radiologisesti puhtaaksi, voidaan rakennus (rakennukset) ja laitospaikka vapauttaa muuhun käyttöön.

Välitön purkaminen on edullisin käytöstäpoiston vaihtoehto sekä yleisen turvallisuuden että reaktorirakennuksen ja rakennusalueen käyttötarkoituksen muuttamisen kannalta. Vaihtoehdon etuna on myös se, että purkamisessa voidaan käyttää laitoksen nykyistä henkilökuntaa.

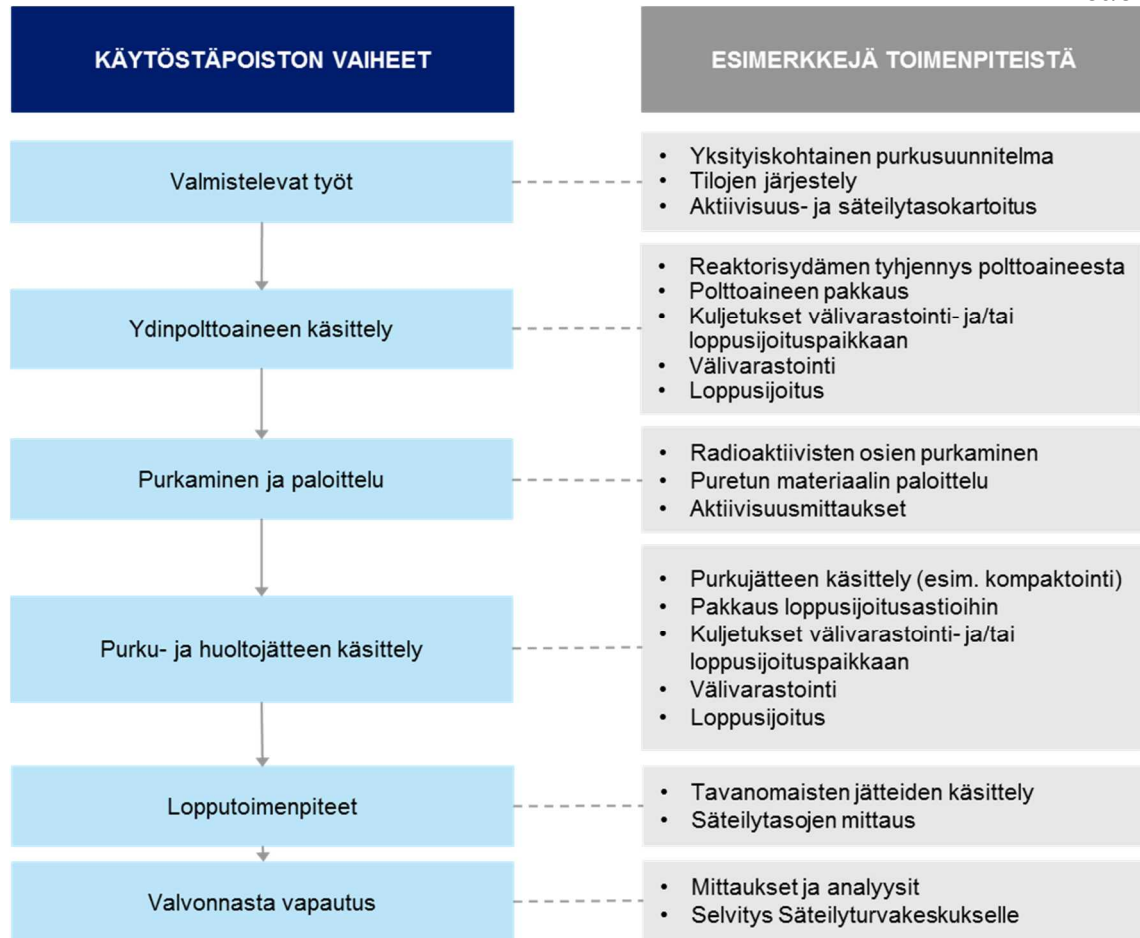
Viivästetty purkaminen

Viivästetyssä purkamisessa hyödynnetään radionuklidien puoliintumista ajan myötä, jolloin purkutyöt helpottuvat säteilytason laskiessa. Menetelmässä laitos saatetaan valvotun säilytyksen tilaan, jossa ympäristöön ja laitoksella työskenteleviin kohdistuvat riskit ovat hyväksyttävissä rajoissa ja jossa laitosta voidaan turvallisesti pitää lopulliseen purkamiseen saakka. Valvotun säilytyksen aikana laitokselle on järjestettävä jatkuva valvonta ja vartiointi, jolla taataan laitoksen pysyminen turvallisessa tilassa purkamisen aloittamiseen asti. Purkamisen toteutusvaihe noudattaa samoja periaatteita kuin välittömän purkamisen menetelmässä.

4.2.2 Käytöstäpoiston vaiheet

FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoisto muodostuu oheisessa kuvassa (Kuva 4-3) esitetyistä vaiheista. Käytöstäpoiston vaiheet ovat samankaltaisia sekä välittömän että viivästetyn purkamisen vaihtoehtoissa. Viivästetyn purkamisen tapauksessa erona on vain, että laitosta pidetään valvotun säilytyksen tilassa sen jälkeen kun käytetty ydinpolttoaine on siirretty pois laitosalueelta.

Myös tässä vaihtoehdossa käytetty ydinpolttoaine pyritään mahdollisimman nopeasti siirtämään välivarastoitavaksi ja myöhemmin loppusijoitettavaksi. Varsinaiseen purkamiseen ja sitä seuraavaan purkamisesta aiheutuvien ydinjätteiden huoltoon sisältyvät kuitenkin samat vaiheet kuin välittömässä purkamisessa.



Kuva 4-3. FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston vaiheet.

4.2.2.1 Valmistelevat työt

Tutkimusreaktoritilat valmistellaan käytöstäpoistoa varten siten, etteivät laitteet ja rakenteet häiritse käytöstäpoistoon liittyvää toimintaa.

Tutkimusreaktorihallin ilmanvaihtoa muutetaan siten, että käytöstäpoiston yhteydessä mahdollisesti ilmaan vapautuvien radioaktiivisten aineiden leviäminen ulkoilmaan estetään. Ilmastointijärjestelmälle asetettavat vaatimukset riippuvat muun muassa purkutöihin valittavista leikkaus- ja paloittelumenetelmistä. Tällöin varmistetaan mahdollinen tarve muille purkamisen aikana tarvittaville ilmastoinnin paikallisjärjestelmille sekä vedenpuhdistusjärjestelmälle.

Ennen purkutyön aloittamista suoritetaan kattava aktiivisuus- ja säteilytasokartoitus käyttäen suoria mittauksia ja näytteenottoa.

Aktiivisuus- ja säteilykartoituksen perusteella tehdään yksityiskohtainen käytöstäpoiston suunnitelma, jossa kuvataan valitut työmenetelmät ja laaditaan työohjeet eri työvaiheille.

4.2.2.2 Ydinpolttoaineen käsittely

FiR 1 -tutkimusreaktorissa ydinpolttoainetta on hieman yli 100 polttoaine-elementtiä. Reaktorissa käytössä on 79 polttoaine-elementtiä ja noin viidesosa kokonaismäärästä on käytettyä ydinpolttoainetta, joka on varastoitu käytetyn ydinpolttoaineen varastotiloihin.

reaktorilla. Lisäksi kokonaismäärästä noin viidennes on tuoretta (ei reaktoriin ladattua) ydinpolttoainetta.

Ennen varsinaisia rakenteiden purkutöitä reaktorista poistetaan käytetty ydinpolttoaine. Triga-polttoaineen käsittelyyn on luotu omat erityismenetelmät. Käytetty Triga-polttoaine ei alhaisen jälkilämpötehon vuoksi vaadi jäähdytystä ja varastointi tapahtuu kuivatiiloissa.

Polttoainesauvojen liikutteluun reaktorialtaassa on nostolaite. 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. Ydinpolttoaineen siirtoja ja kuljetuksia on toteutettu muilla Triga-tutkimusreaktoreilla ja toimenpiteistä on kansainvälistä kokemusta. Triga-polttoaineen kuljetussäiliö on B(U)F-tyypin NAC-LWT (Legal-Weight Truck Cask). Kuljetussäiliö kestää sarjan vakavia onnettomuuksia niin, että säiliön eheys ja tiiviys säilyvät. FIR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukseen riittää yksi kuljetussäiliö.

Käyttämättömät ydinpolttoainesauvat pakataan omaan kuljetussäiliöön. Käyttämättömän ydinpolttoaineen käyttö olisi mahdollista myös muissa vastaavissa tutkimusreaktoreissa. Reaktorin valmistaja voi ottaa myös vastaan näiden polttoainesauvojen palautuksen.

4.2.2.3 Purkaminen ja paloittelu

Valmistelevien töiden sekä ydinpolttoaineen siirron jälkeen aloitetaan tutkimusreaktorin varsinainen purkutyö. Purkaminen voidaan toteuttaa jo nykyisin käytössä olevilla teknisillä menetelmillä ja laitteilla, joista on kokemuksia myös vastaavien tutkimusreaktorien purusta ulkomailla.

Purkutyö aloitetaan radioaktiivisimmista osista, joita ovat reaktorisydänrakenteet. Rakenteet irrotetaan ja tarvittaessa osat paloittellaan ja puristetaan kokoon tilavuuden pienentämiseksi. Työ suoritetaan säteilysuojatusti veden alla. Reaktorisydänrakenteet muodostuvat itsessään melko pienistä kappaleista.

Seuraavaksi puretaan reaktorin vähäaktiivisemmat osat. Osia voidaan tarvittaessa esimerkiksi paloittella ja puristaa kokoon tilavuuden pienentämiseksi. Esimerkiksi putkimaisia osia voidaan ensin puristaa kokoon ja katkoa niistä kuljetuspakkaukseen sopivia paloja. Paloittelu ja kokoonpuristaminen voidaan tarvittaessa tehdä veden alla reaktori-tankin päältä käytettävillä mekaanisilla tai termisillä menetelmillä sekä mekaanisilla puristimilla. Vähäaktiivisimpia osia voidaan käsitellä myös muualla kuin reaktorialtaassa.

Kun reaktorisydän ja siihen liittyvät osat on poistettu, tyhjennetään primääripiiri puhdistushaaran kautta. Tarvittaessa tyhjennyksessä kertynyt vesi puhdistetaan.

Tämän jälkeen puretaan reaktorin säteilysuoja ja siihen kiinnitetty reaktorin alumiininen allasseinä.

Sädehoitoaseman laitteet ja tavarat puretaan ja onkalo tyhjennetään. Purku ja tyhjennys eivät edellyttäne erityisiä toimenpiteitä ja ne voidaan tehdä tavanomaisilla työvälineillä. Myös suihkuputkien sisemmät osat puretaan soveltuvalla kairausmenetelmällä. Sädehoitoaseman hidastinmateriaalin jättämä aukko ja suihkuputket suljetaan.

4.2.2.4 Purku- ja huoltojätteen käsittely

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyy radioaktiivista purkujätettä. Kaikkien purkujätteiden käsittely purkuvaiheessa perustuu niiden tiiviiseen pakkaamiseen. Työntekijöiden säteilysuojauksesta pakkauksen aikana huolehditaan ja arvioidaan tarve erityisiin työjärjestelyihin (esim. kaukokäyttö).

Osa purkujätteestä voidaan erotella ja vapauttaa valvonnasta edellyttäen, että vapautettavan purkujätteen radionuklidien konsentraatiot alittavat säädetyt vapaarajat. Osasta jätettä radioaktiiviset aineet voidaan puhdistaa, minkä jälkeen kyseinen jäte voidaan myös vapauttaa valvonnasta. Erilaisia dekontaminointi- ja paloittelumenetelmiä voidaan siis käyttää lopullisen radioaktiivisen jätteen määrän pienentämiseksi.

Ennen pakkaamista loppusijoitusta varten joidenkin jätteiden tilavuutta voidaan tarvittaessa pienentää. 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 kestäväan astiaan kuivattuina tai sopivaan väliaineeseen imeytettyinä. Pääosa purkujätteistä voidaan pakata suoraan sopivaan loppusijoitusastiaan.

Purkamisen yhteydessä huolehditaan myös tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneen huoltojätteen käsittelystä asianmukaisesti.

4.2.2.5 Lopputoimenpiteet

Tutkimusreaktorin tilat siivotaan ja mittauksin varmistetaan, ettei tiloista enää löydy radioaktiivisuutta. Tässä vaiheessa kaikki radioaktiiviset jätteet ja laitteet on kuljetettu pois tutkimusreaktorin alueelta. Näin varmistetaan, että tilat saadaan vapautettua valvonnasta.

Tutkimusreaktorin tilat siivotaan ja mittauksin varmistetaan, ettei tiloista enää löydy säädetyt rajat ylittäviä määriä radioaktiivisia aineita. Tässä vaiheessa kaikki radioaktiiviset ydinjätteet ja laitteet on kuljetettu pois tutkimusreaktorin alueelta. Näin varmistetaan, että tilat saadaan vapautettua valvonnasta.

Kun reaktorirakennuksen tilat on mittauksin ja näytteiden analysoinnin pohjalta osoitettu puhtaiksi radioaktiivisuudesta, Säteilyturvakeskukselle voidaan esittää hyväksyttäväksi selvitys, että laitos ei ole enää ydinlaitos ja että sitä voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen.

4.3 Käytöstäpoiston ympäristönäkökohdat

4.3.1 Ydinturvallisuus

Suomessa voimassa olevien ydinvoimalaitokselle asetettavien turvallisuusvaatimusten yleiset periaatteet on annettu valtioneuvoston päätöksissä (733–736/2008) sekä yksityiskohdat Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa YVL-ohjeissa (ydinvoimalaitosohjeet). Sekä valtioneuvoston päätöksiä että YVL-ohjeita ollaan parhaillaan päivittämässä.

Käytöstäpoiston turvallisuussuunnittelulla varmistetaan, että laitoksen käytöstäpoistossa radioaktiivisten aineiden leviäminen pystytään estämään kaikissa tilanteissa riittävän luotettavasti. Käytöstäpoistossa noudatetaan lisäksi toiminnallisen turvallisuuden periaatteita ja siihen liittyviä määräyksiä.

Tutkimusreaktorilla on päästöjen ja ympäristön säteilytarkkailuohjelma, jolla mahdollisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ja pitoisuuksia ympäristössä valvotaan. Säteilytarkkailuohjelma tarkistetaan ja tarvittaessa muutetaan kuhunkin käytöstäpoiston vaiheeseen soveltuvaksi.

4.3.2 Jätehuolto

Ydinenergialain 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.

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.

4.3.2.1 Käytetty ydinpolttoaine

Syntyvät jätteet

Tutkimusreaktorin käytetty ydinpolttoaine luokitellaan korkea-aktiiviseksi ydinjätteeksi. Käytöstäpoistossa käsitellään hieman yli 100 polttoaine-elementtiä, joista noin viidesosa on säteilyttämättömiä. Käytetyn polttoaineen kokonaismassa on noin 340 kilogrammaa, josta uraania on noin 25 kilogrammaa.

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

Ydinpolttoaineen käsittely käytöstäpoiston yhteydessä on kuvattu luvussa 4.2.2.2.

Pakkaus

Käytetyt polttoaine-elementit pakataan kotimaisessa loppusijoitusvaihtoehdossa erityisiin metallirakenteisiin telineisiin, jotka vastaavat mitoiltaan suomalaisten ydinvoimalaitosten polttoaineniippuja. Tällöin tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen jatkokäsittely loppusijoituslaitoksella ei edellyttäisi erityistoimia tai -välineitä.

Käytetyn ydinpolttoaineen siirto tehdään tähän tarkoitukseen suunnitellussa siirtosäiliössä. Kuljetusta varten polttoaine-elementit pakataan tutkimusreaktorin alueella edelleen vahvarakenteiseen ja tiiviiseen ydinpolttoaineen NAC-kuljetussäiliöön. Kuljetussäiliön tulee täyttää viranomaisohjeen YVL D.2 sekä kansainvälisen ydinenergiajärjestön (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. Tutkimusreaktorin kaikki polttoaine-elementit mahtuvat yhteen NAC-kuljetussäiliöön.

Kuljetukset

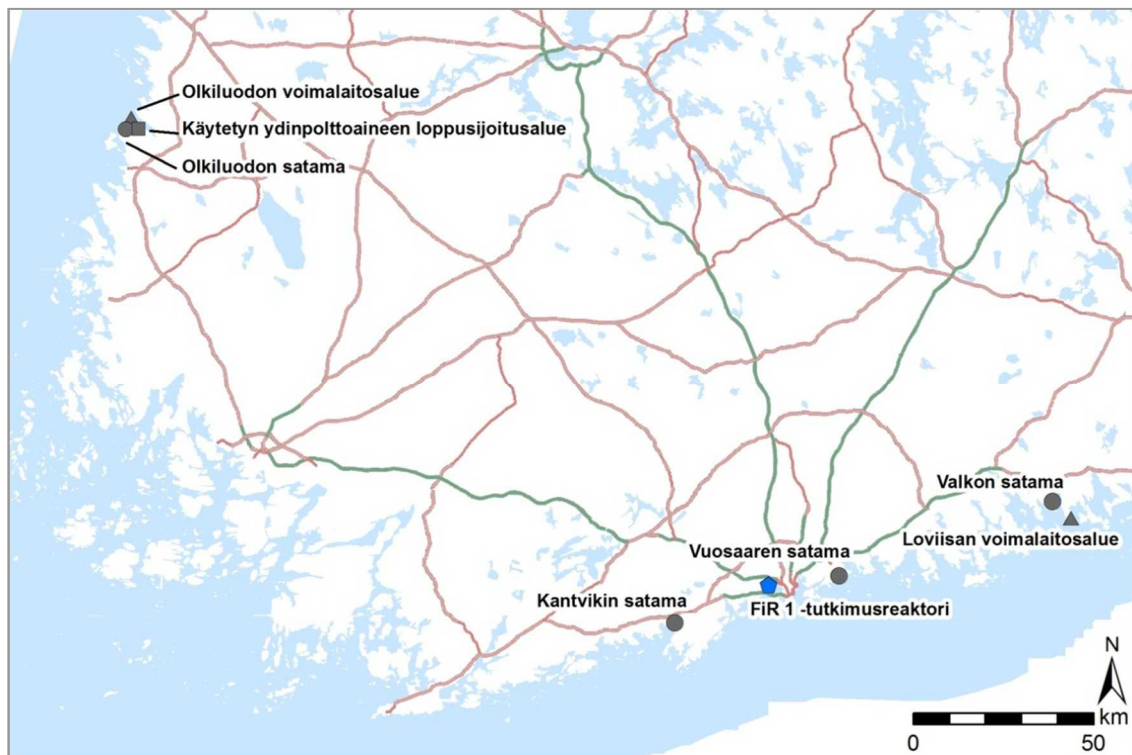
Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista säädellään tarkoin kansallisin ja kansainvälisin määräyksin ja sopimuksin. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukselle Säteilyturvakeskus (STUK) myöntää kuljetusluvan. STUK tarkastaa kuljetussuunnitelman, kuljetussäiliön, kuljetushenkilöstön pätevyyden sekä turva- 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 Trafín päätös.

Tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen kuljetus Suomessa vaihtoehtoisin välivarastointipaikkoihin (Loviisa, Olkiluoto) sekä loppusijoitettavaksi (Olkiluoto) tehtäisiin maantiekuljetuksena tai maantiekuljetuksen ja merikuljetuksen yhdistelmänä. Merikuljetuksille lähtösatamavaihtoehtoina ovat esimerkiksi Vuosaaren tai Kantvikin satamat. Olkiluodossa merikuljetuksen vastaanottosatamana olisi todennäköisesti Olkiluodon satama. Loviisassa vastaanottosatamana olisi nykytilanteessa Valkon satama.

Jos käytetty ydinpolttoaine palautetaan Yhdysvaltoihin, kuljetetaan se Suomessa ensin maantiekuljetuksena satamaan, josta kuljetus lähtee merikuljetuksena Yhdysvaltoihin esimerkiksi Etelä-Carolinan sotilaalliseen satamaan (IAEA 2006).

Oheisessa kartassa (Kuva 4-4) on esitetty tutkimusreaktorin sijainti, vaihtoehtoiset välivarastointi- ja loppusijoituspaikat sekä mahdolliset satamat Suomessa.



Kuva 4-4. Tutkimusreaktorin sijainti sekä vaihtoehtoiset satamat, välivarastointipaikat ja loppusijoituspaikka Suomessa.

Välivarastointi

Reaktorista poistamisen jälkeen käytettyä ydinpolttoainetta säilytetään käytetyn ydinpolttoaineen välivarastossa ennen loppusijoitusta tai jatkokäsittelyä.

Ydinpolttoaine tulee välivarastoida tarkoitukseen varatuissa telineissä. Ydinpolttoaineen siirtoihin käytettäväksi suunniteltujen laitteiden soveltuvuus tutkimusreaktorin polttoaine-elementtien nostamiseen tulee varmistaa, jotta viranomaisohjeen YVL D.3 (Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi) vaatimukset täyttyvät. Tarvittaessa esimerkiksi nostolaitteiden tarraimiin tehdään muutoksia, jotta polttoaine-elementtejä voidaan nostaa olemassa olevilla nostolaitteilla.

Otaniemessä välivarastointi tapahtuu reaktorihallissa käytetyn ydinpolttoaineen varastossa tarvittaessa veden alla. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi voitaisiin toteuttaa myös joko Loviisan tai Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevassa käytetyn polttoaineen välivarastossa eli KPA-varastossa, jossa voimalaitosten käytettyä ydinpolttoainetta säilytetään vedellä täytetyissä altaissa. Näistä järjestelyistä ja tarvittavista lisäselvityksistä on erikseen sovittava voimayhtiöiden kanssa ja erityisjärjestelyjä käsitellään tarkemmin YVA-selostuksessa.

Välivarastoinnin jälkeen käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan joko loppusijoitettavaksi Olkiluotoon rakennettavaan käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitokseen tai Yhdysvaltoihin edelleen välivarastoitavaksi.

Loppusijoitus

Käytetyn ydinpolttoaineen mahdollisen Yhdysvaltoihin palautuksen osalta YVAssa tarkastellaan ainoastaan kuljetusten vaikutuksia. Vastuu ydinpolttoaineesta siirtyy vastaanottajalle siinä vaiheessa, kun ydinpolttoaineen kuljetus on saapunut satamaan Yhdysvalloissa ja tästä syystä jatkokäsittelyn ympäristövaikutuksia ei tarkastella tämän YVAn puitteissa.

Kotimaisessa vaihtoehdossa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus tapahtuisi Olkiluodon kallioperään rakennettavaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen. Sen rakentamisesta ja käytöstä vastaa TVO:n ja Fortumin omistama Posiva Oy.

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-rautakapseleihin, 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 maisemoidaan.

Olkiluodon 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. FiR 1 -tutkimusreaktorista syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä on noin 0,025 tonnia uraania.

4.3.2.2 Purku- ja huoltojäte

Syntyvät ydinjätteet

Purkujätteen kokonaismäärä on arviolta noin 28 tonnia ja kokonaisaktiivisuus alle 30 TBq. Radioaktiivisia aineita sisältävät muun muassa teräs, alumiini, grafiitti ja betoni. Radioaktiivisuudesta suurin osa (n. 97 %) sisältyy 24 kilogrammaan teräsosia. Muut

komponentit ovat oleellisesti vähemmän aktiivisia, mutta muodostavat massaltaan suurimman osan koko jätemäärästä. Tutkimusreaktorin käytön aikana syntyneet radioaktiivisen jätteen määrät on huomioitu käytöstäpoiston yhteydessä huolehdittavien ydinjätteiden määrissä. Käytön aikana syntyneisiin huoltojätteisiin ei sisälly erityistyyppisiä jätteitä. Osa käytön aikana syntyvistä huoltojätteistä voidaan vapauttaa valvonnasta, jolloin niitä ei tarvitse loppusijoittaa ydinjätteinä.

Pakkaus

Purku- ja huoltojätteet sijoitetaan jätelajikohtaisesti sopiviin standardipakkauksiin. Purettu jätteet pyritään pakkaamaan suoraan loppusijoitusastioihin kuljetusta varten.

Purku- ja huoltojätteen pakkaukset on mitoitettu siten, että ne täyttävät liikenneministeriön päätöksen (660/97) asettamat ehdot. Kuljetusastioina tullaan käyttämään Säteilyturvakeskuksen hyväksymiä kuljetuspakkauksia, joihin jäte tai jätepakkaus pakataan. Viranomaisen hyväksynnän lisäksi jätteen vastaanottavan tahon tulee myös hyväksyä pakkaus. Kuljetuksia varten laaditaan ohjeen YVL D.2 mukainen viranomaisaineisto.

Kuljetukset

Kun purku- ja huoltojätteen 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*).

Suomessa purku- ja huoltojätteen kuljetukset välivarastointitilaan (Olkiluoto tai Loviisa) ja edelleen loppusijoitettavaksi (Olkiluoto tai Loviisa) oletetaan tapahtuvan maantiekuljetuksena rekka-autolla. Alustavasti purku- ja huoltojätteen kuljetuksia arvioidaan syntyvän enintään noin 10 rekka-autollista. Valvonnasta vapautettu purku- ja huoltojäte kuljetetaan laitosalueelta maantiekuljetuksena jatkokäsittelypaikkaan.

YVA-selostusta varten laaditaan tarkempi kuljetusselvitys tarvittavine turvallisuusarvioineen. Edellä esitetyssä kartassa (Kuva 4-4) on havainnollistettu tutkimusreaktorin sijainti, vaihtoehtoiset välivarastointi- ja loppusijoituspaikat sekä mahdolliset satamat Suomessa.

Välivarastointi

Pakattua purku- ja huoltojätettä voidaan välivarastoida joko Otaniemessä reaktorirakennuksen yhteydessä tai Loviisan tai Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Voimalaitoksilla on olemassa tarkoitukseen sopivia tiloja, joissa varastoidaan huoltojätteitä. Jätteitä voidaan mahdollisesti välivarastoida matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusluolan yhteyteen eristetyssä tilassa. Välivarastointia suunniteltaessa otetaan huomioon se, ettei voimalaitoksien huoltojätevarastoissa voida sellaisenaan säilyttää korkea-aktiivisia jätteitä, joten osalle tutkimusreaktorin purkujätteistä voidaan tarvita normaalisti voimalaitoksella käytettäviin pakkauksiin verrattuna paremmin säteilysuojattuja pakkauksia.

Loppusijoitus

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

Loviisan loppusijoitustila on louhittu voimalaitosalueelle kallioon 110 metrin syvyyteen. Loppusijoitustila koostuu kahdesta tunnelista ja luolasta, jotka on kaikki tiivistetty ruiskubetonilla. Kuiva jäte sijoitetaan tunneleihin 200 litran terästynnyreihin pakattuna. Kiinteytetty ioninvaihtomassa loppusijoitetaan luolaan sylinterimäisissä teräsbetoniastioissa.

Olkiluodon loppusijoitustila sijaitsee voimalaitosalueella ja 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 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 teräsbetoniilaatikoihin. Lisäksi märät jätteet on pakattu 200 litran terästynnyreihin, joiden sisältö on kiinteytetty bitumiin. Myös pääosa kuivista jätteistä pakataan tynnyreihin, jotka on puristettu kokoon puristimella. Olkiluodon loppusijoitustilaa on suunniteltu laajennettavaksi uusien ydinvoimalaitosyksiköiden (OL3 ja OL4) käytössä syntyvien voimalaitosjätteiden sekä kaikkien laitosyksiköiden purkamisesta syntyvien jätteiden loppusijoittamiseksi erillisissä siiloissa.

Tutkimusreaktorin purkujätteen grafiittiosien mahdollista jatkokäsittelyä ulkomailla arvioidaan loppusijoittamisen teknisen ratkaisun kehittämisen yhteydessä. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osalta haasteellisin radionuklidi grafiitissa on hiili-14, joka tulee pystyä pitkäaikaisesti eristämään biosfääristä. Maailmalla aktivoitunutta grafiittijätettä on paljon tutkimusreaktoreissa ja grafiittihidasteisissa tehoreaktoreissa (mm. Venäjä ja Iso-Britannia) ja siksi menetelmiä kehitetään myös kansainvälisesti.

Tutkimusreaktorin purkujätteessä on myös muita loppusijoittamisen erillisselvitystä vaativia materiaaleja, kuten alumiini sekä sädehoitoaseman fluoria sisältävä hidastinmateriaali.

4.3.2.3 Tavanomainen jäte

Käytöstäpoiston aikana syntyy vähäisiä määriä myös tavanomaisia jätteitä (esimerkiksi paperi-, muovi- ja ruokajätettä) ja vaarallisia jätteitä (esimerkiksi loisteputkia ja kemikaaleja). Jätteistä huolehditaan asianmukaisella tavalla.

4.3.3 Radioaktiivisten aineiden päästöt

Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto ja purkaminen suunnitellaan siten, että ympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden määrät ovat erittäin pieniä sekä alittavat niille asetettavat raja-arvot lainsäädännön ja valmisteilla olevan Säteilyturvakeskuksen ohjeen YVL C.3:n mukaisesti.

4.3.3.1 Ympäristöön tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt

Laitoksen purkutoimenpiteissä syntyvät radioaktiiviset nesteet kerätään, puhdistetaan suodattamalla tai haihduttamalla ja lopuksi kiinteytetään. Jätteen käsittelyn yhteydessä voi vapautua pieniä määriä radioaktiivisia aineita. Päästöt voivat sisältävää erittäin pieniä määriä jalokaasuja (ksenon ja krypton) tai kaasumaisia aktivoitumistuotteita (hiili-14), mutta käytännössä vain hiukkasmuodossa olevia aktiivisia aineita.

Tutkimusreaktorin turvallisuusteknisissä käyttöohjeissa on määritelty ilmaan ja veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen raja-arvoksi kymmenesosa ydinvoima-

laitoksia koskevasta vastaavasta raja-arvosta, joka on annettu valtioneuvoston asetuksessa (733/2008).

Päästöt ilmaan

Tutkimusreaktorin käytön aikana reaktorirakennuksen ilmanvaihto on alipaineistettu ulkoilmaan nähdessä kolmiportaisesti siten, että ilma virtaa ulkoa toimistohuoneisiin, toimistohuoneista hallitilaan ja hallitilasta reaktoritankin yläpuoliseen tutkimustilaan, joka on siis alipaineisin. Tuuletuksen poistopuhallus voidaan kytkeä kulkemaan suodattimien kautta. Lisäksi säteilytystiloista ja eräistä tutkimuslaitteistoista on erillinen ilmanvaihto. Tuuletusilman aktiivisuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella. Vastaavia järjestelmiä voidaan käyttää myös tutkimusreaktorin purkamisvaiheessa.

Päästöt ilmaan tapahtuvat reaktorilaitoksen poistoilmapiipun kautta.

Säteilyturvakeskus on vahvistanut VTT:n esittämien vuotuisen ohjeannosrajaan (0,01 mSv) perustuvien laskelmien nojalla vuotuiseksi ilmanvaihdon kautta suoritettavalle päästölle ohjepäästörajaksi 3,7 TBq (Ar-41).

Päästöt vesistöön

Tutkimusreaktorin normaalikäytössä ei synny radioaktiivista jätevettä. Tutkimusreaktorin käytön aikana reaktorirakennuksen käsienpesualtaista ja lattiakaivoista kertyvät vedet johdetaan keräilyssäiliöihin, joiden sisältämien vesien radioaktiivisuus määritetään vesinäytteistä. Jätevedessä ei ole havaittu radioaktiivisia aineita ennen niiden tyhjentämistä (tyhjennys tehty viimeksi vuonna 2011). Keräilyssäiliöistä vesi on johdettavissa sadevesiviemäriin kautta läheiseen lampeen (Ossinlampi) ja lammen kautta mereen (Laajalahti). Tarpeen mukaan on mahdollista johtaa poistovedet myös Espoon kaupungin viemäriverkostoon. Vastaavia järjestelmiä voidaan käyttää myös tutkimusreaktorin purkamisvaiheessa, eikä radioaktiivisten aineiden päästöjä vesistöön silloin ole odotettavissa.

4.3.3.2 Väestölle aiheutuvat säteilyannokset ja terveysvaikutukset

FIR 1 -tutkimusreaktorin normaalikäytössä ja käytöstäpoiston yhteydessä ympäristöön (ilmaan ja veteen) vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrät ovat hyvin vähäisiä ja väestölle aiheutuva säteilyaltistus on selvästi asetettua raja-arvoa pienempi.

Purkusuunnittelun lähtökohtana ovat sellaiset suojelutoimenpiteet, joiden avulla estetään radioaktiivisten aineiden vapautuminen ympäristöön. Ympäröivän alueen väestöä koskevat säteilyaltistusrajoitukset ovat samoja kuin käyttövaiheessa. Tutkimusreaktorin normaalista käytöstä yksilön saaman vuosiannoksen raja-arvo on 0,01 millisieverttiä (mSv).

Ydinlaitoksen purkamisen yhteydessä huolehditaan työhön osallistuvien henkilöiden säteilysuojelusta noudattaen vastaavia määräyksiä kuin laitoksen käyttövaiheen aikana. Erityistä huomiota kiinnitetään aktivoituneen materiaalin käsittelyn säteilyturvallisuuteen. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään yksittäisen vuoden aikana arvoa 50 mSv.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja purkujätteen käsittely

Käytettyä ydinpolttoainetta siirrettäessä varastointia varten tai kuljetusta valmisteltaessa, käyttöhenkilöstö saattaa altistua ulkoiselle säteilylle. Suojausta käyttäen altistumista ei kuitenkaan käytännössä aiheudu merkittävästi. Ydinlaitoksen purkamisen yhteydessä

on huolehdittava työhön osallistuvien henkilöiden säteilysuojelusta noudattaen samoja määräyksiä kuin käyttövaiheen aikana. Vastaavasti ympäröivän alueen väestöä koskevat säteilyaltistusrajoitukset ovat samoja kuin käyttövaiheessa.

Purkujätteen tärkeimmät säteilyannoksen lähteet ovat teräksen sisältämä Co-60 ja alumiiniosien sisältämä Zn-65. Alustavasti on arvioitu, että FIR 1 -tutkimusreaktorin välittömästä purkamisesta aiheutuu työntekijöille noin 0,14 manSv:n kollektiivinen annos, joka sisältää myös käytetyn ydinpolttoaineen siirrosta aiheutuvan annoksen. Annosarvio FIR 1:n tapauksessa tarkistetaan yksityiskohtaisen lopullisen purkusuunnitelman yhteydessä.

Loppusijoitettavaksi tarkoitettujen purkujätteiden pakkaukset on suunniteltava siten, että niiden 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.

Kuljetukset

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen aikana kuljetusreitillä lähiympäristössä oleva väestö altistuu vähäisessä määrin ulkoiselle säteilylle. Annosnopeuden taso on kuitenkin niin alhainen, ettei sillä ole väestölle terveysvaikutuksia.

Kuljetuksen aikana tapahtuvassa onnettomuustilanteessa paikalliselle väestölle voisi aiheutua altistumista säteilylle, jos käytettyä ydinpolttoainetta pääsee vaurioitumaan ja radioaktiivista ainetta vuotamaan ulos. Tutkimusreaktorin käytettyä ydinpolttoainetta sisältävän kuljetussäiliön sisältämä radioaktiivisten aineiden määrä on selvästi pienempi kuin ydinvoimalaitoksen käytettyä ydinpolttoainetta siirrettäessä.

Onnettomuustilanteet

Reaktorirakennuksen ympäristön kannalta ainoat oletettavat tutkimusreaktorin ydinjätehuollon onnettomuustilanteet liittyvät käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä tapahtuviin onnettomuuksiin. Radioaktiivisten aineiden vapautumista voisi tapahtua, mikäli polttoainesauvan polttoaineen suojakuori rikkoutuisi. Tällöin reaktorihalliin ja edelleen ympäristöön saattaisi vapautua radioaktiivisia jalokaasuja. Tämän tyyppiset onnettomuustilanteet ovat kuitenkin Triga-reaktoreilla erittäin harvinaisia ja onnettomuuksien tapahtuminen estetään oikein valituin työmenetelmin.

Toimintaohjeet sekä tutkimusreaktorin valmiussuunnitelma tarkistetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla ennen käytetyn ydinpolttoaineen siirtoa.

4.3.4 Tavanomaiset päästöt

Päästöt ilmaan

Käytöstäpoiston yhteydessä suoritettavista kuljetuksista ja liikennöinnistä aiheutuu vähäisiä määriä pakokaasupäästöjä ilmaan. Liikennemäärät ovat vähäisiä, sillä tutkimusreaktorilta lähtee purkamisvaiheessa yhteensä noin 10 rekka-autoa. Käytöstäpoiston aikana alueelle kohdistuu myös hieman työntekijöiden työmatkaliikennettä.

Päästöt vesistöihin

Tutkimusreaktorin jäähdytysjärjestelmässä ei käytetä vesilauhdutusta, sillä reaktorisydäimestä käytön aikana veteen siirtyvä lämpöenergia vapautuu ilmakehään viereisen laboratoriorakennuksen katolla olevien lämmönvaihtimina toimivien kolmen jäähdytys-

tornin kautta. Näin ollen laitoksesta ei synny jäähdytysvesiä eikä lämpökuormaa vesistöön.

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

4.3.5 Melu, värinä ja pölyäminen

Reaktorin käytöstäpoiston purkutöissä aiheutuu jonkin verran melua, värinää ja pölyämistä, jotka ovat rinnastettavissa rakentamisen aikaisiin vaikutuksiin. Vaikutukset ovat kestoaltaan lyhytaikaista.

Purkutöiden aikaisella melulla ja värinällä ei ole merkittävää haitallista vaikutusta ympäristöön, sillä vaikutukset kohdistuvat lähinnä reaktorirakennuksen sisälle. Purkutöitä tehdään pääsääntöisesti päiväsaikaan, jolloin purkutöiden vaikutukset rajoittuvat noin kello 7.00–19.00 väliselle ajalle. Purkutöissä huomioidaan työturvallisuuslainsäädännön asettamat ohjeet melulle ja värinälle.

Purkutöiden aiheuttama pölyäminen on vähäistä ja lyhytaikaista, eikä niillä ole merkittävää vaikutusta lähialueelle. Pölyäminen rajoittuu pääosin reaktorirakennuksen sisätiloihin purkutöiden yhteyteen. Pölyn leviäminen rakennuksen ulkopuolelle estetään asianmukaisesti ja purkutöissä noudatetaan työturvallisuuslainsäädännön määräyksiä.

4.3.6 Muut vaikutukset

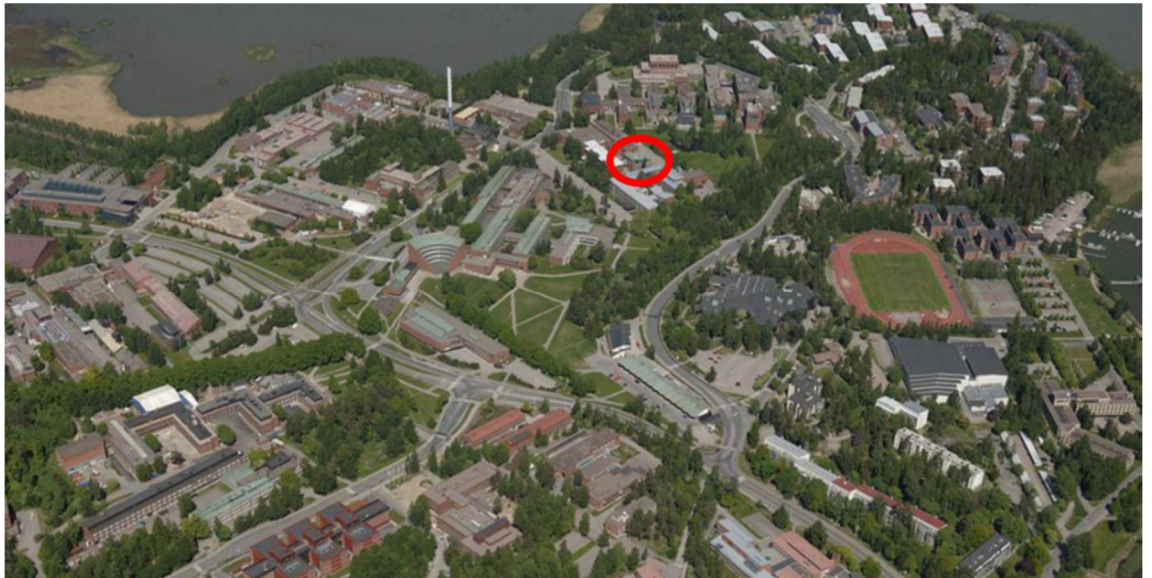
Rakenteissa mahdollisesti olevat asbestieristeet sekä muut mahdolliset rakennusmateriaaleihin sisältyvät haitta-aineet selvitetään ennen purkutöiden aloittamista ja ne käsitellään asianmukaisesti.

Tutkimusreaktorin tiloissa on vähäisiä määriä lähinnä siivouksessa ja lääketieteellisissä tutkimuksissa käytettyjä kemikaaleja. Käytöstäpoistossa kemikaalit pakataan asianmukaisesti ja toimitetaan jatkokäsittelyyn vaarallisena jätteenä.

5 TUTKIMUSREAKTORIN YMPÄRISTÖN NYKYTILA

5.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Tutkimusreaktori sijaitsee Espoon kaupungin Otaniemen kaupunginosan korttelin 1 tontilla n:o 9 olevassa rakennuksessa, Laajalahteen lounaasta työntyvällä niemellä (Kuva 5-1). Tutkimusreaktorin lähiympäristö on Otaniemen kampusalueen ydintä. Aalto-yliopiston tilojen lisäksi kampusalueella sijaitsee muun muassa VTT:n tutkimustoiminnan tiloja, Aalto-yliopiston tiloja, Otaniemen ostoskeskus ja koulutuskeskus Dipoli sekä opiskelija-asuntoja.



Kuva 5-1. 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 erillisessä 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 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. (*Espoon kaupunki 2013a*)

Asemakaava

Alueella on voimassa asemakaava Otakaari, kaava-alueiden 220502 ja 220503 muutos. Kaava käsittää korttelialueen 10001 tontit 6, 7, 8 ja 9. Tutkimusreaktorirakennus lähialueineen sijoittuu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevalle korttelialueelle (YO-1).

Alueella on käynnissä asemakaavan muutos (Otakaari, 220505), jonka tavoitteena on mahdollistaa uudisrakentaminen Otaniemeen tulevan metroaseman ympäristöön ja määritellä metroaseman tilojen liittyminen nykyiseen kaupunkirakenteeseen ja uudisrakentamiseen.

Valmistella olevassa 28.1.2009 päivätyssä asemakaavaluonnoksessa alue on 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*)

Muut maankäytön suunnitelmat

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

5.2 Maisema, kaupunkikuva ja kulttuuriympäristö

Aalto-yliopiston Otaniemen kampusalue (Kuva 5-1) 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*)

5.3 Ihmiset ja yhteisöt

Espoon Otaniemen kampusalueella toimii Aalto yliopiston lisäksi muun muassa kongressikeskus Dipoli sekä VTT:n yksiköitä. 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*)

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.

5.4 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

5.4.1 Kasvillisuus ja eläimistö

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

Otaniemen alue sijaitsee hemiboreaalisella kasvillisuusvyöhykkeellä Uudenmaan eliömaakunnassa (*OIVA-tietokanta 2013*). Hemiboreaalin 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 muuttanutta rakennettua ympäristöä, jossa on jäljellä vain niukasti luonnonvaraista kasvillisuutta ja eläimistöä. Niemen sisäosat kattavan Otakaaren asemakaavan valmisteluaineiston mukaan 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.

5.4.2 Luonnonsuojelualueet ja luontokohteet

Otaniemen ympäristöön kahden kilometrin etäisyydellä sijoittuvat seuraavat Natura-alueet, luonnonsuojelualueet ja valtakunnallisten luonnonsuojeluohjelmien kohteet (Kuva 5-2) (*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 ruisrääkkä, 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 entistä peltoa ja pensaikkoa mantereen puolelta sekä avoimempaa vesialuetta ulompana lahdella.

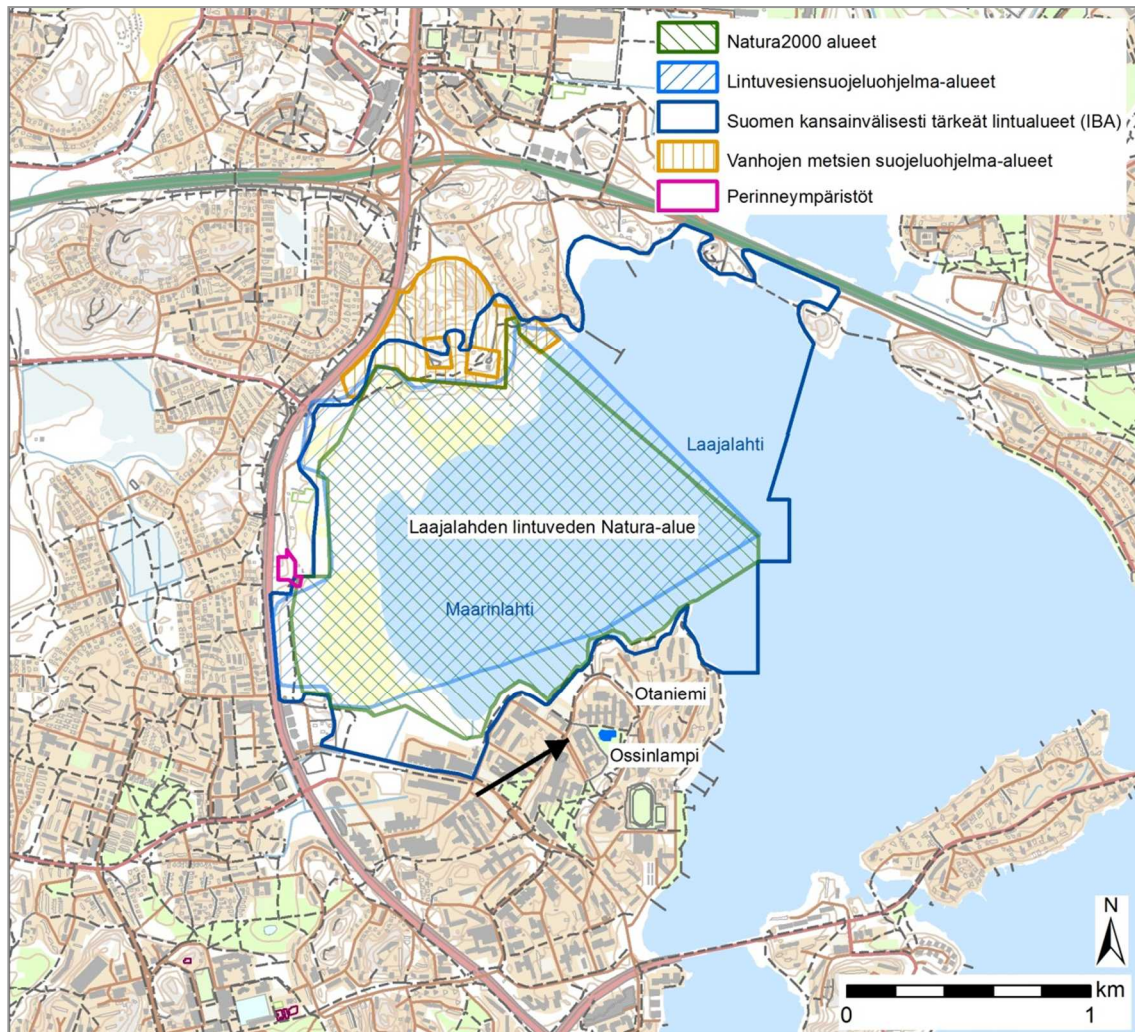
Natura-alueen suojelun perusteena on 20 lintudirektiivin liitteen I lintulajia ja 12 muuttolintulajia sekä seuraavat viisi luontodirektiivin luontotyyppiä (% pinta-alasta, * = priorisoitu eli ensisijaisen tärkeä luontotyyppi):

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

- 9080 Fennoskandian metsäluhdet (< 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, lintuvesisuojeluohjelma-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 5-2. 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*).

5.5 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.

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 itäosaan ja ympäristöään korkeammalle sijoittuvalla koillinen–lounassuuntaisella selännteellä. Kallioperään louhittava metrotunneli kulkee lähimmillään noin 400 metrin etäisyydellä reaktorirakennuksen eteläpuolella.

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 tiettävästi sijaitse vedenottoja 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. 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 louhittuun tunneliin. Pohjaveden muodostuminen Otaniemen alueella on vähäistä.

5.6 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.

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 etelänpuoleisella 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 tervaleppälehdoista 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 rehevempiä kuin 90-luvulla, mikä johtuu osittain sisäisestä kuormituksesta (*Autio ym. 2007*).

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*)

5.7

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 roroliikennettä. Satama-alueen koko on 150 hehtaaria. Konttialusten käyttöön satamassa on laituria 1 500 metriä, ja laituripaikkoja roroaluksille 15 kappaletta. Meriväylä, joka on 32 kilometriä pitkä ja vähintään 200 metriä leveä, johtaa suoraan avomerelle. Vuosaaren satamassa käy noin 8000 laivaa vuosittain.

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 6000 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*).

5.8 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 desibeliä. Melu on ollut yöajan ohjearvon tasolla (50 dB) ja päiväaikaan alle ohjearvon (55 dB). (*Uudenmaan ympäristökeskus 2009*)

Tällä hetkellä melua ja värinää aiheutuu lisäksi Länsimetro-hankkeen Otaniemen aseman ja metrotunnelien louhinta- ja rakennustöistä. Metrohankkeen alustavan aikataulun mukaisesti louhinnat valmistuvat heinäkuussa 2013 ja Otaniemen aseman rakennustyöt syksyllä 2015. (*Länsimetro 2013*)

5.9 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 (Ilmatieteenlaitos 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 Mannerheimintieellä ja Kehä I varrella. (HSY 2013) Ilmanlaadun selvitykset ja mittaukset tekee Ilmatieteenlaitos.

5.9.1 Tavanomaiset päästöt

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. Hengitettävien 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 kohoineet pääkaupunkiseudulla. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. (HSY 2013)

5.9.2 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 päästörajojen, 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.

5.10 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 viemäroinnin kautta suoritettavia päästöjä.

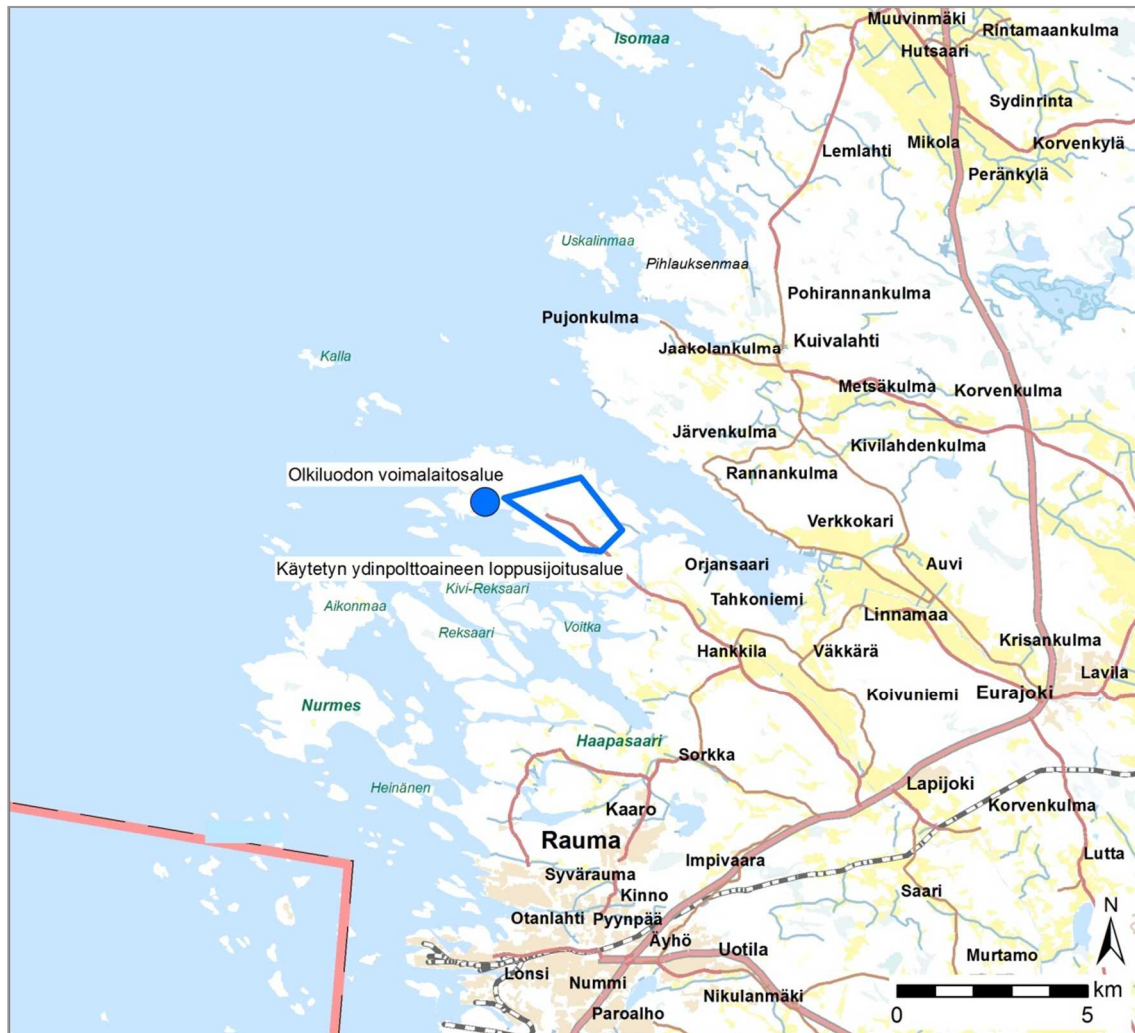
Säteilytason nousu reaktorin ollessa käynnissä 250 kW:n teholla reaktorihallin seinän ulkopuolella on alle 0,0001 mSv/h luonnon taustasäteilytasoon nähden, joka aiheuttaa enintään 0,025 mSv:n vuosiannoksen kriittisen ryhmän yksilölle. Eroa normaaliin taustasäteilyyn ei juuri ole ja lisäsuojauksia vaativia säteilykeiloja ei ole esiintynyt. Lammen vesinäytteissä ei ole yhtenäkkään vuonna havaittu merkkejä keinotekoisesta radioaktiivisuudesta. Lammen pohjasedimentinäytteissä sen sijaan on havaittu heikkoa cesiumaktiivisuutta, joka todennäköisesti on peräisin Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden laskeumasta. (VTT 2011)

6 VAIHTOEHTOISTEN VÄLIVARASTOINTI- JA LOPPUSIJOITUSPAIKKOJEN YMPÄRISTÖN NYKYTILA SUOMESSA

6.1 Olkiluoto

6.1.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

Teollisuuden Voiman Oyj:n (TVO) omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saaren länsipäässä (Kuva 6-1). Voimalaitosalueella sijaitsevat vuosina 1973–1980 rakennetut ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 sekä rakenteilla oleva Olkiluoto 3. Voimalaitosalueella sijaitsee muun muassa käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto), matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (MAJ- ja KAJ-varastot), voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VJL-luola), hallintorakennuksia, koulutus- ja vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaitos, raakaveden puhdistamo, kaatopaikka ja ydinjätteen loppusijoituslaitoksen maanalainen kallioperän tutkimustila ONKALO. Posiva on vuokrannut TVO:lta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle suunnitellun alueen saaren keskiosasta vuoteen 2103 asti.



Kuva 6-1. Olkiluodon voimalaitosalueen ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusalueen sijainti.

Voimalaitostoiminnan ja siihen liittyvien toimintojen lisäksi saarella on Fingrid Oyj:n sähköasema, TVO:n tuulivoimalaitos ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinilaitos varavoimatarpeisiin.

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.

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on viiden kilometrin etäisyydelle ulottuva suoja-vyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Suojavyöhykkeelle toimintoja suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan Säteilyturvakeskuksen ohjeistusta (YVL 1.10). (*Posiva 2008, TVO 2013*)

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 toteuttavia 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 suunnittelumääräyksen 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 loppusijoitustoimintaa liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergialain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti.

Osayleiskaavassa alue, jolle käytetty ydinpolttoaine olisi tarkoitus sijoittaa, on osoitettu jätteenkäsittelyalueeksi osa-aluemerkinnällä (ej). Ydinpolttoaineen välivarastointi- ja purkujätteen loppusijoitus on suunniteltu sijoitettavaksi alueelle, joka on kaavassa merkitty osa-aluemerkinnällä (vj), jolle voidaan sijoittaa ydinjätelaitoksia.

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. Voimassa olevissa asemakaavoissa ei ole varattu alueita erityisesti loppusijoitustoimintaa varten. Vuonna 2010 vahvistettiin Eurajoen kunnanvaltuustossa loppusijoitusalueen asemakaava ja asemakaavan muutos sekä asemakaavan ja ranta-asemakaavan 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*)

6.1.2 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. (*TVO 2007*)

6.1.3 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 alakoulua. (*Teollisuuden Voima Oyj 2008*)

6.1.4 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 johtuva rantakasvillisuuden vyöhykkeisyys.

Olkiluodon luonnonympäristö on osittain ihmistoiminnan voimakkaasti muutama, mutta saareen sijoittuu myös havupuuvaltaisia kangasmetsiä, lehtipuustoisia rantametsävyöhykkeitä, kallioita ja pienialaisia soita. Olkiluodon alue on luonnonolosuhteiltaan tyypillinen lounaissuomalainen rannikkoalue, jossa eläin- ja kasvilajisto sekä maaperä ovat hyvin samanlaisia kuin ympäröivillä alueilla. Rakentamattomat ranta-alueet, erityisesti pohjoisrannalla edustavat luonnontilaisia, usein reheviä rantabiotooppeja. Paikalli-

sesti huomionarvoisia luontokohteita saarella ovat sen luoteisosaan sijoittuva lahoppus-
toinen Tyrniemen metsä, jossa on umpeenkasvaneita lampia, sekä etelärannalla sijaitse-
va Flutanperän tervaleppäluhta, joka on osittain menettänyt luonnontilansa. Olkiluodon
eläinlajisto on kohtalaisen runsas, mutta harvinaisuuksia tai uhanalaisia lajeja ei alueella
juurikaan ole tavattu. Alueen maallinnusto on runsas, mutta melko tavanomainen. Vesi-
linnuston yleisin laji on haahka ja harvinaisimpia pesiviä lajeja muun muassa ristosorsa
ja pilkkasiipi. (*Teollisuuden Voima Oy 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 luontodi-
rektiivin luontotyyppiä. Natura-alue ja sitä ympäröivät vesialueet ovat osa Suomen kan-
sainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluvaa kokonaisuutta Rauman–Luvian saa-
ristot (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 saa-
ria on Olkiluodon saaren länsikärjen edustalla 1–2 kilometrin päässä ydinvoimala-
alueesta. (*Oiva-tietokanta 2013, Lounais-Suomen ELY-keskus 2013*)

Olkiluodosta Natura-alueeseen sisältyy Liiklankarin metsäalue saaren eteläosassa, käy-
tetyt ydinpolttoaineen loppusijoitusalueen välittömässä läheisyydessä. Liiklankari kuu-
luu valtakunnalliseen vanhojen metsien suojeluohjelmaan (AMO020001), ja se on suo-
jeltu Liiklankarin luonnonsuojelualueena (VMA020001). (*Oiva-tietokanta 2013, Lou-
nais-Suomen ELY-keskus 2013*)

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

6.1.5 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*)

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*) Alueen irtomaapeite on yleensä 2–4 metriä ja keskimäärin 2,5 metriä paksu. Paksuimmat, noin 16 metrin irtomaakerrokset sijaitsevat saaren länsiosassa (*Mönkkönen 2012*). Irtomaapeite koostuu pääasiassa hiekkamoreenista, jonka seassa on joitain siltti, savi, hiekka ja sora-kerroksia (*Ikonen ym. 2013*).

Lähin luokiteltu pohjavesialue (Kuivalahti, I-luokka, tunnus 0205104) sijaitsee noin vii-
den kilometrin etäisyydellä ONKALOn pohjois-koillispuolella. Olkiluodon saarella si-
jaitsee joitain talousvesikaivoja (*Ikonen ym. 2003*). Lähimmät kaivot sijaitsevat noin 1,4
kilometrin etäisyydellä ONKALOn pohjaveden havaintotietojen perusteella ONKA-
LOn ympäristössä maapohjaveden pinnan taso vaihtelee noin välillä 0 - +8 metriä me-

renpinnan tason yläpuolella ja kalliopohjaveden painetaso vaihtelee noin välillä 0 - +10 metriä merenpinnan tason yläpuolella (*Vaittinen ym. 2013*).

Olkiluodon alueen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet tunnetaan erittäin hyvin, sillä aluetta on tutkittu yli 20 vuoden ajan erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskohteena. Tutkimukset alueella jatkuvat edelleen. (*Posiva Oy 2008*) Olkiluodon kallioperään on louhittu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten tutkimustila ONKALO.

6.1.6 Vesistöt

Olkiluotoa rajaa pohjoispuolella noin 1,5 kilometriä leveä Eurajoensalmi ja eteläpuolella 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. Syvänealueilla sedimentti on liejusavea tai muita savilajeja. Olkiluodon merialue on melko avointa. Olkiluodon alueella ei ole järviä, jokia tai puroja. Saaren ainoa järvi on kuivunut ojituksen seurauksena. Olkiluodon alueelle on tehty 1970-luvulla raakavesiallas (Korvensuon allas) voimalaitoksen käyttöä varten. (*Posiva Oy 2008, Teollisuuden Voima Oy 2008*)

Olkiluodon merialueen veden laatuun ja ekologiseen tilaan sekä tuotantoon vaikuttavat Selkämeren rannikkovesien yleistila, jokien kuljettamat ravinteet ja muut aineet. Paikallisesti 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 Oy 2008*). Olkiluodon merialueen vesikasvillisuus vaihtelee ulkosaariston kovien pohjien levävaltaisista yhteisöistä Olkiluodonveden pehmeiden pohjien putkilokasvivaltaisiiin yhteistöihin. 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 merialueella harjoitetaan ammattikalastusta, joka on pääasiassa verkkokalastusta. Tärkeimmät saalislajit olivat ahven, hauki, siika, silakka, lahna ja särki (*Teollisuuden Voima Oy 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).

6.1.7 Liikenne

Tieliikenne

Eurajoen kirkonkylä sijaitsee valtatie 8 varrella Rauman ja Porin välissä. Olkiluotoon johtava Olkiluodontie (yhdystie 2176 Lapijoki – Olkiluoto) erkanee 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 satamineen, 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 Oy 2007)

Rauman satama sijaitsee kaupungin keskustasta länteen pääosin Kompin, IsoHakunin ja UlkoPetäjäksen alueella. Rauman satamaan johtaa kaksi väylää, Valkeakaran 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 erkanee Tampere–Pori-radasta Peipohjassa. Ratapiha-alue on Rautatiekadun ja Karjalankadun välisellä alueella, josta rautatie jatkuu satamaan. (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2007)

6.1.8 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 Fingrdin

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 koh-teissa. *(Teollisuuden Voima Oy 2007)*

6.1.9 Ilmasto ja ilmanlaatu

Olkiluoto sijaitsee Selkämeren rannikolla merellisessä ilmastossa. Merelliselle ilmastol-le tyypillistä on lämpöolojen tasaisuus. Keväällä lämpötila on rannikon tuntumassa sel-västi 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 *(Ilmatieteenlaitos 2013)*. Olkiluodon vuotuinen sademäärä vaihtelee 400–700 millimetrin välillä.

Päästöt ilmaan ovat Eurajoella vähäiset. Pienemmistä teollisuuslaitoksista eli pisteläh-teistä sekä niin sanotuista aluelähteistä (esim. omakotitalot, saunat) aiheutuvien päästö-jen määrää ei ole arvioitu. Eurajoella ei ole ilmanlaadun seurantaa. Lähin seurantamit-tauspiste on Raumalla. Myös teollisuuspaikkakunnilla Harjavallassa ja Porissa seurataan ilmanlaatua.

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Olkiluodon ydinvoimalaitoksessa syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä toteu-tetaan parhaan käytettävissä olevan tekniikan periaatetta. Radioaktiiviset kaasut kerä-tään, 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 sa-tunnaisesti havaittavissa vain aivan laitoksen lähiympäristössä, minkä lisäksi radioaktii-viset jalokaasut sekoittuvat ilmakehään ja laimenevat. Käytetyn ydinpolttoaineen väli-varaston poistoilmapiipusta ei ole tavattu päästöjä, jotka olisivat ylittäneet havaintora-jan. *(Teollisuuden Voima Oy 2008)*

Suurimmillaan nykyisten voimalaitosyksiköiden vuosien 2011–2012 radioaktiivisten ja-lokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 1,2–1,24 TBq, mikä on 0,0002 prosenttia asetetus-ta päästörajasta (päästöraja 9 429 TBq). Jodipäästöt olivat noin 0,0002 prosenttia pääs-törajasta (päästöraja 0.103 TBq). *(Teollisuuden Voima Oy 2012)*

6.1.10 Säteily

Voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan ja mereen seurataan jatkuvasti. Radioaktiivisten aineiden määrää mitataan muun muassa voimalaitosalueen merive-destä, kaloista, leivistä, pohjaeläimistä, ilmasta, maaperästä, ruhosta sekä puutarha- ja maataloustuotteista ja lihasta. Valvonta tehdään voimalaitoksen ympäristön säteilyn valvontaohjelman mukaisesti ja tulokset raportoidaan STUK:lle. Päästöjen pohjalta las-ketaan vuosittain laitoksen läheisyydessä asuvien henkilöiden saamat säteilyannokset. *(Teollisuuden Voima Oy 2008)* Vuonna 2012 päästöistä ilmaan ja mereen laskettu sätei-lyannos 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 Oy 2008)

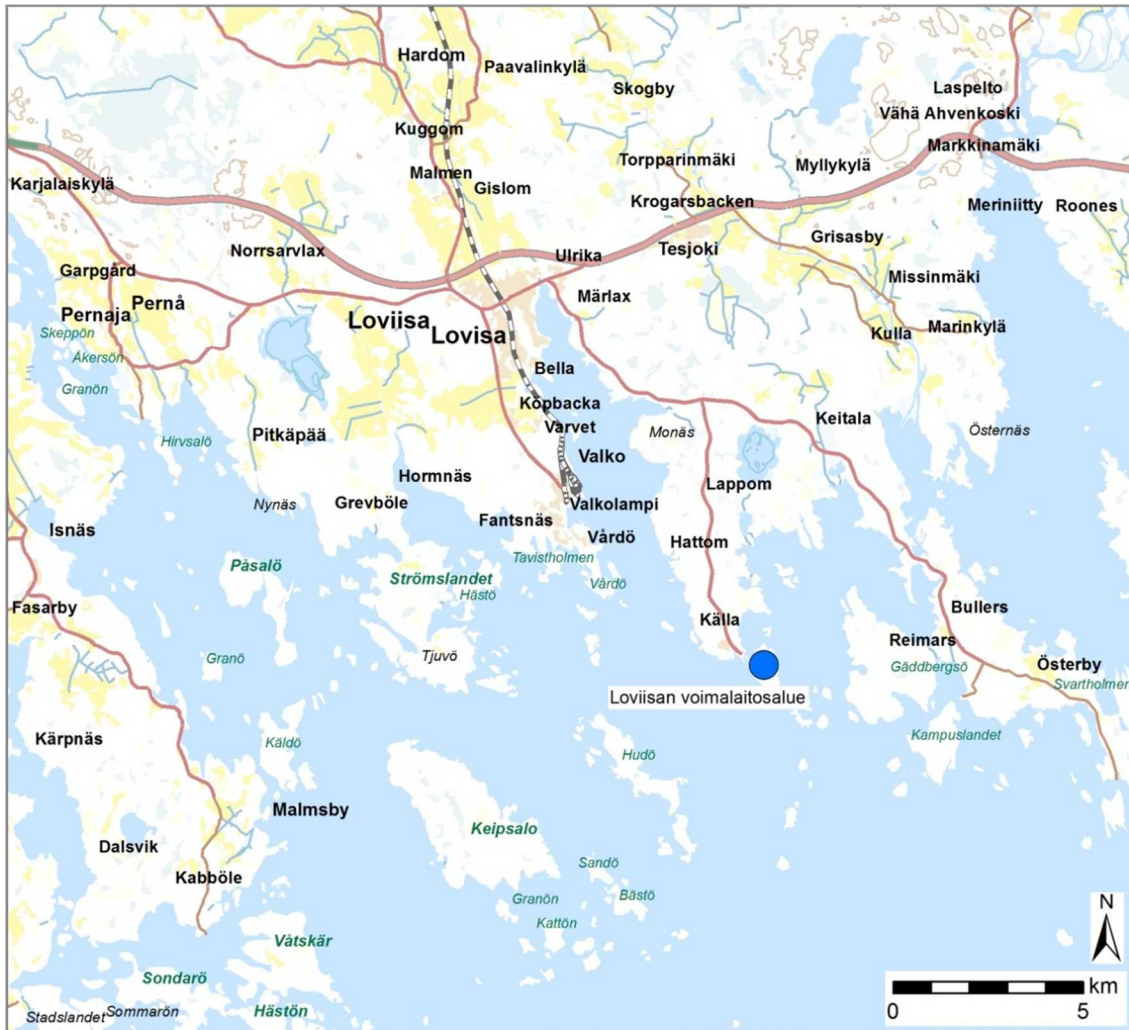
Elintarvikenäytteissä havainnot radioaktiivisista aineista ovat olleet harvinaisia. Maito-, vilja- ja lihanäytteissä ei ole havaittu kertaakaan Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita koko voimalaitoksen käyttöhistorian aikana. (Teollisuuden Voima Oy 2008)

6.2 Loviisa

6.2.1 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 6-2). 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 välivarasto, 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.

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on viiden kilometrin etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. (Fortum Power & Heat Oy 2008, Fortum 2013)



Kuva 6-2. 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)

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 ydinvoimalaitos-

ten 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 mantereeseen 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*)

6.2.2 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 mantereeseen suuntaan leveä voimajohtokäytävä. Muilta osin ympäristön yleisilme on metsäinen. Hästholmenin alueella ei ole maiseman tai kulttuuriympäristön arvokohteita. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

6.2.3 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 keskustaajamassa. 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*).

6.2.4 Kasvillisuus, eläimistö ja suojelukohteet

Salmiyhteyden mantereesta erottaman Hästholmenin saaren pinta-ala on noin yksi neliökilometri. Sitä ympäröi Suomenlahden saaristo- ja merialue. Kasvimaantieteellisesti Hästholmen kuuluu eteläboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen lounaismaan alueeseen (*OIVA-tietopalvelu 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 rikko-

naisen 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 luontotyypppejä (*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 ruovikkoi-set 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 voimalaitosalueesta. Noin kilometrin päässä voimalaitosalueesta luoteeseen sijaitsee Källauddenin-Virstholmenin alue (FI0100080), jonka suojelun perusteena on 5 luontodirektiivin luontotyyppiä. Alue sisältyy valtakunnallisen harjajensuojeluohjelmaan nimellä Källa ja Hamnholmen (HSO010010). Lähimmillään noin kahden kilometrin päässä voimalaitosalueesta lounaaseen sijaitsee Pernajanlahtien ja Pernajan saariston merensuojelualueen 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, joita ydinvoimala-aluetta lähin on Pernajanlahden rannikon rantojensuojeluohjelma-alue (RSO010003). Natura-alueelle Loviisan edustalle sijoittuu Suomen kansainvälisesti tärkeisiin IBA-lintualueisiin kuuluvaa Pernajan ulkosaaristo (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*)

6.2.5 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi

Hästholmenin saari kohoa 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*).

6.2.6**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 merkittävien kuormittajien koko Hästholmenia ympäröivällä merialueella. Kuormitus aiheutuu erityisesti 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 kunnon heikkenemisestä sekä sisäisestä kuormituksesta. Toisaalta veden typpipitoisuudet ovat laskeneet viime vuosikymmeniin verrattuna (*Mattila & Ilus 2007*). Pohjanläheisten vesien happitilanne on Loviisan lähimerialueen syventeissä 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 voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita 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*)

6.2.7 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 2007*)

Vuonna 2012 Määrilahdesta 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 Orrngrundin 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.

6.2.8 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 annetun yöajan ohjearvon 40 desibeliä. (*Fortum Power and Heat Oy 2008*)

6.2.9 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 teol-

lisuusalueen 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, halogeenista 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 pääsevästä 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)

6.2.10 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 analyysia vuosittain 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 3,7 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)

7 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA SIINÄ KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT

7.1 Arvioitavat vaikutukset ja arvioinnin rajaus

YVA-lain mukaisesti arvioinnissa tarkastellaan 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.

Ympäristövaikutuksia selvittäessä painotetaan merkittäviksi arvioituja ja koettuja vaikutuksia. Kansalaisten ja eri sidosryhmien tärkeiksi kokemista asioista saadaan tietoa muun muassa tiedottamis- ja kuulemismenettelyjen yhteydessä.

Hankkeen ympäristönäkökohtien alustavan tarkastelun perusteella hankkeella ei ole merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Lähinnä ympäristövaikutuksia voisi syntyä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa, mutta niiden todennäköisyys on hyvin pieni. Pahimmassa mahdollisessa onnettomuustilanteessa radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan ympäristöön, mutta silloinkin säteilyvaikutukset ovat alustavan arvion mukaan hyvin vähäisiä ja rajautuvat pienelle alueelle. YVA-selostuksessa ympäristövaikutusten merkittävyyttä tullaan arvioimaan muun muassa vertaamalla ympäristön sietokykyä kunkin ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus.

Vaikutusten arviointi tulee perustumaan olemassa oleviin FiR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyviin VTT:n erillisselvityksiin (alustava purkusuunnitelma, käytetyn ydinpolttoaineen ja purkujätteen kuljetusselvitys, selvitykset FiR 1 -tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen ja purkujätteen laskennallisista aktiivisuusinventareista sekä arviot purkutöiden poikkeus- ja onnettomuustilanteiden mahdollisista päästöistä), olemassa oleviin tehtyihin ympäristövaikutusten arviointeihin (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*) sekä aiheeseen liittyviin mahdollisiin muihin julkaistuihin selvityksiin ja tutkimuksiin. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa hyödynnetään muun muassa annettuja ohjeistoja, kuten radioaktiivisten aineiden päästöarvoja sekä saatavilla olevaa tutkimustietoa.

Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyyppille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueet on määritetty siten, että ne kattavat tarkasteltavan ympäristövaikutuksen vaikutusalueen. YVA-selostusvaiheessa tarkastelualueen laajuus tarkastetaan tehtävien vaikutusarviointien ja arviointiohjelmasta saadun palautteen perusteella.

Ympäristövaikutusten tarkastelualueeksi on määritelty Otaniemessä tutkimusreaktorin ympäristö noin kahden kilometrin säteellä. Vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan myös käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljettamisen vaikutuksia kuljetusreittien lähiympäristössä. Suomessa sijaitsevien vaihtoehdoisten välivarastointi- ja loppusijoituspaikkojen tarkastelualueena käytetään niiden ympäristövaikutusten arvioinnissa esitettyjä tarkastelualueita (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008,*

Teollisuuden Voima Oyj 2008). Käytetyn ydinpolttoaineen mahdollisen Yhdysvaltoihin palautuksen osalta tarkastellaan ainoastaan kuljetusten vaikutuksia. Vastuu ydinpolttoaineesta siirtyy vastaanottajalle siinä vaiheessa, kun ydinpolttoaineen kuljetus on saapunut satamaan Yhdysvalloissa ja tästä syystä jatkokäsittelyn tai loppusijoituksen ympäristövaikutuksia ei tarkastella tämän YVAn puitteissa.

Seuraavassa on esitelty tarkasteltavat ympäristövaikutukset ja arvioinnissa käytettävät menetelmät vaikutuskohtaisesti. Tarkasteltavat vaikutukset ovat normaalitoiminnan aikana syntyviä vaikutuksia. Onnettomuus- ja poikkeustilanteiden vaikutusten arviointi on kuvattu erikseen omana kohtanaan.

7.2 Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön

Tarkastelualueiden maankäytön nykytila selvitetään kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä paikallistuntemukseen perustuen. Suunniteltu maankäyttö selvitetään voimassa ja vireillä olevien kaavojen sekä mahdollisten muiden aluetta koskevien, viranomaistahojen laatimien, suunnitelmien perusteella. Vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun maankäyttöön.

Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö -osuuden vaikutusten arvioinnista vastaa maankäytön suunnittelija.

7.3 Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Tarkastelualueiden maiseman piirteet selvitetään kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä aiemmin tehtyjen ympäristövaikutusten arviointien perusteella (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Maiseman ja kulttuuriympäristön arvokohteet selvitetään valtakunnallisten ja maakunnallisten aineistojen sekä muiden vastaavien tietojen perusteella. Vaikutusten arvioinnissa kuvataan hankkeen suhdetta laajempaan maisemakokonaisuuteen sekä suhdetta lähiympäristön maisemaan.

Maisema, kaupunkikuva ja kulttuuriympäristö -osuuden osalta vaikutusten arvioinnin tekee maisema-arkkitehti.

7.4 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimiin ja suojelukohteisiin

Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan hankkeen suorat ja mahdolliset epäsuorat vaikutukset kasvillisuuteen ja eläimistöön sekä luonnon monimuotoisuuteen ja vuorovaikutussuhteisiin. Vaikutusten arviointi perustuu YVA-menettelyn muissa osioissa tehtäviin arviointeihin muun muassa päästöjen ja liikenteen vaikutuksista. Arvioinnin lähtökohtana ovat tarkastelualueiden luonnonolot.

Luontovaikutusten arviointi tehdään aikaisemmissa ympäristövaikutusten arvioinneissa esitettyjen luontotietojen (mm. *Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*) sekä muun julkisesti saatavilla olevan aineiston perusteella (mm. OIVA-palvelun ympäristö- ja paikkatietoaineisto, kaupunkien paikkatietoaineisto luontokohteista ja Valtion ympäristöhallinnon Eliölajit-rekisterin tiedot uhanalaisista lajeista). Lisäluontoselvitysten tekemistä YVAn aikana ei pidetä tarpeellisena, koska toiminta ei laajene nykytilanteeseen verrattuna.

Vaikutusten arvioinnin suorittaa fyysikko-biologyöpari.

7.5 Vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin

YVA-selostuksessa esitetään tarkastelualueilla sijaitsevien vedenhankinta- ja pohjavesialueiden tiedot. Vaikutukset tarkastelualueiden maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin arvioidaan tehtyjen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiselvitysten, alueen maastonmuotojen, maaperän laadun sekä laitoksen ja siihen liittyvien rakenteiden tarvitseman alueen ja maanalaisten osien mittasuhteiden avulla. Arviointi perustuu olemassa olevaan alueiden nykytilaa kuvaavaan aineistoon.

Vaikutusten arvioinnin suorittaa fyysikko-hydrogeologyöpari.

7.6 Vaikutukset vesistöihin

Vaikutukset vesistöihin arvioidaan asiantuntijatyönä perustuen olemassa olevaan tietoon tarkastelualueiden nykytilasta (*mm. Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima 2008*). Arvioinnissa hyödynnetään myös YVA-selostusta varten tehtävää kuljetusselvitystä.

Koska tutkimusreaktorin purkamiseen tai välivarasto- ja loppusijoitustilojen toimintaan ei liity jäähdytysveden ottamista tai purkamista, ei arvioinnin tueksi tarvita erillistä jäähdytysvesimallinnusta.

Vaikutusten arvioinnin suorittaa fyysikko-limnologi- tai hydrobiologyöpari.

7.7 Kuljetusten ja muun liikenteen vaikutukset

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

YVA-selostuksessa esitetään arvio käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetus-vaihtoehtojen turvallisuudesta. Arvioinnissa hyödynnetään selostusvaiheessa tehtävää erillistä tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyvää kuljetusselvitystä. Lisäksi arvioinnin perustana käytetään aiemmin tehtyjä ympäristövaikutusten arviointia ja soveltuvien osien (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oy 2008*).

Arvioinnin suorittavat ympäristö- ja säteilyasiantuntijat, joilla on kokemusta ydinvoimalaitosten ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ympäristövaikutusten arvioinnista.

7.8 Melu- ja värinävaikutukset

YVA-selostuksessa esitetään käytöstäpoiston työvaiheet ja arvio melu- ja värinävaikutuksista. Purkutöiden vaikutusten lisäksi arvioidaan käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetuksista aiheutuvat melu- ja värinävaikutukset syntyvien kuljetusmäärien ja käytettävien reittien perusteella.

Arvioinnin suorittaa ympäristötekniikan diplomi-insinööri.

7.9 Ilmanlaatuun ja ilmastoon kohdistuvat vaikutukset

YVA-selostuksessa esitetään arvio käytöstäpoiston sekä käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen kuljetusten, välivarastoinnin ja loppusijoituksen aiheuttamista

tavanomaisista ja radioaktiivisten aineiden päästöistä ilmaan. Arvioinnin lähtökohtana ovat tarkastelualueiden nykytilatiedot. Arvioinnissa hyödynnetään aiemmissa ympäristövaikutusten arvioinneissa saatuja tuloksia (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*) ja olemassa oleva päästöjen seurantatietoa. Radioaktiivisia päästöjä verrataan ohjearvoihin.

Arvioinnin suorittavat kokeneet ympäristö- ja säteilyasiantuntijat.

7.10 Jätteet ja niiden käsittelyn vaikutukset

YVA-selostuksessa esitetään tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta syntyvien tavanomaisten jätteiden, vaarallisten jätteiden ja radioaktiivisten jätteiden määrät, laadut sekä käsittelymenetelmät. Näihin liittyviä ympäristövaikutukset arvioidaan hyödyntäen FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoiston erillisselvityksiä sekä soveltuvien osin aiemmin tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen pitkäaikaturvallisuus kuvataan YVA-selostuksessa yleispiirteisellä tasolla.

Arvioinnin suorittavat ympäristö- ja säteilyasiantuntijat, jotka ovat perehtyneet ydinvoimalaitoksista syntyvien jätteiden elinkaaren aikaisiin vaikutuksiin.

7.11 Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen

YVA-selostuksessa arvioidaan hankkeen vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen. Arvioinnissa hyödynnetään muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita sekä olemassa olevia jo tehtyjä ympäristövaikutusten arviointeja (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*). Terveysvaikutusten kuvauksessa hyödynnetään STUKin julkaisemaa ”Säteilyn terveysvaikutukset” -julkaisua, joka sisältää tietoa ionisoivan säteilyn terveysvaikutuksista (*Säteilyturvakeskus 2002*). Vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan lisäksi työeläysvaikutuksia.

Arviointityössä otetaan huomioon sidosryhmien mielipiteet ja näkemykset. Sidosryhmien suhtautumista hankkeeseen sekä hankkeeseen mahdollisesti liittyviä pelkoja ja huolenaiheita arvioidaan muun muassa YVA-ohjelmasta jätettävien mielipiteiden, YVA-menettelyn aikana saatavan palautteen ja mediakeskustelun perusteella.

Arvioinnin toteuttaa useita vastaavia selvityksiä laatinut asiantuntijatyöryhmä.

7.12 Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutukset

Hankkeeseen liittyvien poikkeus- ja onnettomuustilanteiden todennäköisyys on hyvin pieni. Pahimmassa mahdollisessa onnettomuustilanteessa radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan ympäristöön, mutta silloinkin säteilyvaikutukset ovat hyvin vähäisiä ja rajautuvat pienelle alueelle.

YVA-selostuksessa onnettomuusriskien tyyppi, todennäköisyys ja ympäristövaikutukset arvioidaan sekä niiden estämiseksi tai seurausten lieventämiseksi esitetään keinoja. Tarkastelussa keskitytään tutkimusreaktorin purkamiseen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksiin. Arvioinnissa hyödynnetään FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistoon liittyviä erillisselvityksiä (mm. kuljetusselvitys). Väliarastoinnin ja loppusijoittamisen osalta poikkeustilanteiden vaikutuksia arvioidaan tehtyjen ympäristövaikutusten arviointien perusteella (*Posiva Oy 2008, Fortum Power and Heat Oy 2008, Teollisuuden Voima Oyj 2008*).

Onnettomuustilanteiden vaikutuksia ihmisten ja ympäristön säteilyaltistukseen tarkastellaan turvallisuusanalyysihin ja tutkimusreaktorin käytöstäpoistolle asetettaviin vaatimuksiin perustuen. Onnettomuustilanteiden aiheuttamat säteilyannokset ja vaikutusalueet arvioidaan.

Arvioinnin suorittavat kokeneet ydinvoimalaitoksien ja ydinpolttoaineen käsittelyn poikkeus- ja onnettomuustilanteisiin perehtyneet asiantuntijat.

7.13 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistosta voi aiheutua vähäisiä yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa käytetyn ydinpolttoaineen sekä purku- ja huoltojätteen välivarastointi- ja loppusijoitusvaiheessa, kun ne luovutetaan jatkotoimenpiteet toteuttavalle taholle. Asiaa tarkastellaan perusteellisemmin ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä.

Hankkeen yhteisvaikutuksia muiden tiedossa olevien lähialueella sijaitsevien hankkeiden kanssa arvioidaan. Yhteisvaikutusten arviointia varten tunnistetaan ne Otaniemen lähialueella sijaitsevat hankkeet, joilla voi olla yhteisvaikutuksia tutkimusreaktorin käytöstäpoistohankkeen kanssa. Länsimetro-hankkeen suunnitellun aikataulun mukaan metrotyömaa on valmis ennen tutkimusreaktorin purkutöiden alkamista.

7.14 Nollavaihtoehdon vaikutusten arviointi

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. Arviointiselostuksessa nollavaihtoehtoa verrataan toteutusvaihtoehtoihin.

Nollavaihtoehdossa käytöstäpoisto ja muut ydinjätehuollon toimenpiteet tapahtuisivat myöhemmin tulevaisuudessa. Näiden vaikutukset eivät oleellisesti eroa tässä YVAssa tarkasteltavista vaihtoehtoista.

7.15 Vaihtoehtojen vertailu

Vaihtoehtoja vertaillaan erittelevää menetelmää hyödyntäen, jossa eri vaihtoehtojen vaikutuksia tarkastellaan vertailutaulukon avulla. Vertailutaulukkoon kirjataan havainnollisella ja yhdenmukaisella tavalla vaihtoehtojen keskeiset, niin myönteiset kuin kielteiset, ympäristövaikutukset. Samassa yhteydessä arvioidaan vaihtoehtojen ympäristöllinen toteutettavuus ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella.

Hankkeen vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan vertaamalla niitä hankkeen vaikutuksia ja ympäristön laatua koskeviin normeihin ja ohjearvoihin. Lisäksi vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan seurantaryhmästä, keskustelutilaisuuksista, eri sidosryhmiltä sekä mediasta saatavan tiedon pohjalta.

8 HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN

Arviointityön aikana selvitetään mahdollisuudet ehkäistä tai rajoittaa hankkeen haitta-vaikutuksia suunnittelun tai toteutuksen keinoin. Selvitys lieventämistoimenpiteistä ja ydinturvallisuusjärjestelmistä esitetään arviointiselostuksessa.

9 EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Samoin käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia. Tiedon puutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta selvitystyössä.

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

10 VAIKUTUSTEN SEURANTA

Vaikutusten arvioinnin yhteydessä laaditaan ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelman sisällöksi, joka esitetään arviointiselostuksessa.

Seurannan tavoitteena on:

- tuottaa tietoa hankkeen vaikutuksista,
- selvittää, mitkä muutokset ovat seurauksia hankkeen toteuttamisesta,
- selvittää, miten vaikutusten arvioinnin tulokset vastaavat todellisuutta,
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet,
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia, merkittäviä haittoja.

11 HANKKEEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET

11.1 Kaavoitus

Tutkimusreaktorin käytöstäpoistolla ei ole vaikutuksia kaavoitukselle. Sekä voimassa olevassa asemakaavassa että alueelle laadittavassa asemakaavassa alue on osoitettu opetus- ja tutkimustoimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi. Laadittavan asemakaavan kaavaselostuksessa ei tutkimusreaktoria ole osoitettu erikseen. Asemakaavassa ei ole osoitettu suojavyöhykkeitä tai muita vastaavia alueita, joiden tarve poistuisi reaktorin käytöstäpoiston johdosta.

11.2 Ympäristövaikutusten arviointi

YVA-lain (468/1994) ja YVA-asetuksen (713/2006) mukaisesti tutkimusreaktorin käytöstäpoisto edellyttää ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämistä. Hanke vastaava on aloittanut YVA-menettelyn laatimalla tämän YVA-ohjelman. YVA-selostus liitetään käyttöluvan muutoshakemukseen.

11.3 Ydinenergilain mukaiset päätökset ja luvat

11.3.1 Käyttölupa

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

Ydinlaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin Säteilyturvakeskus on todennut, että ydinlaitos täyttää asetetut turvallisuusvaatimukset, turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt ovat riittävät ja että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty ydinvastuulain edellyttämällä tavalla. Lisäksi edellytetään, että työ- ja elinkeinoministeriö on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty lain edellyttämällä tavalla.

Valtioneuvosto on myöntänyt 8.12.2011 tutkimuskeskus VTT:lle ydinenergilain (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.

11.3.2 Käyttöluvan ehtojen uudistaminen ja purkamislupa

Tutkimusreaktorin käytöstäpoisto edellyttää ydinenergilain mukaisen käyttöluvan ehtojen uudistamista sekä purkamisluvan hakemista ja myönteisen päätöksen saamista. Käytöstäpoistoa koskevat lupaehtojen mahdollisesti tarvittavat täsmennykset voidaan toteuttaa joko luvanhaltijan hakemuksen perusteella tai lupaviranomaisen aloitteesta ydinenergilain 25 §:n mukaisena lupaehtojen muutoksena.

FiR 1 -tutkimusreaktorin purkamisesta syntyvien ydinjätteiden välivarastointia koskeva järjestely haetaan käytöstäpoistoon liittyvän lupahakemuksen yhteydessä. 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. Kahdessa mainitussa ydinvoimalaitospaikassa voimassa olevat käyttöluvut rajoittavat nykyisellään luvanhaltijan oikeutta siten, että se koskee vain laitospaikalla toimivien reaktoreiden ydinjätteitä.

Nykyisen lainsäädännön nojalla STUK voi säädellä ydinlaitoksen käytöstäpoiston eri vaiheita ydinenergia-asetuksen 112 §:n mukaisten laitosmuutosmenettelyjen ja täsmen-tävien YVL-ohjeiden kautta. Kyseisellä menettelyllä on säännelty ydinvoimalaitosten laajamittaisia muutostöitä, jotka ovat luonteeltaan rinnastettavissa purkamistoimenpiteisiin. Sääntelyn kannalta on tarkoituksenmukaista, että lopullinen purkamissuunnitelma muodostuu työkokonaisuuksista, joista kullekin tarvitaan STUKin hyväksyntä ennen kyseisen vaiheen aloittamista.

Ydinenergialainsäädännön muutosten pohjalta myös ydinlaitosten käytöstäpoistoa koskevia yksityiskohtaisempia vaatimuksia on täydennetty (23.5.2008/342). Uudistetussa ydinenergialaissa täsmennetään, että ydinjätehuoltoon kuuluvat myös ydinlaitoksen käytöstäpoistamiseen liittyvät toimenpiteet ja vaaditaan, että ydinlaitoksen käytön lopettamisen jälkeen laitoksen käytöstäpoistaminen on toimeenpantava hyväksytyn suunnitelman mukaisesti. Säteilyturvakeskukselle toimitetaan hyväksyttäväksi riittävän yksityiskohtainen käytöstäpoiston suunnitelma, minkä pohjalta STUK voisi myöntää erityisen käytöstäpoistoa koskevan luvan. Suunnitelman sisältöä koskevat tarkemmat vaatimukset asettaa Säteilyturvakeskus viimeistelyvaiheessa olevassa ohjeessa YVL D.4.

Ydinenergialain edellyttämä viranomaisvalvonta ydinlaitoksen käytöstäpoistamisen ja järjestelmien sekä rakenteiden purkamisen aikana on todennäköisesti mahdollista toteuttaa Säteilyturvakeskuksen myöntäminä käyttölupehtojen muutoksina.

Ydinenergialain 33 §:n mukaan 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.

11.3.3 Suunnitelma käytöstäpoistamisesta

Ydinenergialain 7 g §:n mukaan ydinlaitoksen suunnittelussa on varauduttava laitoksen käytöstä poistamiseen. Ydinenergialain 28 §:n mukaisesti käytöstä poistamista koskeva suunnitelma on toimitettava STUK:lle hyväksyttäväksi kuuden vuoden välein laitoksen ollessa käytössä luvanvaraisesti. Muiden ydinlaitosten purkamisen kokemuksia tulee käyttää hyväksi käytöstäpoiston suunnitelmaa päivitettäessä. Kun ydinlaitoksen käyttö on lopetettu, laitos on poistettava käytöstä suunnitelman mukaisesti. Ydinlaitoksen käytön päättymisestä sekä pysyvästä sulkemisesta on tehtävä ilmoitus STUK:lle välittömästi sekä esitettävä suunnitelma laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi tarvittavista toimenpiteistä. Lain mukaan laitoksen purkamista ja muita toimenpiteitä laitoksen käytöstä poistamiseksi ei saa perusteettomasti siirtää.

11.3.4 Ydinjätehuoltovelvollisuus

Nykyisessä muodossa ydinenergialaissa ei ole yksityiskohtaisia määräyksiä liittyen ydinlaitosten käytöstäpoistoon tai purkamiseen, vaan purkaminen katsotaan osaksi ydinjätehuoltoa. Ydinenergialain 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.

Ydinenergilain 6 a §:n mukainen vaatimus, että ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen, ei koske ydinjätteitä, jotka ovat syntyneet Suomessa käytetyn tutkimusreaktorin käytön yhteydessä tai seurauksena.

Tutkimusreaktorin käyttöluvan myöntäneen viranomaisen (TEM) tai STUK:n on määrittävä huolehtimisvelvollisuus ydinjätteistä päättyneeksi, kun vastuu on

1. YEL 30 §:n mukaisesti siirretty toiselle toimijalle; tai
2. ydinjätteet on 6 a §:n 2 momentissa tarkoitetulla lopulliseksi hyväksytyllä tavalla siirretty Suomen oikeudenkäyttövallan 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.

Jätehuoltovelvollisen on haettava ydinenergilain 32 §:n mukaista määräystä huolehtimisvelvollisuutensa päättymisestä sen jälkeen kun kyseisessä pykälässä mainitut toimenpiteet on suoritettu. Kun TEM on päättänyt huolehtimisvelvollisuudesta, antaa STUK pyynnöstä todistuksen loppusijoituksen suorittamisesta hakemusta varten. Hakemus voidaan tehdä samassa yhteydessä kuin huolehtimisvelvollisuuden siirtämistä (toiselle ydinjätehuoltovelvolliselle) koskeva hakemus.

STUK:lle on toimitettava yhteenveto käytöstäpoiston toteutuksesta sekä hakemus rakennuksen vapauttamisesta valvonnasta.

11.3.5 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 neutroniaktivointianalyysin 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 turvallisuuslupa on tarpeen hakea muutosta reaktoria koskevilta osin.

11.3.6 YVL-ohjeet

Säteilyturvakeskuksen antamat YVL-ohjeet koskevat ydinlaitosten turvallisuutta, ydinmateriaaleja ja ydinjätteitä, sekä ydinenergian käytön edellyttämiä turva- ja valmiusjärjestelyjä. YVL-ohjeet ovat sääntöjä, joita yksittäisen luvanhaltijan tai muun kyseeseen tulevan organisaation on noudatettava, ellei STUKille ole esitetty muuta hyväksyttävää menettelytapaa tai ratkaisua, jolla YVL-ohjeessa esitetty turvallisuustaso saavutetaan.

Ydinlaitoksen käytöstäpoistoa koskevat olennaisimmat (valmisteilla) olevat ohjeet ovat:

- **YVL D.2, Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus.** Ohjeessa esitetään ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetusten kuljetusjärjestelyjä sekä turva- ja valmiusjärjestelyjä koskevat vaatimukset ja valvontamenettelyt.
- **YVL D.3, Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi.** Ohjeessa esitetään tuoreen ja käytetyn ydinpolttoaineen käsittely- ja varastointilaitosta koskevat vaatimukset ja valvontamenettelyt.
- **YVL D.4, Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstäpoisto.** Ohjeessa esitetään perusvaatimukset ydinlaitoksen käytöstä poistamisen suunnittelulle ja toteutukselle sekä käytöstä poistamisen yhteydessä kertyvien jätteiden lajittelulle, käsittelylle, varastoinnille, aktiivisuusmäärittelyksille ja kirjanpidolle. Ohje koskee myös ydinlaitoksen käytön tai käytöstä poistamisen yhteydessä kertyvien ydinjätteiden, mukaan lukien kierrätyskelpoiset materiaalit, vapauttamista valvonnasta sekä käytöstä poistetun ydinlaitoksen vapauttamista valvonnasta. Ohje käsittelee vapauttamismenettelyjä sekä valvonnasta vapautettavien materiaalien aktiivisuusmäärittystä ja kirjanpitoa.
- **YVL D.5, Ydinjätteiden loppusijoitus.** Ohje koskee ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta kallioperään rakennettaviin tiloihin. Ohjeen soveltamisalaan sisältyviä ydinjätteitä ovat käytetty ydinpolttoaine, ydinlaitoksen käytössä kertyvät radioaktiiviset jätteet, ydinlaitosta purettaessa kertyvät radioaktiiviset jätteet sekä muut radioaktiiviset jätteet, jotka sijoitetaan ydinjätteille suunniteltuihin loppusijoitustiloihin.

11.3.7 Kuljetusluvut ja muut ydinpolttoaineen siirtoihin liittyvät luvat

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.

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

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

- laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994)
- asetus (194/2002) ja liikenneministeriön päätös vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (277/2002) sekä asetus vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluovasta (1112/1998)
- valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (195/2002) ja liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (278/2002),
- 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.
- STUKin ohje YVL D.2 Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus (luonnos)
- Security in the Transport of Radioactive Material, NSS No. 9, IAEA (2008).

Kuljetuksissa ulkomaille, tässä tapauksessa Yhdysvaltoihin meriteitse, on noudatettava kansainvälisiä määräyksiä. Käytetyn ydinpolttoaineen merikuljetuksiin liittyviä määrä-

yksiä 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).

11.4 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.

Toimenpideluvalle (MRL 126 §), purkamisluvalle (MRL 127 §) (tai purkuilmoitukselle) tai maisematyöluvalle (MRL 128 §) ei ole tarvetta.

11.5 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 ydinenergialaissa (990/1987) tai säteilylaissa (592/1991).

Myöskään tutkimusreaktorin käytöstäpoisto ei edellytä ympäristölupaa.

11.6 Muut luvat

Muut luvat, joilla on liittymäkohtia ympäristöasioihin, ovat pääosin teknisiä lupia, joiden pääasiallinen tarkoitus on työturvallisuuden varmistaminen ja aineellisten vahinkojen estäminen. Tällaisia ovat muun muassa jätevesien viemäriverkkoon johtamista koskeva lupa sekä mahdollisesta asbestityötä tehtävä ilmoitus.

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.

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 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)

Fortum Power and Heat Oy 2007. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Loviisan ydinvoimalaitoksen laajentaminen kolmannella laitosyksiköllä. Fortum Power and Heat Oy. 8.6.2007.

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/Ymp_rist_n+tila/Luonto/Vanhankaupunginlahti+ja+Laajalahti¤t=true]. (15.8.2013)

Helsingin Satama 2013. Vuosaaren satama. Asiointiopas ammattikuljettajille. [http://www.portofhelsinki.fi/download/13049_rekkaopas_asiointiopas_kuljettajille.pdf] (24.7.2013)

HSY 2013. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012. HSY:n julkaisuja 5/2013.

IAEA 2006. Return of Research Reactor Spent Fuel to the Country of Origin: Requirements for Technical and Administrative Preparations and National Experiences. IAEA-TECDOC-1593.

Ilmatieteen laitos 2013. Suomen tuuliatlas. [<http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/#>] (25.8.2013)

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2007. Olkiluodon osayleiskaava. Luonnon perustilaselvitys.

Kainulainen, E. (toim.) 2013. STUK-B 163 Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 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)

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.

Laitala, M. 1991. Helsingin kartta-alueen kallioperä. Geologian tutkimuskeskus.

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).

Loviisan kaupunki 2007. Loviisan rantaosayleiskaavan luonto- ja maisemaselvitys.

Lounais-Suomen ELY-keskus 2013. Natura-alueiden kohdekuvaukset. [<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=3454&lan=fi>]. (27.6.2013).

Loviisan kunta 2013. Kaavoitus ja maankäyttö. [<http://www.loviisa.fi>] (6.8.2013)

Länsimetro 2013. Länsimetrohankkeen internetsivusto. [www.lansimetro.fi] 30.8.2013.

Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006. Kantvikin eteläsatamaa ja kivihiilivarastoa koskeva ympäristölupahakemus. Lupapäätös 17.7.2006. Dnro LSY-2004-Y-209. Helsinki.

Mattila J. & Ilus E. 2006. Loviisan voimalaitoksen vesistötarkkailu vuonna 2005: meriveden laatu ja biologinen tila, laaja yhteenvetoraportti. YVLRAP12006. Säteilyturvakeskus. Monistettu raportti.

Mattila J. & Ilus E. 2007. Loviisan voimalaitoksen vesistötarkkailu vuonna 2006: meriveden laatu ja biologinen tila. Säteilyturvakeskus, maaliskuu 2007.

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)

OIVA-tietokanta 2013. Ympäristöhallinnon OIVA- ympäristö- ja paikkatietopalvelu. [<http://www.ymparisto.fi>] (26.7.2013).

Palomäki J, & Ristimäki, L. 2013. Laitoskuvaus 2012: Kapselointi- ja loppusijoituslaitossuunnitelmien yhteenvetoraportti. Työraportti 2012-65. Posiva Oy.

Pihlström M & Myllyvirta T. 1996. Ilman epäpuhtauksien leviämis- 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 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Posiva Oy.

Posiva Oy 2008. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Posiva Oy.

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.

Satakuntaliitto 2013. Alueiden käyttö. [<http://www.satakuntaliitto.fi>] (6.8.2013)

Säteilyturvakeskus 1999. Radioaktiiviset jätteet ja päästöt. ST-ohje 6.2 1.7.1999

Säteilyturvakeskus 2002. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyturvakeskus.

Säteilyturvakeskus 2006. Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen. YVL 7.1 22.3.2006.

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 2007. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä. Teollisuuden Voima Oyj.

Teollisuuden Voima Oyj 2008. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä. 187 s.

Teollisuuden Voima Oyj 2012. Ympäristöraportti. Teollisuuden Voima Oyj 2012.

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.

U.S. Department of Energy 2004. Revision of the Record of Decision for a Nuclear Weapons Nonproliferation Policy Concerning Foreign Research Reactor Spent Nuclear Fuel.

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

VTT 2010. FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttölupahakemus. DNo 672/071/2010. 30.11.2010.

VTT 2011. FiR 1 -reaktorin ympäristön säteilyvalvontaohjelma. FiR I-All Rev.2.2. 27.6.2011. Käyttölupa-asiakirja.