

# Ydinturvallisuus

Neljännenvuosiraportti 1/2012

Erja Kainulainen (toim.)

# Ydinturvallisuus

Neljännenvuosiraportti 1/2012

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-722-2 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2012  
ISBN 978-952-478-723-9 (pdf)  
ISBN 978-952-478-724-6 (html)  
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). *Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2012. STUK-B 149.* Helsinki 2012. 16 s. + liitteet 2 s.

**Avainsanat:** painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto

## Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä ja turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla sekä kuvataan käytössä oleviin laitosisyksiköihin, Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneita STUKin valvontatoimia vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä. Raportissa on selvitys Suomen ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyturvallisuudesta vuonna 2011.

Loviisan molemmat voimalaitosisyköt sekä Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

STUKin tekemissä käytön tarkastusohjelman mukaisissa tarkastuksissa ei vuosineljänneksen aikana todettu Loviisan ja Olkiluodon laitoksilla merkittäviä puutteita, joilla olisi vaikutusta laitosten, niiden henkilöstön tai ympäristön turvallisuuteen.

Olkiluoto 3:n työmaalla reaktorilaitoksen rakennusten viimeistelytyöt sekä putkistojen ja laitteiden asennukset jatkuivat. STUK jatkoi laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä valmistuksen ja asennustöiden ja käyttöönottojen valvontaa. Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastuksissa STUK arvioi laitostoimittajan laadunhallinnan resursseja laitospaikalla, reaktorilaitoksen käyttöönottovalmiutta sekä TVO:n toimenpiteitä Olkiluoto 3:n käyttöön valmistautumiseksi ja ohjaajien kouluttamiseksi. Laitostoimittaja ei ollut auditoinut laitospaikalla toimivia urakoitsijoita kesän 2011 jälkeen, mutta on asian korjaamiseksi lisännyt henkilöresurssejaan alkuvuoden aikana. Ei-ydinteknisen koekäytön aloittamiseksi TVO:lla ja laitostoimittajalla on STUKin arvion mukaan riittävät organisatoriset valmiudet.

Ydinjätehuollon valvonnassa tärkeimmät kohteet ovat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu sekä ydinvoimalaitoksilla syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolto. Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentaminen jatkui ja tunneli saavutti 4987 metrin pituuden. STUK valvoi tutkimustilan rakentamista sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelua tarkastuksin sekä tekemällä turvallisuusarviointeja kansainvälisten asiantuntijoiden tukemana.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2011	6
2.1.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla	9
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2011	11
2.2.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Olkiluodon laitoksilla	12
2.3 Olkiluoto 3	13
3 YDINJÄTEHUOLTO	15
3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus	15
3.2 Voimalaitosjätehuolto	16
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	17
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	18

# 1 Johdanto

STUK raportoi neljännesvuosittain Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, tapahtumista voimalaitoksilla sekä ydinvoimalaitoksiin tehdyistä turvallisuutta parantavista muutoksista. Raportissa kerrotaan myös valvontatoimenpiteistä, joita STUK on kohdistanut Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksiin, Olkiluotoon rakenteilla olevaan ydinvoimalaitokseen, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimiseen tarkoitetun maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen ja ydinjätehuoltoon.

Tarpeen mukaan raportissa kuvataan turvallisuuden kannalta merkittäviä ydinalan tapahtumia ja toimintoja.

Raportti perustuu STUKin valvontatoiminnastaan saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale).

## 2 Suomen ydinvoimalaitokset

### 2.1 Loviisa 1 ja 2

#### 2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisa 1 ja Loviisa 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,0 % ja Loviisa 2:n 100,2 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

#### 2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2011

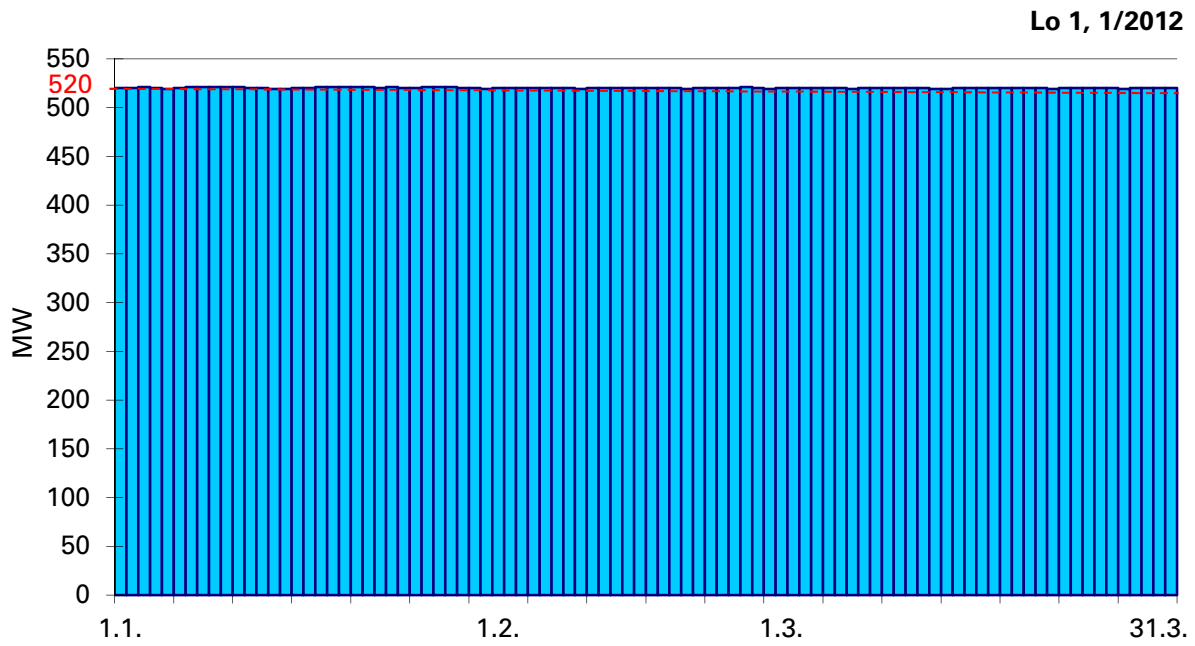
Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2011 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 6 TBq (Kr-85 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktori-

paineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon-40:n aktivoitumistuote argon-41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 1 MBq (I-131 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,0004 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 0,1 GBq, tritiumia 0,2 TBq ja hiili-14:ää noin 0,5 TBq.

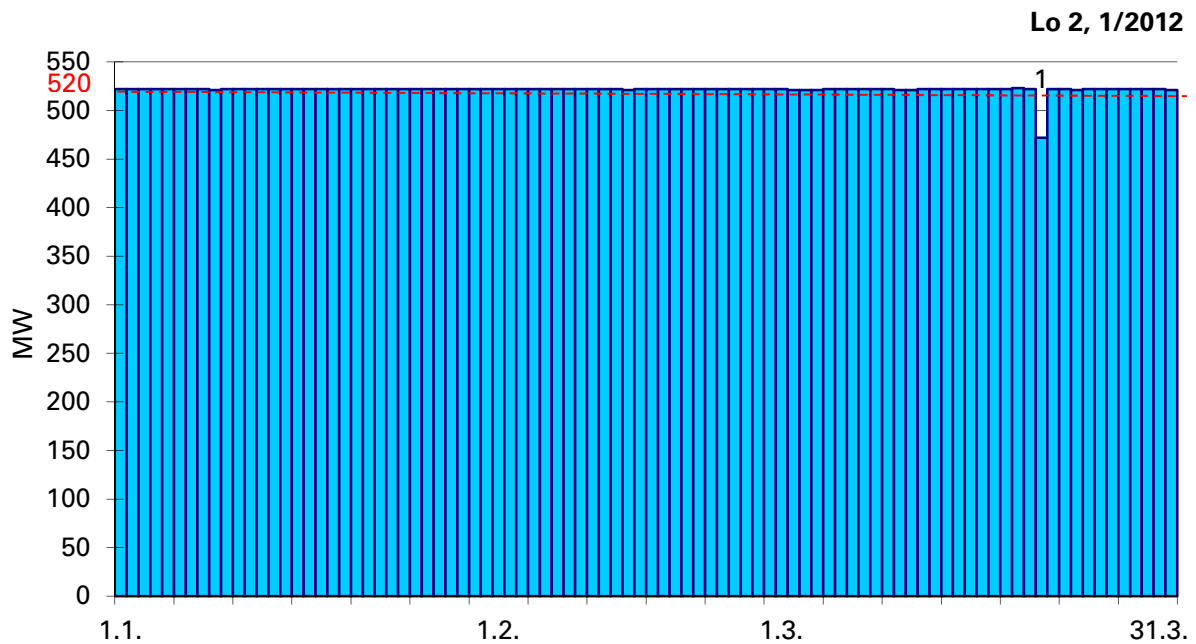
Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö oli 15 TBq, joka on alle 10 % päästörajasta. Mereen päästettyjen muiden nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,2 GBq, joka on 0,02 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,05 Sv vuodessa eli alle 0,1 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaanavanlaisen säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 20 minuutissa.

Loviisan voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 300 näytettä vuoden 2011 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitattiin myös säännöllisesti. Osasta analysoituista näytteistä havaittiin erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka olivat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät olivat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ympäristön eikä ihmisten säteilyaltistukseen.



**Kuva 1.** Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2012.



1. Pääkiertopumpun pysäytys syöttövesilinjan eristysventtiilin sulkeuduttua virheellisesti suojaussignaalin takia. Pääkiertopumpun vikaantuneen apuöljypumpun vaihto.

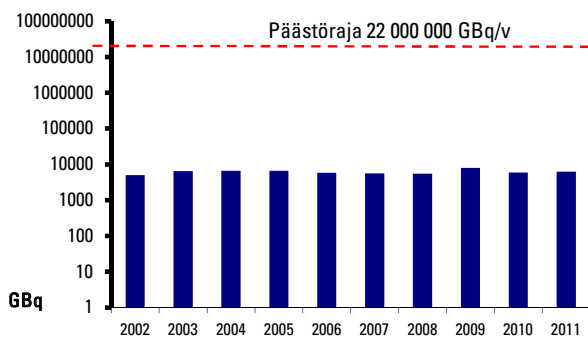
**Kuva 2.** Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2012.



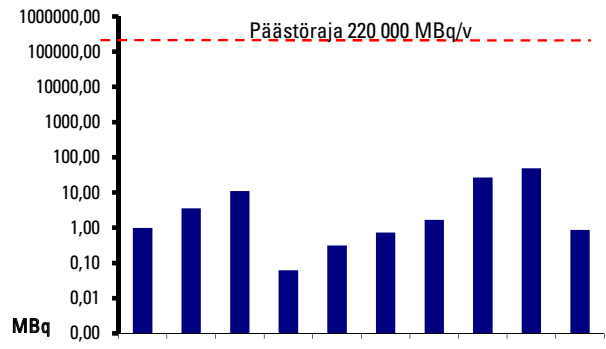
**Taulukko 1.** Ympäristönäytteistä havaitut radionuklidit, jotka ovat peräisin Loviisan voimalaitokselta.

Näytelajit, joista havaittiin ydinvoimalaitosperäisiä radionuklideja. Taulukossa esitetyt numeroarvot kertovat kuinka monesta näytelajin näytteestä kyseistä radionuklidia on havaittu. Yhdestä näytteestä on voitu havaita useita eri radionuklideja.

Näytelaji / radionuklidi	H-3	Mn-54	Co-58	Fe-59	Co-60	Zr-95	Ag-110m	Te-123m	Sb-124	Sb-125	Yhteensä
Ilma	–	1	–	1	2	–	–	–	–	–	4
Laskeuma	–	–	–	–	3	–	1	–	–	–	4
Merivesi	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Vesikasvi	–	6	6	–	9	2	9	1	5	1	39
Pohjaeläin (kilkki)	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
Sedimentoituva aines	–	–	–	–	4	–	3	–	–	–	7
<b>Yhteensä</b>	5	7	6	1	18	2	14	1	5	1	60

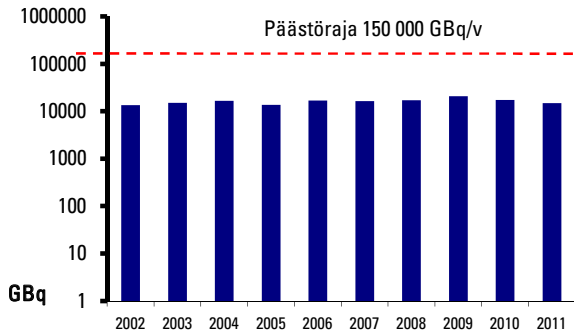


Jalokaasut krypton-87-ekvivalenteina

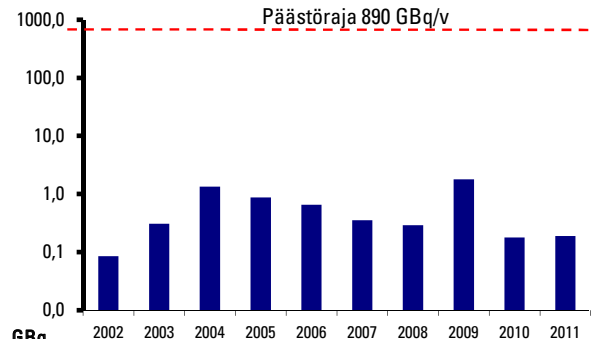


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalenteina.

**Kuva 3.** Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.

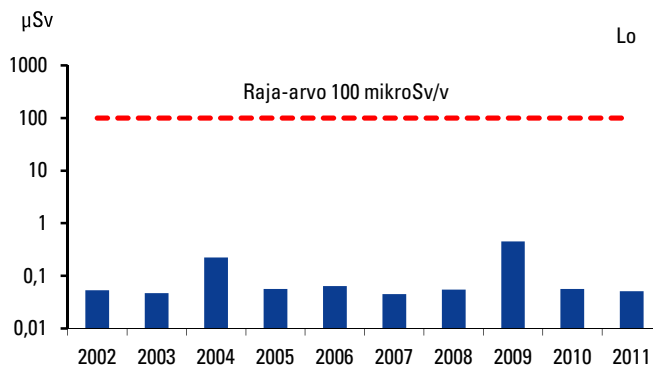


Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

**Kuva 4.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.



Lo

**Kuva 5.** Loviisan laitoksen ympäristön eniten altistuneen yksilön laskennallinen säteilyannos.

### 2.1.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla

STUK teki ensimmäisellä vuosineljänneksellä neljä käytön tarkastusohjelman mukaista tarkastusta Loviisan voimalaitoksella. Tarkastuksissa ei todettu merkittäviä puutteita, joilla olisi vaikutusta laitoksen, sen henkilöstön tai ympäristön turvallisuuteen.

Kemian tarkastuksen pääasiallisina kohteina olivat tehtäväalueella toteutettu organisaatiomuutos, henkilöstösuunnittelu, ikääntymisen hallinta kemiallisten olosuhteiden kannalta sekä vesikemian jatkuvatoimisten analysaattoreiden ja jatkuvatoimisen nuklidispesifisen aktiivisuusmittauslaitteiston ylläpito. Tarkastuksessa jatkettiin aktiivisuusmittausten epävarmuusbudjettia koskevaa arviointia. Laitoskäynnin kohteena olivat primäärijäähdytteen jatkuvatoimiset analysaattorit ja radioaktiivisten lähteiden varasto. Tarkastuksen perusteella annetut vaatimukset koskivat alfa- ja betamittausten epävarmuusbudjetin laatimista, organisaatiota koskevien hallinnollisten ohjeiden päivityksen loppuunsaattamista sekä osaamisvaatimusten ja pätevyyden varmistamista kemian organisaation osalta. Jatkuvatoimisten kemian analysaattoreiden ylläpitovastuut on järjestetty uudelleen ja asiaa koskevan ohjeiston laatiminen on käynnistymässä. Ohjeistosuunnitelma ja laatimisaikataulu edellytettiin toimitettavaksi STUKille tiedoksi. Laitokselle ollaan hankkimassa uusia primäärijäähdytteen vesikemian jatkuvatoimisia analysaattoreita. Niiden käyttö- ja ylläpitotehtäviä koskevan koulutuksen riittävyden varmistamiseksi edellytettiin, että luvanhaltija toimittaa koulutussuunnitelman STUKille tiedoksi.

Palontorjunnan tarkastusalueena oli rakenteellinen palontorjunta, paloilmoin- ja sammutusjärjestelmät sekä operatiivinen palontorjunta. Laitoskierrokseen sisältyivät Loviisan voimalaitoksen uusi dieselvaravoimalaitos, turbiinirakennuksen sprinklereiden laukaisukeskukset ja savunpoistoluukut sekä yksi varavoimadieselhuone. STUKin tarkastuksessa tehdyt havainnot ja esitetyt vaatimukset koskivat paloilmoinjärjestelmän toimintakoepöytäkirjojen kirjausta Loviisan

voimalaitoksen töidenhallintajärjestelmään, savunpoistoluukkujen koestusten puutteellisuutta talviaikana sekä tarkastuslaitoksen tekemän sammutusjärjestelmien tarkastuksen siirtymistä vuodelle. Koulutuksen suunnittelun todettiin toimivan hyvin.

Loviisan voimalaitoksen käyttötoiminnan tarkastuksessa pääkohteina olivat käyttötoiminnasta vastaavan organisaation tukiryhmän resurssit ja henkilöstösuunnittelu pitkällä aikavälillä. Tarkastuksessa käsiteltiin lisäksi käyttöorganisaation vastuulla olevien koestusohjelmille ja -ohjeille määrävälein tehtävien arviointien toimivuutta ja arvioinneista saatuja tuloksia. Tarkastuksessa ei tullut esille poikkeamia. Aiemmissa STUKin tarkastuksissa esitettyjen vaatimusten johdosta tehdyt korjaavat toimenpiteet oli asianmukaisesti toteutettu.

Johtamisjärjestelmän tarkastuksessa STUK arvioi Loviisan voimalaitoksen johtamisjärjestelmän toimivuutta ja sen jatkuvaa parantamista. STUK on aiemmin todennut puutteita Loviisan voimalaitoksen hankintatoiminnassa ja toimittajien arvioinnissa, joten tarkastuksessa paneuduttiin näihin entistä tarkemmin. Tarkastuksessa käsiteltiin myös poikkeamien hallinnan ja korjaavien toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointimenettelyjä sekä asiakirjahallintaa. STUK edellytti tarkastuksen perusteella Loviisan voimalaitokselta yhteenvedoa toimenpiteistä, joilla se varmistuu ohjeen YVL 1.4 vaatimusten täyttymisestä kaikilta osin hankintatoiminnassa ja toimittajien arvioinnissa. Voimalaitoksen on myös tehtävä selvitys auditointitoimintaan osallistuvien henkilöiden pätevyyden arvioinnista ja täydennys- ja kertauskoulutusohjelmista. Loviisan voimalaitoksen on kehitettävä menettelyitä, joilla se varmistaa poikkeamien hallintaan, korjaavien toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointiin ja johtamisjärjestelmän jatkuvaan parantamiseen liittyvien vaatimusten täyttymisen. Lisäksi Loviisan voimalaitoksen on huolehdittava ohjeiston ajantasaisuudesta järjestelmällisesti ja yksilöitävä asiakirjoissa asiakokonaisuuksiin liittyvät YVL-ohjeet.

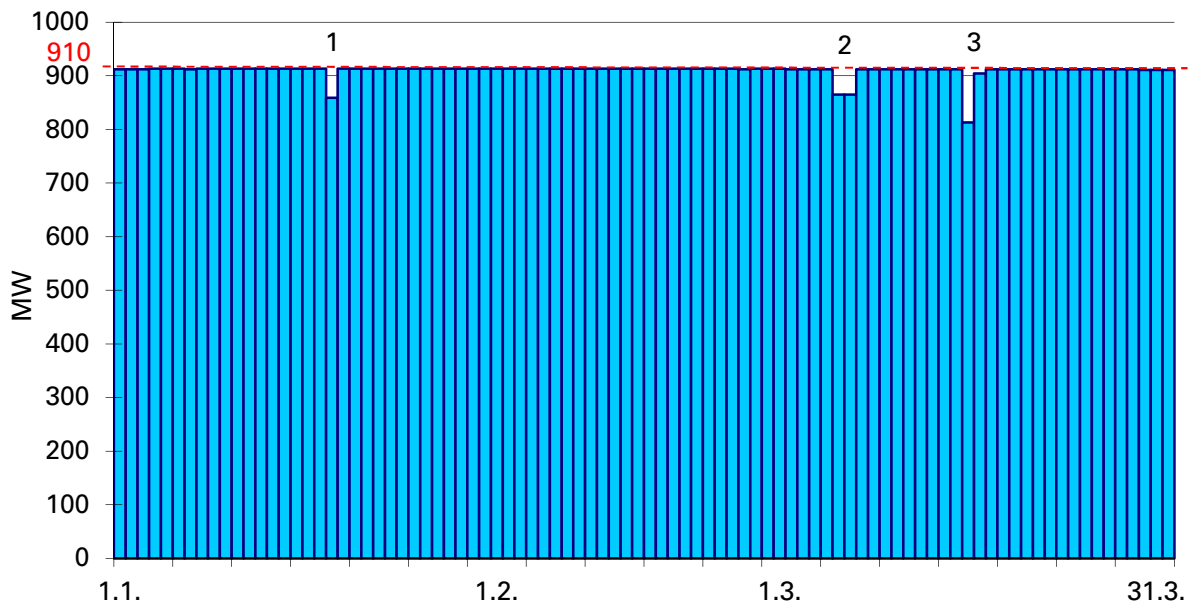
## 2.2 Olkiluoto 1 ja 2

### 2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon molemmat laitosesköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen ajan. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,0 % ja Olkiluoto 2:n 101,5 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimel-

listeholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn eriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitoseskötiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitoseskötiden käyttöluvuissa. Laitoseskötiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 6 ja 7.

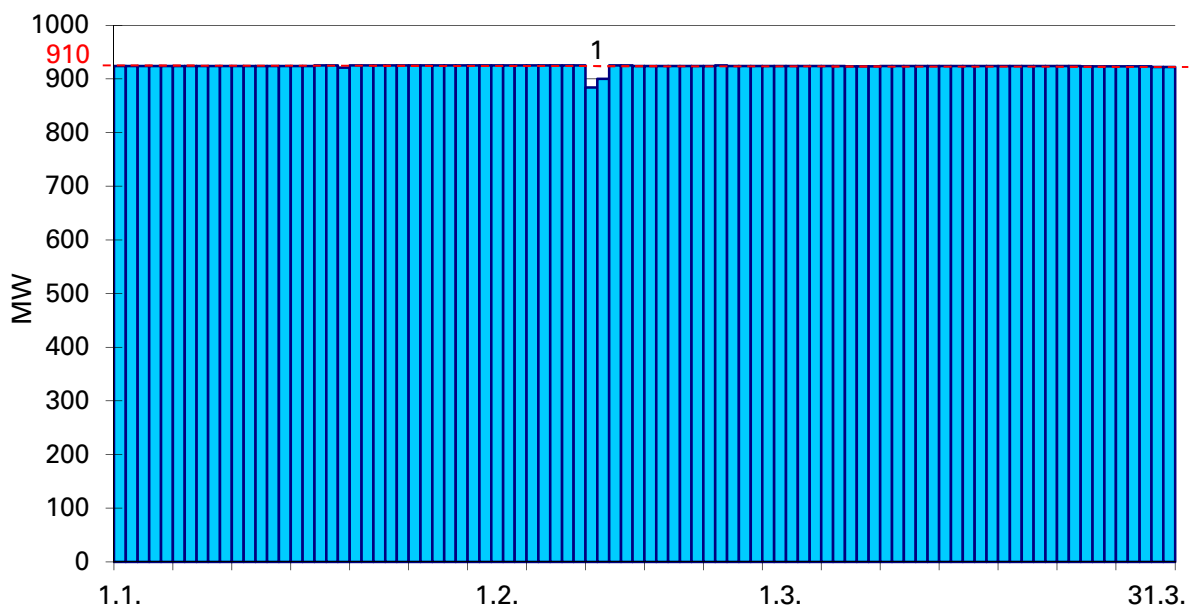
OL 1, 1/2012



1. Syöttövesipumpun vuotavan liukurengastiivisteiden korjaus.
2. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita sekä välitulistimen lauhdesäiliön laippavuodon korjaus.
3. Syöttövesipumpun vuotavan liukurengastiivisteiden vaihto sekä välitulistimen lauhdesäiliön laippavuodon korjaus.

**Kuva 6.** Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2012.

OL 2, 1/2012



1. Tehonalennusta vaatinut määräaikaiskoe.

**Kuva 7.** Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2012.

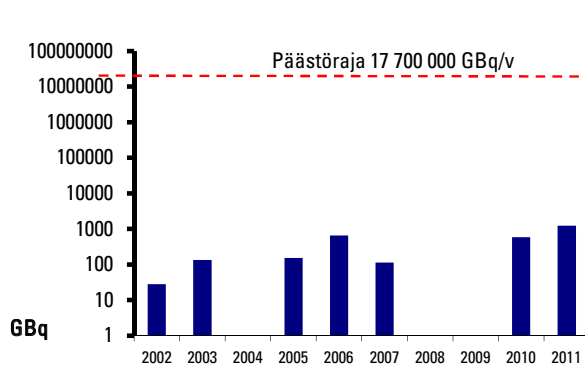
## 2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2011

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2011 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajoiden. Jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 1,2 TBq (Kr-87 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,007 % asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 1,7 MBq (I-131, -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,002 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös

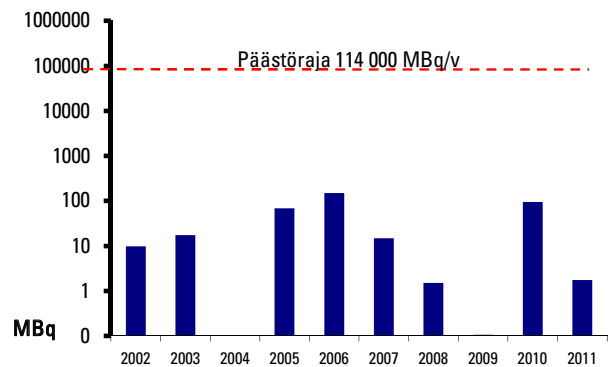
hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 11 MBq, tritiumia 0,2 TBq ja hiili-14:ää noin 0,8 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 1,3 TBq oli noin 7 % vuosipäästörajasta. Mereen päästettyjen muiden radionuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,1 GBq, joka on alle 0,05 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,02 mikrosievertiä eli 0,02 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaa-

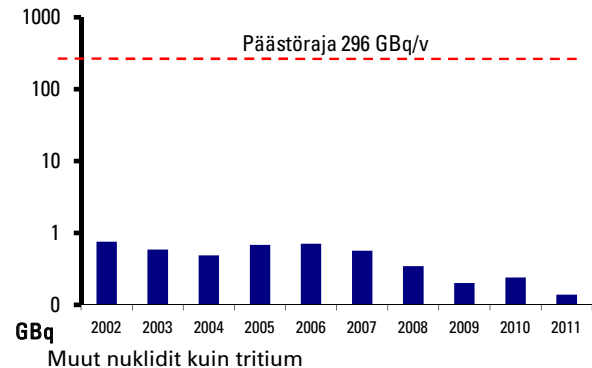
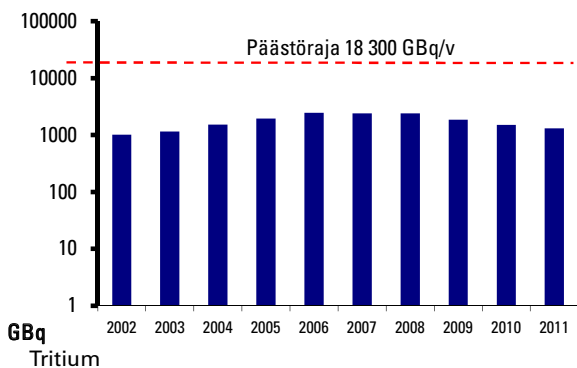


Jalokaasut krypton-87-ekvivalenteina. Vuosina 2004, 2008 ja 2009 jalokaasupäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

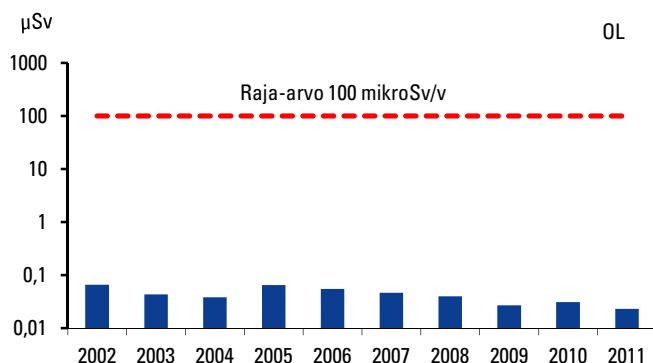


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalenteina. Vuosina 2004 ja 2009 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 8. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.



Kuva 9. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.



Kuva 10. Olkiluodon laitoksen ympäristön eniten altistuneen yksilön laskennallinen säteilyannos.

**Taulukko 2.** Ympäristönäytteistä havaitut radionuklidit, jotka ovat peräisin Olkiluodon voimalaitokselta.

Niiden ympäristönäytteiden lukumäärät, joista havaittiin ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radionuklideja (samasta näytteestä on voitu havaita useita eri nuklideja)

Näytelaji	Mn-54	Co-60	Yhteensä
Ilma	–	1	1
Laskeuma	1	1	2
Kaatopaikan valumavesi	–	1	1
Vesikasvi	1	14	15
Pohjaeläin (simpukka)	–	1	1
Sedimentoituva aines	–	10	10
<b>Yhteensä</b>	2	28	30

van säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 10 minuutissa.

Olkiluodon voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 300 näytettä vuoden 2011 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitattiin myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista näytteistä havaittiin erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka olivat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät olivat niin pieniä, että niillä ei ollut merkitystä ihmisten säteilyaltistukseen.

### 2.2.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Olkiluodon laitoksilla

Vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä STUK teki kuusi käytön tarkastusohjelman tarkastusta. Tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita, joilla olisi vaikutusta henkilöstön, ympäristön tai laitoksen turvallisuuteen.

Käyttötoiminnan tarkastuksessa käytiin läpi käyttötoimiston vastuulle kuuluvia määräaikaistarkastuksia, päävalvomoissa työskentelevien ohjaajien reagoimista vuosihuoltojen aikaisiin hälytyksiin ja käyttötekniikkajaksosen henkilöstösuunnittelua. Laitoskierros tehtiin palovesipumppaamorakennuksissa. Tarkastuksessa ei havaittu merkittäviä kehitystarpeita. STUK esitti tarkastuksen perusteella vaatimuksia, jotka liittyvät määräaikaistarkastustulosten hyväksymismenettelyihin ja määräaikaistarkastusohjeiden pieniin päivitystarpeisiin.

Sähkötekniikan tarkastuksessa aiheina olivat sähkötekniikan toimiston henkilöstösuunnittelu, sähkötekniikan varaosahuolto, sähkötekniikan toimittajien arviointi ja hyväksyminen sekä sähkölaitteiden ja -kaapelien vanhenemisen seuranta ja hal-

linta. Tarkastuksessa ei havaittu merkittäviä kehitystarpeita. STUK esitti tarkastuksen perusteella vaatimuksia, jotka liittyvät kaasuturbiinilaitoksen vikahistoriaan, sähkötekniisten toimittajien väliarviointiin ja sähkölaitteiden vanhenemisen vuosittaisen seurantaraportin pieniin päivitystarpeisiin.

Sähkö- ja automaatiotekniikkatarkastuksen automaatioteknisessä osuudessa STUK arvioi mitaustarkkuuden ylläpitoa, automaation suunnittelu- ja toteutusprosessia, kelpoistuksen seuranta- ja ikääntymisen hallintaa sekä automaatiotekniikan toimiston henkilöstöasioiden hoitoa ja prosesseihin ja toimintoihin osallistumista. Kehittämisen tarvetta todettiin automaation muutosten suunnittelu- ja toteutusprosessissa ja kelpoistusten hallinnan kattavuudessa.

Säteilysuojelun tarkastuksessa erityiskohteena oli dosimetria. Lisäksi tarkastuksessa käsiteltiin säteilysuojeluun osallistuvien työntekijöiden koulutusta. Olkiluodon voimalaitoksen säteilysuojelua koskeva ohjeisto on kehittynyt viimeisten vuosien aikana ja se kattaa nyt käytännöllisesti katsoen kaikki säteilysuojelun alueella tehtävät toimenpiteet. Käytetyn polttoaineen varastoon kiinteästi asennettujen säteilymittauslaitteiden varaosatilanne vaatii parannusta. STUK edellytti, että TVO toimittaa hyväksyttäväksi periaatesuunnitelman tilanteen korjaamisesta. Lisäksi TVO:n on laadittava yksityiskohtainen yhteenveto siitä, miten säteilyaltistuksen määrittäminen toteutetaan erilaisissa poikkeustilanteissa. Tällaisia tilanteita voisivat olla pitkäaikainen sähkönsyötön menetys annosvalvontaan tarvittavilta laitteilta tai käytössä olevien tilojen ja laitteiden kontaminoituminen.

STUK teki jakson aikana yhden ennalta ilmoittamattoman tarkastuksen, jossa todennettiin käyttötoimintaan liittyviä menettelyjä. STUK totesi, että vuoronvaihtoon, voimalaitospäivystykseen ja seurattuihin töihin liittyvät menettelyt vastasivat säännöstöä ja ohjeita. Merkittäviä kehitystarpeita ei tunnistettu. Tarkastuksessa esitetyt vaatimukset koskivat laitoksen siisteyttä, merkintöjä ja arkistointimenettelyitä.

Konetekniikan tarkastuksessa arvioitiin Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n eristys- ja varoventtiilien sekä nostolaitteiden käyttöä, kunnossapitoa ja ikääntymisen hallintaa. Samalla arvioitiin, onko voimayhtiö varmistanut riittävästi näiden toimintojen henkilöresurssit ja osaamisen. Tarkastuksessa ei voitu osoittaa järjestelmällistä

menettelyä venttiilien tyypillisimpien vikautumis- mekanismien tunnistamiseksi ja niistä oppimi- seksi ikääntymisen hallinnassa. Joissakin vent- tiileissä huoltoväli on tarpeettoman pitkä ja alka- va vikaantuminen voi siksi jäädä havaitsematta. STUK totesi parannettavaa nostolaitteille tehtävi- en töiden vastuutuksissa sekä käyttökokemusten ja vikaistorioiden huomioon ottamisessa huol- to-ohjelmien määrittelyssä. Voimayhtiön on myös selvitettävä taakan kiinnittämiseen käytettävien, turvallisuusluokiteltujen nostoapuvälineiden vas- tuutukset ja määräaikaistarkastusten käytäntö.

### 2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä komponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennus-, asennus- ja käyttöönotto- töiden valvontaa. STUK teki vuosineljänneksellä kolme rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastusta.

STUK jatkoi laitoksen yksityiskohtaisen suun- nittelun tarkastusta prosessi-, sähkö- ja automaa- tiorjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden ra- kennesuunnitelmien osalta. Laitosautomaatiosta on edelleen avoinna yleisiä automaatiojärjestel- mien riippumattomuuteen, kelpoistukseen ja tes- taamiseen liittyviä kysymyksiä, joihin STUK on edellyttänyt selvitystä ennen automaation yksi- tyiskohtaisen järjestelmäsuunnittelun jatkamista. TVO ja laitostoimittaja esittelivät STUKille alku- vuodesta suunnitelmansa STUKin vaatimukseen vastaamisesta kevään 2012 aikana.

Reaktorilaitoksen rakennusten viimeistelytöt sekä putkistojen ja kulkutasojen tuennassa käy- tettävien teräsrakenteiden asennukset jatkuivat vuosineljänneksen aikana. STUK valvoi töiden etenemistä laitospaikalla eikä poikkeamia suun- nitelmista havaittu. Reaktorilaitoksen prosessi- putkistojen ja niihin liittyvien laitteiden sekä re- aktorin sisäosien asennus jatkui. Laitostoimittaja pysäytti pienputkistojen asennuksen putkistojen muoto-osissa havaittujen indikaatioiden takia. Vielä asentamattomat muoto-osat toimitettiin Saksaan laitostoimittajan laboratorioon tutkitta- vaksi. Vuosineljänneksen lopussa muoto-osiin ja niiden käytettävyyteen liittyvät selvitykset olivat kesken ja pienputkistojen asennustyöt edelleen keskeytettynä.

Laitostoimittaja ja TVO jatkoivat laitospaikal- la poistettujen päähöyrylinjojen läpivientiputkien poikkeaviin materiaaliominaisuuksiin johtaneiden perussyiden selvittämistä (ks. neljännesvuosira- portit 2/2011 ja 4/2011) STUKin vaatimuksen mu- kaisesti. TVO toimitti STUKille hyväksyttäväksi perussyyselvityksen, jonka mukaan materiaalival- mistajan tekemä valmistusohjelmasta poikennut ylimääräinen lämpökäsittely sekä kahden put- kiaihion sekoittaminen keskenään koneistusvai- heessa olivat syynä poikkeamiin. Vastaavia poik- keamia ei ole selvityksen mukaan tapahtunut uusien läpivientikappaleiden eikä saman toimi- tusketjun muiden putkisto-osien valmistuksen ai- kana. Perussyyselvityksen käsittely STUKissa oli kesken vuosineljänneksen lopussa .

Reaktorilaitoksella sähköjärjestelmien asen- nustyöt ovat edenneet siten, että laitostoimittajal- la olisi valmius ensimmäisten käyttöönottoa val- mistelevien testien tekemiseksi sähkökeskuksille ja muille sähköjärjestelmien laitteille. Järjestelmiä ei voida kuitenkaan ohjata ilman laitosautomaati- ota, jonka suunnittelu, testaus ja hyväksyntä ovat edelleen kesken. Laitostoimittaja ja TVO päättivät toimittaa laitospaikalle osan sähköjärjestelmien ohjaukseen käytettävästä käyttöautomaatiosta sähköjärjestelmien käyttöönottoa edeltävien tes- tien aloittamiseksi.

STUKin tekemät rakentamisen aikaisen tar- kastusohjelman tarkastukset kohdentuivat laitos- toimittajan laadunhallinnan resursseihin laitos- paikalla, reaktorilaitoksen käyttöönottovalmiuteen sekä TVO:n toimenpiteisiin Olkiluoto 3:n käyttöön valmistautumiseksi ja ohjaajien kouluttamiseksi. Joulukuussa 2011 pidetyssä johtamisjärjestelmän toimivuutta arvioineessa tarkastuksessa STUK oli todennut, ettei laitostoimittajalla ollut työmaalla laadunhallintajärjestelmien auditoinnissa tarvit- tavia pääarvioijia, minkä johdosta laitostoimit- taja ei ollut kyennyt auditoimaan laitospaikalla toimivia urakoitsijoita kesän 2011 jälkeen. STUK teki tammikuussa 2012 ilmoittamattoman tarkas- tuksen laitostoimittajan työmaalla toimivaan pro- jektioorganisaatioon tarkoituksena selvittää laitos- toimittajan laadunhallintaorganisaation resurssit, tehtävät sekä toimittaja-auditointien tilanne ja suunnitelmat. Tarkastuksen tuloksena todettiin, että laitostoimittaja on vahvistamassa laadunhal- linnan resursseja erityisesti toimittaja-auditoin- tien tekemiseksi alkuvuoden 2012 aikana. STUK

edellytti TVO:n varmistavan, että laitostoimittajan suunnitelmat resurssien lisäämiseksi toteutuvat ja auditointiohjelma vuodelle 2012 viimeistellään. Laitostoimittaja ja TVO viimeistelivät auditointiohjelman tammikuun aikana ja käynnistivät sen mukaisesti laitospaikalla toimivien organisaatioiden auditoinnit. AREVA on lisännyt vuosineljänneksen aikana henkilöresurssejaan toimittaja-auditointien tekemiseksi.

Reaktorilaitoksen käyttöönottovalmiutta koskevassa tarkastuksessa STUK arvioi TVO:n sekä laitostoimittajan valmiutta aloittaa ei-ydintekninen koekäyttö reaktorilaitoksella. Tarkastuksen tuloksena STUK totesi, että osapuolilla on riittävät organisatoriset valmiudet koekäytön aloittamiseksi. STUK esitti tarkastuksessa joitain yksityiskohtaisia vaatimuksia käyttöönottoa koskeviin menettelyihin ja raportointiin liittyen, mutta nämä eivät

estäneet ei-ydinteknisen käyttöönoton aloittamista.

STUK jatkoi käyttöönottoon liittyviä tarkastuksia tarkastamalla TVO:n menettelyjä käyttöön valmistautumisessa ja ohjaajien kouluttamisessa. Tarkastuksessa todettiin, ettei TVO:n tuotantoon valmistautumisen osaprojekti (TUVA) käytännössä toimi siten, kuin sen tehtävät on määritelty osaprojektisuunnitelmassa. STUK edellytti, että TVO arvioi TUVA-osaprojektin toimintaa ja huolehtii, että TUVA-osaprojektille asetetut valvonta-, ohjaus- ja koordinaatiotehtävät toteutuvat dokumentoidusti. TVO:n on myös arvioitava laitostoimittajan suunnitteleman ja toteuttaman Olkiluoto 3:n ohjaajien koulutusprosessin toimivuus, jotta voidaan varmistua suunnitellun koulutuksen toteutumisesta. TVO:n on myös laadittava suunnitelma siitä, miten TVO hyväksyy laitossimulaattorin käytettäväksi operaattorien koulutukseen.

## 3 Ydinjätehuolto

### 3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus

#### Maanalaisen tutkimustilan (Onkalon) rakentamisen valvonta

Posiva jatkoi Olkiluodossa maanalaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentamista. Suunnitelmien mukaan Onkalo tulee toimimaan osana myöhemmin rakennettavaa loppusijoituslaitosta, joten tutkimustila rakennetaan ja sen rakentamista valvotaan loppusijoituslaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti. Loppusijoitus on suunniteltu toteutettavaksi syvyydelle 420 metriä ja Onkalon tekniset tilat syvyydelle 437 metriä.

STUK valvoi vuoden 2012 ensimmäisellä neljänneksellä Onkalon louhittavalle kalliolle tehtäviä etukäteiskartoituksia ja -tutkimuksia, porausräjäytystekniikalla tehtävää teknisten tilojen ja koetunnelien louhintaa, pystykuilujen nousuporausta, kallion tiivistämistä sementti-injektioinnilla sekä kallion lujittamista.

#### Tarkastukset työmaalla

STUK teki työmaalle tarkastuksia keskimäärin kaksi kertaa kuukaudessa. Tarkastuksilla valvottiin rakentamista, sen laatua ja etenemistä sekä kallioperätutkimuksia. STUKin ja Posivan kesken pidettiin kerran kuukaudessa työmaan seuranta-kokouksia, joissa käsiteltiin Onkalon rakentamista ja valvontaan liittyviä turvallisuusasioita sekä Onkalon tutkimustiloissa tehtäviä tutkimuksia. Kokouksissa keskityttiin erityisesti demonstraatiotunneleiden toteutukseen, laadunvarmistukseen sekä kapselireikiä demonstroivien reikien toteutukseen.

STUK valvoi Onkalon rakentamisen etenemistä vuoden ensimmäisellä neljänneksellä seuraavasti:

- Tarkastelujaksolla Onkalon rakentaminen eteni hyväksytyllä tavalla. Ajotunneli valmistui tarkastelujaksolla 4987 metrin pituuteen Onkalo-laajuudessaan. Lisäksi louhittiin syvyydellä 455 metriä pystykuiluille tunneliperiä.
- Posiva jatkoi myös Onkalon koe- eli demonstraatiotunnelin 2 louhimistöitä. Posivan tarkoituksena on osoittaa demonstraatiotunneleilla valmius loppusijoitustunneleiden kalliotekniseen rakentamiseen sekä tehdä niissä loppusijoitukseen liittyviä kokeita. Demonstraatiotunnelin 2 louhinta eteni tarkastelujaksolla 105 metriin, mitä edelsi pilottikairaus välillä 85–120 metriä. Pilottikairauksilla saadaan tarkentavaa tietoa kallio- ja pohjavesiolosuhteista tunnelin louhinta-, lujitus- ja tiivistyssuunnittelua sekä kallioperän karakterisointia varten.
- Demonstraatiotunnelissa 1 valmistui neljä kapselireikiä vastaavia koereikiä.
- Onkalon ajotunnelia ei tarkastelujaksolla ollut tarpeen tiivistää injektioimalla sementtimassaa ympäröivään kallioon vesivuotojen tukkimiseksi. Demonstraatiotunnelia 2 injektointiin silikamassalla menetelmän demonstrointitarkoituksessa. Tuloilmakuilua 1 injektointiin käyttäen profiilin ulkopuolisia reikiä syvyydellä 290–437 metriä. Aikaisemmilla injektioinneilla ei ole saavutettu kallion riittävää tiiveyttä. Tuloilmakuilun 1 ja henkilökuilun 1 syvyydellä 437–455 metriä tehtiin tunnusteluporaukset ja vesimenekkimittauksia injektointitarpeen selvittämiseksi.



- STUK teki kaksi rakentamisen aloitusvalmius-tarkastusta, joilla annettiin lupa kalliopintojen ruiskubetonoinnille osana lopullista lujitusta. Tarkastuksella varmistettiin kalliopintojen kartoitustietojen ja laserkeilausten riittävyys osassa teknisiä tiloja syvyydellä 437 metriä, pumppaamoaluetta ja ajotunnelissa välillä 4740–4850 metriä.
- Työmaakäynnillä valvottiin kallion lujittamiseksi tehtyä ruiskubetonointia ja tunnelin lopullista, systemaattista kalliopulttustusta. Lopullinen ruiskubetonointi ei edennyt ajotunnelissa tarkastelujaksolla 4740 metrillä. Lopullinen pultitus katon osalta seurasi louhintaa ulottuen 4987 metriin. Demonstraatiotunnelien lujitus toteutetaan pulttamalla ja verkottamalla.

### **Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset**

STUK sai päätökseen Posivan toimittamien tunneliurakka 5-vaiheen lisälouhinnan (TU5A) osia koskevien suunnitteluasiakirjojen tarkastamisen. Suunnitelmat koskivat Onkalon demonstraatiotilan läheisyyteen louhittavia teknisiin tiloihin johtavien yhteystunnelien alkuosia. STUK antoi luvan louhintatöiden aloittamiselle mutta edellytti joitakin korjauksia suunnitelmiin sekä selvitystä Posivalta TU5A-vaiheen suunnitelmien osittaisista ristiriitaisuuksista kallioteknisissä suunnitelmissa sekä niiden ja ARK- eli rakennusteknisten suunnitelmien välillä. STUK tarkasti lisäksi mm. Onkalon kallioteknisten ja ARK-suunnitelmien päivityksiä, kallion jännitystilamittauksiin liittyvien reikien kairaussuunnitelman sekä aloitti mm. kahden piilottikairaussuunnitelman tarkastamisen.

### **Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset**

STUK on arvioinut Posivan loppusijoituskapselin suunnitteluperusteita käsittelevää aineistoa, ja STUK toimitti helmikuussa Posivalle lausunnon

loppusijoituskapselin suunnitteluperusteita koskevan työn tilanteesta. Arviointityön eräänä johtopäätöksenä STUK totesi, että loppusijoituskapselin suunnittelu ja sen kuvakset ovat pääosin selvästi yksityiskohtaisempia verrattuna aikaisemmin raportoituun aineistoon. STUKin näkemyksen mukaan loppusijoituskapselin suunnitteluun ja suunnitteluperusteisiin liittyy kuitenkin vielä puutteita ja näitä tulee selvittää, ja suunnittelua ja suunnitteluperusteita tulisi tarkentaa rakentamislupahakemusaineistoa varten.

Posivan luvitus käsittelyyn valmistautumista jatkettiin PORA projektissa vuoden ensimmäisellä neljänneksellä. Projektin osaprojektijako ja niiden vetovastuut tarkentuivat ja osaprojektien suunnittelu aloitettiin. Tarkastuksessa hyödynnettävän tarkastussuunnitelman (Review plan) valmistelussa päätettiin ylätasoinen rakenne sekä jatkettiin alatason sisällön kehittämistä.

STUK ja Posiva kävivät vuoden ensimmäisellä neljänneksellä läpi esille nostettuja turvallisuus-kysymyksiä sekä hankkeen valmistelun edistymistä. Erityisiä aihealueita olivat loppusijoituksen toimintakykytavoitteet ja tulevaisuuden skenaarioiden määrittely, puskurin valmistus, loppusijoituslaitoksen onnettomuustarkasteluihin liittyvät kokeet (kapselihissin putoamistilanne) sekä laaja-alainen paikkatutkimusten tilannekatsaus.

## **3.2 Voimalaitosjätehuolto**

### **Loviisan loppusijoitustilan laajentaminen**

Loviisan voimalaitoksella on laajennettu voimalaitosjätteen loppusijoitustilaa yhdellä uudella huoltojätetilalla ja suunnitelmissa olleella yhdystunnelilla syyskuusta 2010 asti. STUK on ollut mukana projektin valvonnassa sen alusta alkaen. Uutta huoltojätetilaa käytetään sen valmistuttua voimalaitosjätteen lajitteluun ja väliavarastointiin. Tilan käyttöönotto ajoittuu vuoden 2012 kolmannelle tai neljännelle vuosineljännekselle.

## LIITE 1

## YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	520/496	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	520/496	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Kuva: Teollisuuden Voima Oyj

Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Areva NP

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oyj Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

## Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

[www-news.iaea.org/news](http://www-news.iaea.org/news)

