

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 1/2011

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 1/2011

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-632-4 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2011
ISBN 978-952-478-633-1 (pdf)
ISBN 978-952-478-634-8 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2011. STUK-B 135. Helsinki 2011. 17 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 laitosyksiköihin, Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneita STUKin valvontatoimia vuoden 2011 ensimmäisellä neljänneksellä. Raportissa on selvitys Suomen ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyturvallisuudesta vuonna 2010.

Loviisa 1 ja Loviisa 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen lukuun ottamatta lyhyttä tuotantokatkosta Loviisa 1:llä helmikuun loppupuolella. Olkiluodon molemmat laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Laitosyksiköillä vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Vuonna 2010 radioaktiivisten aineiden päästöt ydinvoimalaitosten ympäristöön, ulkoinen taustasäteily sekä ympäristönäytteistä mitattu radioaktiivisuus alittivat selvästi niille asetetut rajat.

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

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla reaktorilaitoksen kaksoissuojarakennuksen ulomman kupoliosan rakentamista jatkettiin. Primääripiirin päälaitteiden asennus valmistui lukuun ottamatta paineistimen yhdyslinjan hitsauksia ja pääkiertopumppujen sisäosien sekä moottorien asentamista. Tammikuussa STUK havaitsi, että turvallisuuden kannalta merkittävien putkien hitsauksessa ei noudatettu hyväksyttyä hitsausohjetta. Hitsaustyöt keskeytettiin, kunnes hitsausurakoitsija oli selvittänyt hitsaustoimiin liittyvät puutteet. Olkiluoto 3:n varavoimadieselgeneraattoreita koskeva tutkinta jatkui vuosineljänneksellä.

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 4680 m pituuden ja eteni 437 metrin syvyydelle. 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 2010	9
2.1.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla	9
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	11
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	11
2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2010	12
2.2.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Olkiluodon laitoksilla	13
2.3 Olkiluoto 3	14
3 YDINJÄTEHUOLTO	15
3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus	15
3.2 Voimalaitosjätehuolto	17
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	18
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	19

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 valvontatoiminnassa 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 lukuun ottamatta lyhyttä tuotantokatkoa Loviisa 1:llä helmikuun loppupuolella höyrystimen laippatiivisteiden vuodon korjaamisen takia. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 98,7 % ja Loviisa 2:n 102,2 %. 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.

Varavoimadieselin laakerien vaihto vikaepäilyjen takia

Loviisan voimalaitos sai epävirallisesti tietoonsa 14.1.2011 että Ranskassa käytössä olleissa varavoimadieseleissä oli havaittu vakavia laakerivaurioita. Tämän tiedon avulla ja laitevalmistajan kanssa käytyjen neuvottelujen jälkeen Loviisan voimalaitos tunnisti, että Loviisa 1:llä on yhdessä varavoimadieselissä käytössä sama laakerityyppi. Kyseinen kiertokangen laakeri oli asennettu vuonna 2009 suoritetun täyshuollon yhteydessä. Voimalaitos ryhtyi välittömiin toimenpiteisiin ja vaihtoi laakerin seuraavan viikon aikana. Vaihtotyön ajaksi kytkettiin käyttövalmiuteen ulkopuolinen sähköyhteys, jolla korvattiin vaihtotyön ajaksi erotettu varavoimadieselgeneraattori.

Alustavasti poistetusta laakerista ei löydetty merkittävää vikaa, joskin ylimääräistä kulumista oli havaittavissa.

Korjauseisokki höyrystimen laippatiivisteiden vuodon korjaamiseksi Loviisa 1:llä

Loviisan ydinvoimalaitoksen ykkösyksiköllä havaittiin perjantai-illan 18.2. aikana suojarakennuksen sisällä höyryvuoto. Höyryvuoto oli pieni eikä höyryssä ollut radioaktiivisuutta, sillä se oli puhdasta vettä sisältävästä sekundääripiiristä. Vuoto ei aiheuttanut vaaraa ihmisten tai ympäristön turvallisuudelle. Vuotopaikka oli sellainen, että vuodon korjaamiseksi laitos jouduttiin sammuttamaan ja jäädyttämään. Korjaustöiden jälkeen laitosyksikön käynnistäminen aloitettiin sunnuntaina ja laitosyksikkö palasi sähköntuotantoon maanantain kuluessa.

Hätäjäähdytyspumppuhuoneiden jäähdytyskapasiteetin epäselvyydet

Loviisan hätäjäähdytyspumppuhuoneiden kiertoilmajäähdytysjärjestelmän tehtävänä on poistaa huoneista pumppujen ja niiden moottorien sekä putkistojen aiheuttama lämpökuorma. Järjestelmässä on alun perin ollut jokaista huonetta kohden kaksi kiertoilmajäähdytysyksikköä. Myöhemmin jokaiseen huonetilaan asennettiin kaksi jäähdytysteholtaan suurempaa kiertoilmajäähdytysyksikköä, koska jäähdytysveden suunnittelulämpötilaa nostettiin. Puhaltimet on dieselvarmennettu ja jäädyttimiä jäähdytetään puhtaan välipiirin vedellä.

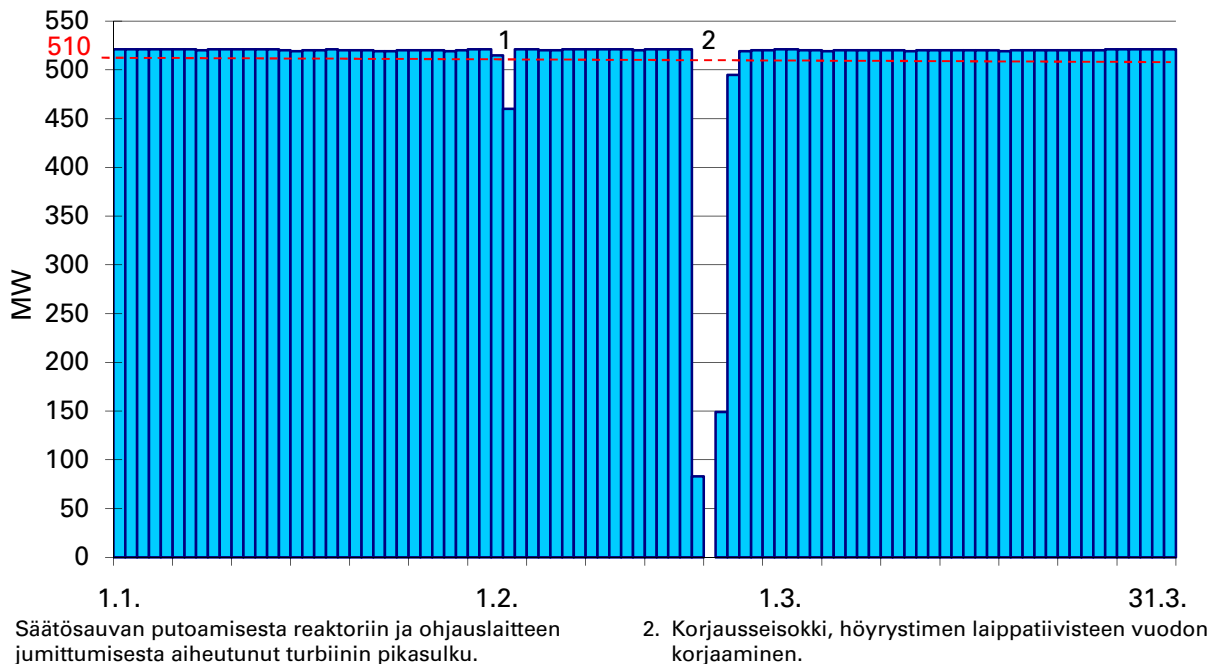
Laitoksen normaaleissa käyttötilanteissa järjestelmä on valmiustilassa. Jäähdytys käynnistyy huonetermostaattien ohjaamana lämpötilan noustessa. Tällöin jäähdytysjärjestelmän venttiilit avautuvat ja puhaltimet käynnistyvät. Loviisa 1:llä

sähkönsyöttö ja jäähdytysvesikytkentä on toteutettu siten, että kaksi pienempitehoista (2×30 %) ja kaksi suurempitehoista (2×70 %) kiertoilmajäähdytysyksikköä on kytketty sarjaan. Kytkennästä johtuen jäähdytysteho voi jäädä alle suunnitelluarvon. Huonetilojen lämpötiloja on analysoitu tällaisessa tapauksessa ja analyysitulosten perus-

teella lämpötilat ovat korkeampia kuin aiemmissa tarkasteluissa. Saatujen tulosten vertailu tiloissa sijaitsevien laitteiden suunnittelulämpötiloihin osoittaa, että huonetilojen lämpötilat voivat nousta laitteiden kannalta liian korkeiksi kesällä meriveden ollessa lämmintä.

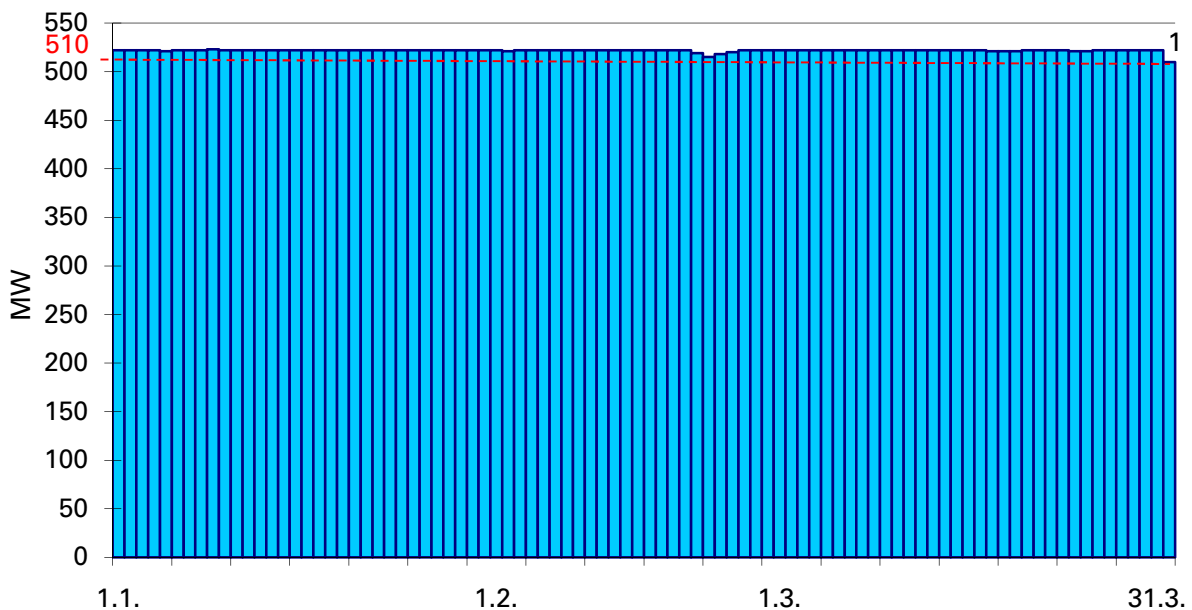
Samassa yhteydessä on tarkasteltu myös

Lo 1, 1/2011



Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2011.

Lo 2, 1/2011

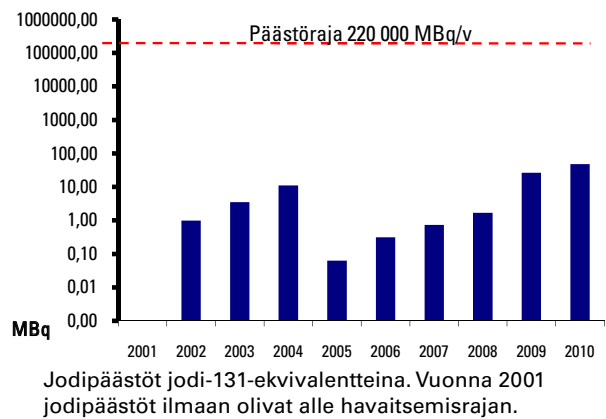
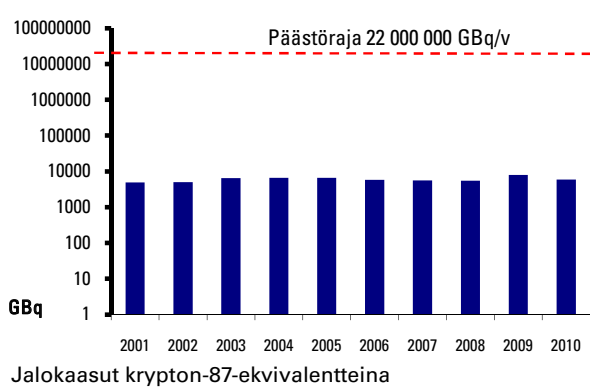


Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2011.

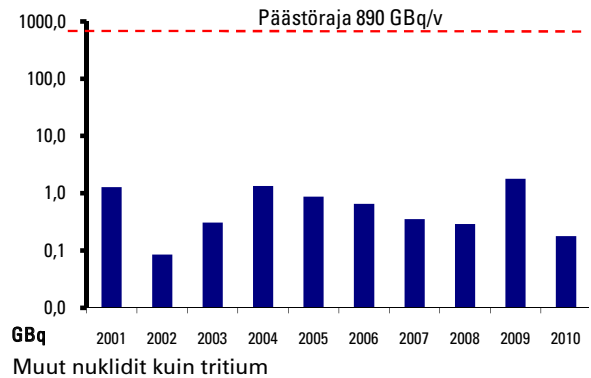
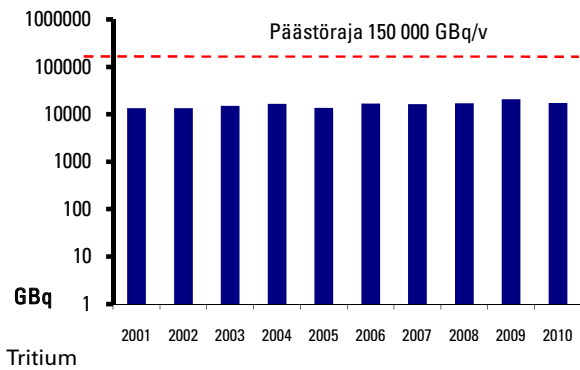
Taulukko 1. Ympäristönäytteistä havaitut radionuklidit, jotka ovat peräisin Loviisan voimalaitokselta.

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.

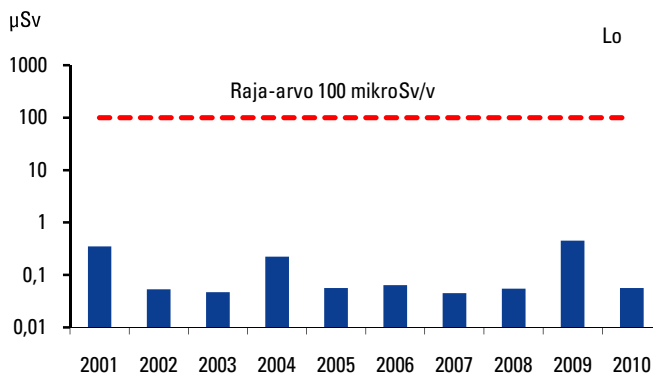
Näytelaji / radionuklidi	H-3	Mn-54	Co-58	Co-60	Ag-110m	Te-123m	Sb-124	Yhteensä
Laskeuma	–	–	–	–	1	–	1	2
Pohjaeläin (kilkki)	–	–	–	–	1	–	–	1
Vesikasvit	–	7	3	9	9	1	4	33
Sedimentoituva aines	–	–	–	10	3	–	–	13
Merivesi	5	-	-	-	-	-	-	5
Yhteensä	5	7	3	19	14	1	5	54



Kuva 3. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.



Kuva 4. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.



Kuva 5. Altistuneimman väestön osan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan laitoksen ympäristössä.

Loviisa 2:n jäähdytysjärjestelmän tilanne, jossa yksi pienempitehoinen ja yksi suurempitehoinen kiertoilmajäähdytysyksikkö on kytketty sarjaan, jolloin jäähdytysteho on 100 %. Lämpötilat huoneissa jäävät alhaisemmiksi kuin Loviisa 1:llä, mutta huonetiloissa on lämpötilalle herkempiä laitteita.

Välittömänä parannustoimenpiteenä Loviisa 1:llä lukitaan jäähdytysvesikierron venttiilit auki-asentoon kesällä jäähdytyksen varmentamiseksi. Muista tarvittavista toimenpiteistä voimayhtiö tekee suunnitelman.

2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2010

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2010 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 6 TBq (Kr-87 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripainesäiliön ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon-40:n aktivointituote argon-41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 48 MBq (I-131 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,02 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 0,1 GBq, tritiumia 0,3 TBq ja hiili-14:ää noin 0,3 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö oli 17 TBq, joka on alle 12 % 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 0,06 µSv vuodessa eli alle 0,1 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaanotetun säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin puolessa tunnissa.

Loviisan voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 300 näytettä vuoden 2010 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.

2.1.3 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla

Käytön tarkastusohjelman mukaisesti STUK teki ensimmäisellä vuosineljänneksellä 2011 viisi tarkastusta Loviisan laitoksella. Ohjelmaan kuului myös Fortum Power and Heatin Teknisen tuen toimintaan kohdistunut tarkastus. Tarkastuksissa ei todettu puutteita, joilla olisi vaikutusta laitoksen, sen henkilöstön tai ympäristön turvallisuuteen.

Johtamisen ja turvallisuuskulttuurin tarkastus kohdistui Loviisan ydinvoimalaitoksen johtamisjärjestelmän toimivuuteen ydin- ja säteilyturvallisuuden näkökulmasta sekä hankintatoiminnan kehittämistoimenpiteiden edistymiseen. Voimalaitos on helmikuussa 2011 perustanut työryhmän suunnittelemaan johtamisjärjestelmän kehittämistä prosessimaiseksi ja nimennyt johdon edustajan, jonka vastuulla on johtamisjärjestelmän parantaminen ja kehittäminen. Loviisan voimalaitos on parantanut hankintatoimintaansa ja ottanut huomioon STUKin aikaisemmissa tarkastuksissa asettamat vaatimukset. Tarkastuksen perusteella STUK edellytti, että Loviisan voimalaitos täsmentää itsearviointien ohjeistusta järjestelmällisellä menettelykuvauksella ja täydentää kuvausta turvallisuuskulttuurin arviointimenettelyistä. Lisäksi tarkastuksessa edellytettiin voimalaitosta varmistumaan siitä, että Loviisan ohjeistojärjestelmässä sekä viestinnässä käytetään järjestelmällisesti standardin ISO 9000: 2005 mukaista laatusanastoa.

Laitoksen turvallisuustoimintoja koskevan tarkastuksen kohteena olivat reaktorisydämen suunnittelussa ja valvonnassa käytettävät ohjelmistot sekä niiden käyttö, ylläpito ja laadunhallinta. Tarkastus pidettiin Fortum Power and Heatin Power Divisionin Teknisen tuen Ydinturvallisuusosastolla, joka toimittaa analyysipalveluita Loviisan voimalaitokselle. Tarkastuksen perusteella STUK edellytti Fortumin täydentävän sydänsuunnitteluun ja -valvontaan liittyviä menettelytapoja siten, että myös ulkopuolisina toimeksiantoina teetettävistä töistä syntyvät lähtötiedot voidaan verifioida ja niissä käytetyt tiedot jäljittää. Lisäksi Fortumin tulee kehittää menettelyjään mm. reaktorin lataussuunnitteluun käytettävän tietokoneohjelman toiminnan testaamiseksi tuotantoversioon tehtävien muutosten jälkeen.

Käyttötoiminnan tarkastuksen painopistealueena olivat käyttöyksikön toiminnan suunnit-

nittelu ja arviointi sekä käyttöön liittyvien dokumenttien ylläpito ja katselmusmenettelyt. Tarkastushavaintojen johdosta STUK edellytti, että Loviisan voimalaitos arvioi päävalvomoiden asiakirjojen ajantasaisuuden sekä poistaa tai päivittää vanhentuneet asiakirjat. Myös valvomoasiakirjoihin kuuluvien koulutustiedotteiden kuittausmenettelyissä todettiin olevan parannettavaa.

Loviisan voimalaitoksen tietoturvaluokituskäytäntöihin kohdistuneen tarkastuksen painopistealueiksi oli valittu tietoturvaluokituksen liittyvän toiminnan ohjeistaminen ja ohjeiston ylläpitäminen sekä tietoturvaluokituksen liittyvien käyttökokemusten analysointi ja huomiointi toiminnan kehittämisessä. Tarkastuksessa STUK totesi kehitettävää toiminnan eräillä osa-alueilla.

Kemiaa koskevan tarkastuksen kohteena olivat primääri- ja sekundääripiirin kemialliset olosuhteet verrattuna ohjeistukseen, kemian ja radiokemian tulosten raportointi STUKille, varaosien hallinta ja muutostyöprosessin toimivuus sekä eräät laadunhallinnan osa-alueet. Kemian ja radiokemian poikkeamien raportointia STUKille on selkiytetty, joskin raportointia on edelleen kehitettävä. Radiokemiassa aktiivisuusmittausten epävarmuus on perustunut ainoastaan statistiseen epävarmuuteen, minkä vuoksi tarkastuksessa edellytettiin kokonaisuvarmuusbudjetin laatimista. Ohjeistoa edellytettiin täydennettävän eräiden käytössä ole-

vien menettelyjen kuvaamisella ja dekontaminointiohjeiden edellytettiin valmistuvan ennen vuosihoitoa 2011. Laitoksella on perustettu työryhmä selvittämään kemian jatkuvatoimisten prosessimittausten varaosahallintaa. Varaosapuutteiden vuoksi jatkuvatoimisia mittauksia on ollut käytökunnottomana tai niiden toiminnassa on ollut häiriöitä ja mittauksia on jouduttu korvaamaan laboratoriomittauksilla. Tarkastuksessa edellytettiin, että meneillään oleva selvitystyö saatetaan viivytyksettä päätökseen ja vastuut ja tarvittavat menettelyt varaosien saatavuuden varmistamiseksi määritellään.

Palontorjunnan tarkastuksessa käsiteltiin parannus- ja muutostöitä, koulutusta ja palokunnan kalustoa, ohjeistusta sekä palonilmais- ja palosammutusjärjestelmiä. Paloilmoitus turbiinihallissa on toteutettu sammutusjärjestelmien avulla. Tarkastuksessa todettiin, että Loviisan voimalaitos selvittää ja seuraa mm. paloilmoitusjärjestelmien uusia ratkaisuja ja laitteistoja. Selvitystyön tavoitteena on löytää paloilmoitusjärjestelmäratkaisu, jolla voitaisiin valvoa turbiinihallia huonetilakohtaisesti. Tarkastuksessa edellytettiin Loviisan voimalaitokselta selvitystä menetelmistä, joiden avulla pystytään vähentämään puisten telinelankujen käyttöä ja pienentämään siten niiden aiheuttamaa palokuormaa.

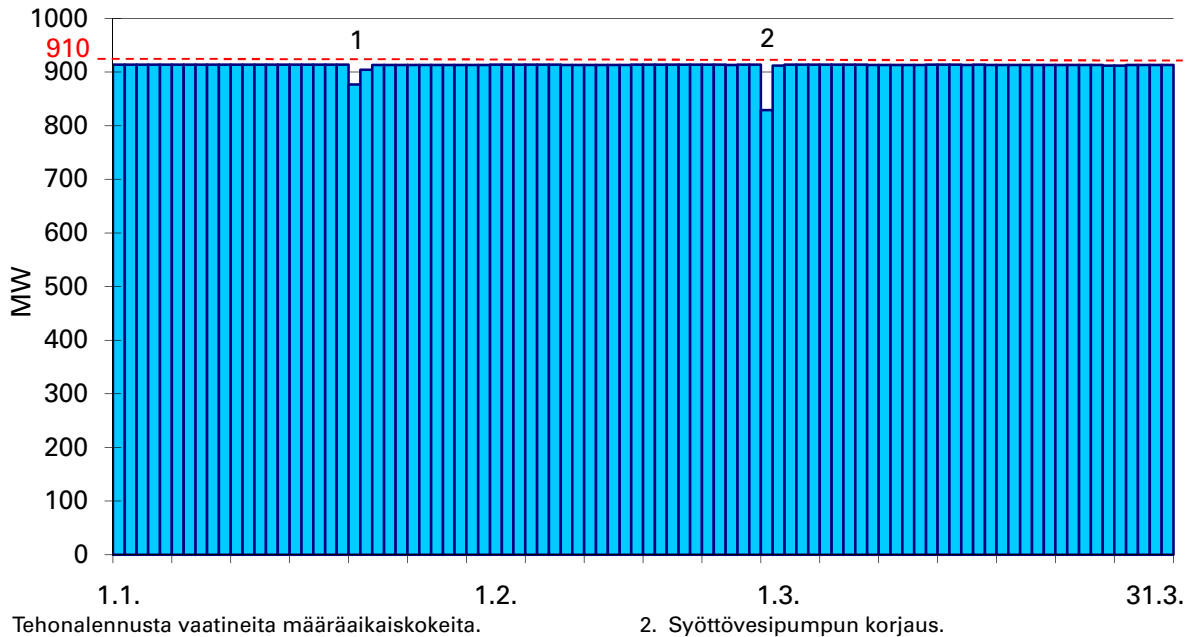
2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

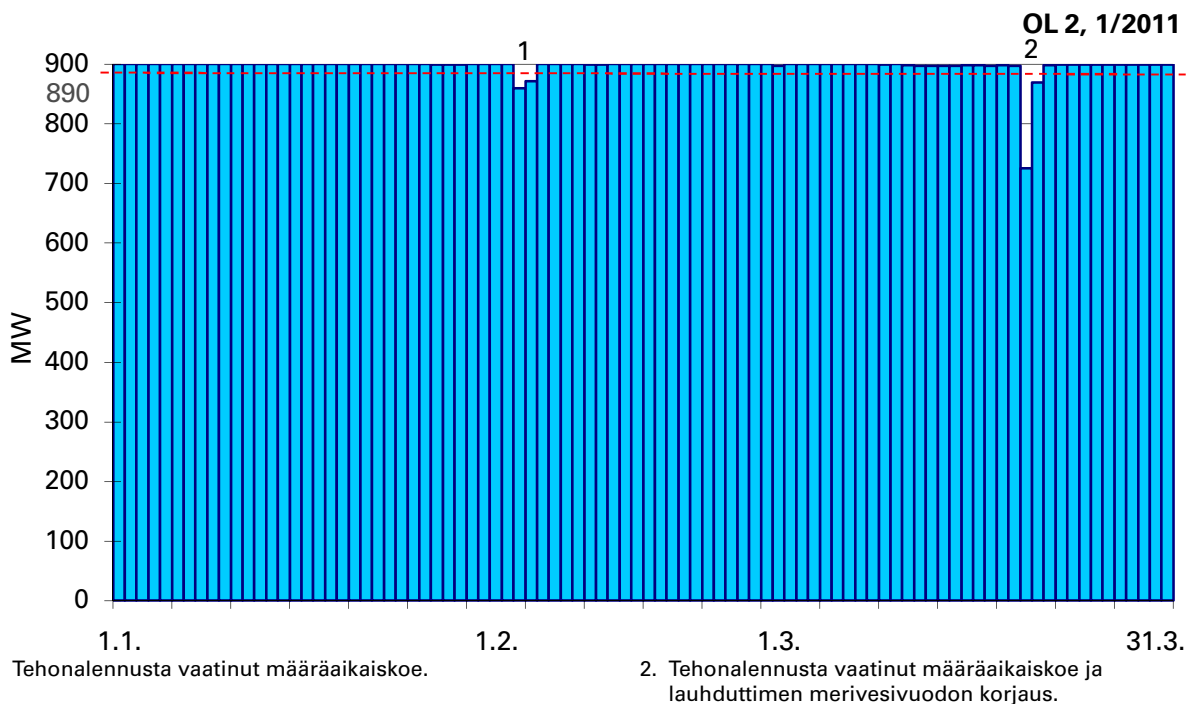
Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,2 % ja Olkiluoto 2:n 100,9 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä

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. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 6 ja 7.

OL 1, 1/2011



Kuva 6. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2011.



Kuva 7. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2011.

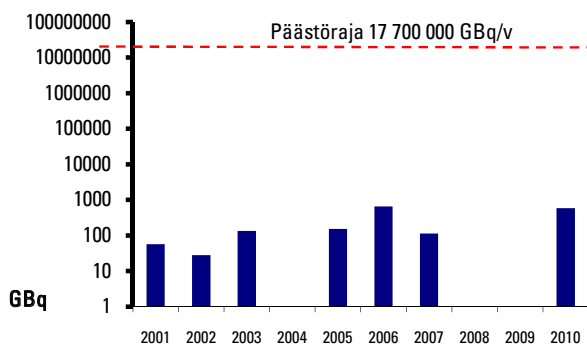
2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2010

Olkiluodon laitospaikan säämaston uusittujen mittaustureiden mittaustuloksia seurattiin STUKin, Ilmatieteen laitoksen ja TVO:n toimesta. Vuonna 2008 käyttöönotetut uudet mittausturrit ja tiedonsiirto toimivat yksittäisiä laitehäiriöitä lukuun ottamatta hyvin vuonna 2010.

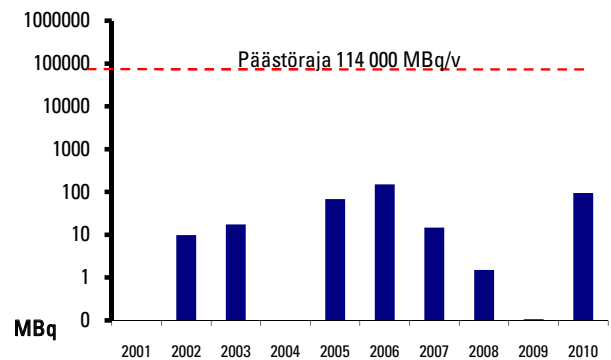
Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2010 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästöra-

jojen. Jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 0,6 TBq (Kr-87 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,003 % asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 94 MBq (I-131 -ekvivalenttina aktiivisuutena), joka on noin 0,1 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 12 MBq, tritiumia 0,3 TBq ja hiili-14:ää noin 0,7 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiums sisältö 1,5 TBq oli noin 8 % vuosipäästörajasta. Mereen päästettyjen muiden radionuklidien yhteenlaskettu ak-

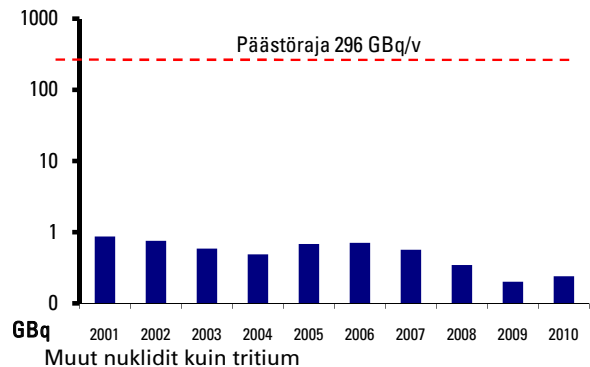
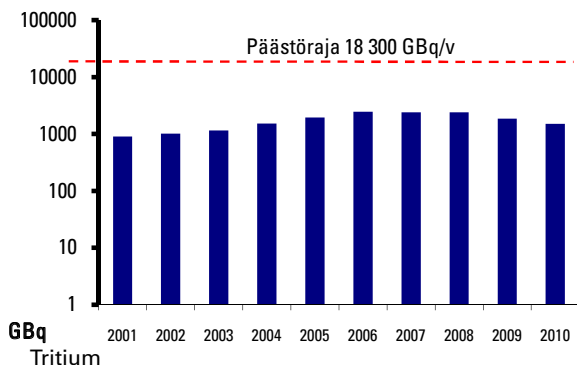


Jalokaasut krypton-87-ekvivalenteina. Vuosina 2004, 2008 ja 2009 jalokaasupäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

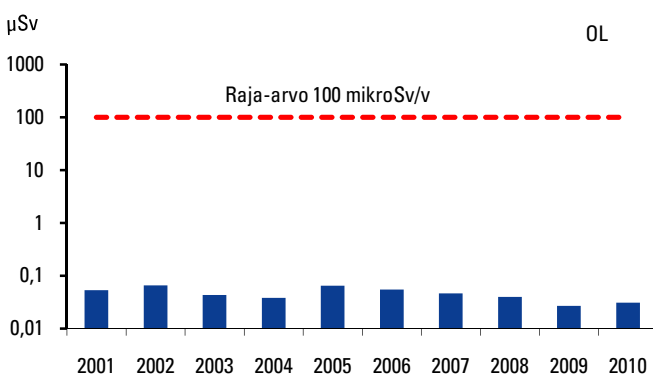


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalenteina. Vuosina 2001 ja 2004 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 8. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.



Kuva 9. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.



Kuva 10. Altistuneimman väestön osan yksilöllille laskemalla arvioidut säteilyannokset Olkiluodon laitoksen ympäristössä.

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	H-3	Mn-54	Co-60	Yhteensä
Vesikasvit	–	6	11	17
Sedimentoituva aines	–	–	8	8
Merivesi	1	–	–	1
Ilma	–	–	2	2
Laskeuma	–	–	2	2
Yhteensä	1	6	23	30

tiivisuus oli 0,2 GBq, joka on alle 0,1 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,03 mikrosievertiä eli 0,03 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaanavan säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 15 minuutissa.

Olkiluodon voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 300 näytettä vuoden 2010 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

Vuodelle 2011 on suunniteltu 21 tarkastusta, joista kolme toteutettiin tällä neljänneksellä: säteilysuojelu, sähkö- ja automaatiotekniikka ja käyttötoiminta. Tarkastuksissa ei todettu puutteita, joilla olisi vaikutusta laitoksen, sen henkilöstön tai ympäristön turvallisuuteen.

Kaksi tälle jaksolle ajoitettua tarkastusta siirtyi pidettäväksi myöhemmin vuonna 2011.

Säteilysuojelutarkastus kohdentui säteilyn mitaamiseen. Tarkastuksessa käytiin läpi kannettavien ja kiinteästi asennettujen säteilymittausjärjestelmien tilanne, ympäristön valvontaohjelma, varaosatilanne sekä säteilymittausjärjestelmissä havaitut viat ja häiriöt. STUK edellytti tarkastuksen perusteella, että TVO arvioi käytetyn polttoaineen varaston säteilymittareiden varaosapuutteet ja määrittää korjaavat toimenpiteet. Lisäksi TVO:n tulee arvioida ympäristön säteilymittauksissa käytettävien dosimetrien säilytyskotelojen ja ympäristöolosuhteiden vaikutus tuloksiin sekä tarkentaa säteilyvalvontalaitteiden toimintakoketta koskevaa ohjetta ja kannettavien säteilymittauslaitteiden kalibrointipöytäkirjaa.

Sähkö- ja automaatiotekniikka -tarkastuksen sähkötekniisessä osuudessa arvioitiin voimayhtiön menettelyjä, joilla varmistetaan laitosten sähkötekniisten järjestelmien ja laitteiden luotettava toiminta. Erityisaiheina olivat sähkölaitteiden ja kaapelien vanhenemisen seuranta, dieselgeneraattorien sähkökunnossapito, kaasuturbiinivoimalaitos ja asennustarkastukset. Tarkastuksessa ei havaittu merkittäviä puutteita.

Sähkö- ja automaatiotekniikka -tarkastuksen automaatiotekninen osuus kohdentui mittaus- ja toteutusprosessiin, kelpoistuksen seurantaohjelmaan, ikääntymisen ja varaston hallintaan. Edelleen kehittämisen tarvetta todettiin erityisesti automaation muutosten suunnittelu- ja toteutusprosessissa ja mittaus- ja toteutusprosessin kattavuuden hallinnassa.

Käyttötoimintatarkastus kohdentui turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin (TTKE), päävalvomon asiakirjoihin ja käytön vastuulla oleviin määräaikaikokeisiin. Lisäksi käytiin läpi Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n käyttö- ja käyttöturvallisuustoimintojen toiminnan suunnittelua ja tuloksia. STUK esitti tarkastuksen perusteella vaatimuksia, jotka liittyvät valvomossa olevien asiakirjojen ajantasalla pitämiseen, ohjeiden täydentämiseen ja TTKE:n muuttamiseen liittyviin menettelyihin.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2011 ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä komponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennus- ja asennustöiden valvontaa. STUK teki tarkastelujaksolla neljä rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta.

Reaktorilaitoksen kaksoissuojarakennuksen ulomman kupoliosan rakentamista jatkettiin tarkastelujaksolla. STUK valvoi töiden etenemistä laitospaikalla eikä poikkeamia suunnitelmista havaittu. STUK jatkoi rakennuksiin liittyvien terästasojen suunnitteluaineistojen tarkastusta. Terästasot ovat osa rakennusteknisiä rakenteita, joista osaan kiinnitetään turvallisuuden kannalta tärkeitä laitteita ja putkistoja. Laitostoimittajan suunnitteluaineistoissa on ollut puutteellisuksia onnettomuuskuormien huomioon ottamisessa ko. rakenteiden suunnittelussa. STUK on edellyttänyt suunnitteluaineistojen parantamista näiltä osin.

Primääripiirin päälaitteiden asennus valmistui tarkastelujakson aikana lukuun ottamatta paineistimen yhdykslinjan hitsauksia ja pääkiertopumppujen sisäosien sekä moottorien asentamista. STUK valvoi pääkomponenttien ja putkistojen asennusta ja hitsaustöitä laitospaikalla. Työt etenivät ilman ydinturvallisuutta vaarantavia poikkeamia.

Reaktorilaitoksen rakennuksissa on käynnissä mekaanisten ja sähkötekniisten laitteiden, putkistojen ja kaapelien asennukset. Laitostoimittaja on myös aloittanut turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien asentamisen saatuaan siihen luvan STUKilta. Tammikuussa STUK havaitsi päivittäisten valvontakäyntiensä yhteydessä rakennustyömaalla, että turvallisuuden kannalta merkittävien putkien hitsauksessa ei noudatettu hyväksytyä hitsausohjetta. Hitsaustyöt keskeytettiin, kunnes hitsausurakoitsija selvitti hitsaustoimiin liittyvät puutteet. Tapahtuman johdosta myös TVO ja laitostoimittaja lisäsivät hitsaustöiden valvontaa. Esitetyt toimenpiteet katsottiin riittäviksi hitsausten jatkamiseksi.

STUK jatkoi laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. Olkiluoto 3:n varavoi-
madieselgeneraattoreita koskeva tutkinta jatkui tarkastelujaksolla.

STUK kohdisti rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset säteilyturvallisuuden varmistamiseen, laadunhallintaan, Olkiluoto 3 -laitosyksikön käyttöönottoimintoihin sekä tietoturvallisuuteen. Säteilyturvallisuutta koskevassa tarkastuksessa ei todettu huomautettavaa. Laadunhallintaan kohdentuneessa tarkastuksessa STUK totesi, että Olkiluoto 3 -projektissa on otettu käyttöön menettelyjä, jotka poikkeavat projektiohjeistosta. TVO:n edellytettiin määrittelevän periaatteet ja ohjeistus tällaisten menettelyjen käyttöönotolle ja turvallisuusmerkityksen arvioinnille.

Käyttöönottoimintoihin kohdentuneessa tarkastuksessa STUK esitti viisi vaatimusta:

- TVO:n tulee varmistaa, että järjestelmiä, rakenteita ja laitteita koskevien avointen asioiden hallinnan menettelyt ovat valmiita käyttöönoton alkaessa.
- TVO:n pitää suunnitella ja ohjeistaa menettelyt käyttöönoton aikaisten teknisten muutosten käsittelylle.
- TVO:n käyttöönottoon osallistuvien henkilöiden käyttöönottokoulutus on aloitettu, mutta ei vielä ole saatettu loppuun. Koulutussuunnitelman mukaan käyttöönottokoulutus tulee antaa ennen koekäyttötoiminnan aloittamista. TVO:n tulee toimittaa STUKille aikataulu vielä toteutettavista koulutussuunnitelmassa määritetyistä koulutuskursseista.
- TVO:n tulee varmistaa, että laitostoimittaja on toteuttanut käyttöönottoon osallistuvan henkilöstön koulutuksen suunnitelmien mukaisesti.
- TVO:n tulee toimittaa STUKille hyväksyttäväksi yhteenvetoselvitys sekundääripiirin (vesihöyry-kierto) pintojen passivoinnista. Käyttöönotossa tehtävää passivointia varten tulee laatia yksityiskohtainen toimenpideohje.

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 ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti. Loppusijoitus on suunniteltu toteutettavaksi syvyydelle 420 metriä ja Onkalon tekniset tilat syvyydelle 437 metriä.

STUK valvoi vuoden 2011 ensimmäisellä neljänneksellä Onkalon louhittavalle kalliolle tehtäviä etukäteiskartoituksia ja -tutkimuksia, porausräjäytystekniikalla tehtävää ajotunnelin louhintaa, pystykuilujen nousuporausta, kallion tiivistämistä sementti-injektoinnilla sekä kallion lujittamista.

Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä STUK hyväksyi Onkalon rakentamisesta vastaavan henkilön huomautuksien, jotka liittyivät rakentamisesta vastaavan henkilön perehdyttämiseksi laadittavaan koulutussuunnitelmaan ja rakentamisesta vastaavan henkilön varahenkilön määrittämiseen Posivan toimintajärjestelmäkuvauksessa.

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.

STUK valvoi Onkalon rakentamisen etenemistä vuoden viimeisellä neljänneksellä seuraavasti:

- Tarkastelujaksolla Onkalon rakentaminen eteni hyväksytyllä tavalla. Ajotunnelia louhittiin pituussuunnassa 4560 metrin kohdalta ajotunnelin loppuun asti eli 4680 metriin samalla sen ulottuessa 437 metrin syvyydelle asti. Lisäksi louhittiin teknisten tilojen ajoneuvoyhteyksiä. Ajotunnelia ja ajotunneliyhteyksiä ei tarvinnut tiivistää vesivuotojen tukkimiseksi. Poistoilma-kuilu 1:n syventämistä 437 metrin syvyydelle valmisteltiin injektoimalla uudelleen kuilua ympäröivä kallio syvyydellä 290–437 metriä.
- STUK teki rakentamisen aloitusvalmiustarkastuksen Onkaloon suunnitelluille koe- eli demonstraatiotunneleille. STUK myönsi rakentamiselle aloitusluvan huomautuksien, jotka liittyivät mm. puuttuneisiin menetelmäkuvauksiin.
- STUK teki kaksi rakentamisen aloitusvalmiustarkastusta ennen louhittujen tunneliseinien ruiskubetonointiluvan antamista. Tarkastuksella varmistettiin kalliopintojen kartoitustietojen ja laserkeilausten riittävyys tunnelissa välillä 4450–4550 metriä ja ajotunnelin kohdalla 4512 metriä alkavalla ajoneuvoyhteydellä.
- Työmaakäynneillä valvottiin kallion lujittamiseksi tehtyä ruiskubetonointia ja tunnelin lopullista, systemaattista kalliopulttitusta. Lopullinen ruiskubetonointi eteni katon osalta ajotunnelissa 4550 metriin asti. Lopullinen pultitus eteni ajotunnelin loppuun saakka sekä ajotunneliyhteydessä 19 metriin saakka.
- STUKin valvomat Onkalon lämpö-, vesi- ja ilmastointi- sekä sähköjärjestelmien asennustyöt jatkuivat suunnitelman mukaisesti.

- Työmaan seurantakokouksissa käsiteltiin säännöllisesti Onkalon suunnittelun ja rakentamisen tilannetta sekä Onkalon tutkimustiloissa tehtäviä tutkimuksia, jotka liittyvät mm. kallion kestävyyteen loppusijoitusreiän pinnalla. Lisäksi seurantakokouksissa esiteltiin Onkalon koe- eli demonstraatiotunneleissa tehtävää kallion soveltuvuusluokitusjärjestelmän kehitystyötä.

Onkalon rakentamisen tarkastusohjelmalla valvotaan Posivan rakentamisorganisaatiota ja sen toimintatapoja. Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä tehtiin yksi tarkastus, joka koski johtamisjärjestelmää. Posivan itsearviointiin kohdistuneessa tarkastuksessa ei havaittu puutteita.

Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset

STUK sai päätökseen Posivan johtamisjärjestelmän muutosta koskevan tarkastuksen ja hyväksyi toimintajärjestelmän otettavaksi käyttöön. Posiva on muuttanut toimintatapansa edellisen STUKin tarkastuksen jälkeen merkittävästi muuttamalla organisaationsa linjaorganisaatiosta matriisiorganisaatioksi ja siirtymällä selkeämmin prosessivoitteen toimintaan. STUK edellytti toimintajärjestelmään päivityksiä koskien muun muassa henkilöiden ja toimintaa ohjaavien ryhmien vastuiden selkeyttämistä sekä ydinsulkuvalvonnan prosessin kuvaamista. Liittyen Posivan organisaatiomuutokseen STUK hyväksyi Posivan hakemuksesta uuden Onkalon rakentamisesta vastaavan henkilön, jonka tehtävänä on varmistaa turvallisuusvaatimusten täyttyminen rakentamisessa.

STUK hyväksyi demonstraatiotunneleita koskevat kalliotekniset toteutus- ja tyyppisuunnitelmat ja Onkalon rakentamisen tiedotussuunnitelman päivityksen huomautuksin, jotka koskivat muun muassa STUKin informoimista vakavien vaaratilanteiden yhteydessä. Lisäksi STUK tarkasti Onkalon kallioteknisten suunnitelmien päivityksiä, rakennusteknisiä arkkitehtisuunnitelmia sekä asiakirjoja koskien mm. pohjavesiaseman ja kahden tutkimusreiän kairaustyötä ja tutkimuksia, alhaisen pH:n injektointikokeen tutkimuksia sekä Onkalon kalliooperan jännitystilaa.

Posiva testaa osana demonstraatiotunneleiden toteutusta kehittämänsä kallion luokitusjärjestelmän toimivuutta ja käytettävyyttä. Tähän liittyen Posiva on tehnyt tunneleiden paikan tutkimuksis-

ta saadun etukäteistiedon perusteella vaihteittain tarkentuvia yksityiskohtaisia kalliomalleja. STUK on tarkastanut alustavan luokitusjärjestelmän ja Posivan toimittamat kalliomallit ja toimittanut näistä alustavat havainnot viranomaisvaatimusten täyttymisen kannalta.

STUK tarkasti vuoden ensimmäisellä neljänneksellä maan päälle rakennettavan ilmanvaihtoja nostinlaiterakennuksen luokiteltujen järjestelmien LVI -suunnitelma-asiakirjoja. Ilmanvaihtoja nostinlaiterakennuksen kautta hoidetaan myöhemmin Onkalon ilmanvaihto.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) edellytti vuonna 2003, että ydinjätehuoltovelvollisten joko erikseen, yhdessä tai Posivan välityksellä tulee toimittaa selvitys kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen valmistelutilanteesta vuonna 2009. STUK antoi selvityksestä lausunnon työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) vuoden 2010 loppupuolella. STUK valmistelee lausunnon lisäksi aineistoon pohjautuvaa turvallisuusarviota, joka valmistuu vuoden 2011 toisella neljänneksellä.

STUK aloitti vuoden 2011 ensimmäisellä vuosineljänneksellä valmistautumisen Posivan vuonna 2012 toimitettavaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittelyyn. Valmistautumistyön ensimmäisenä tavoitteena on luoda rakentamislupahakemuksen tarkastussuunnitelma. Tarkastussuunnitelman valmistelu aloitettiin luomalla suunnitelmalle runko, joka pohjautuu turvallisuusvaatimuksiin ja näistä koottuihin tarkastusalueisiin ja -aiheisiin. Tarkastussuunnitelman laatimisessa käytettiin tässä vaiheessa apuna myös STUKin ulkopuolisia kansainvälisiä asiantuntijoita ja työtä on seurannut Ruotsin säteily- ja ydinturvallisuusviranomaisen (SSM) edustajia.

STUK on seurannut vuoden ensimmäisellä neljänneksellä aktiivisesti Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelua ja erityisesti järjestelmäsuunnittelun tilannetta ja vaatimustenmukaisuutta sekä teettänyt lisäselvitystarpeista varmentavia tutkimuksia oman ohjelmansa mukaisesti. Laitossuunnittelua ohjaavat STUKin turvallisuusvaatimukset ovat kokonaisuudessaan uusiutumassa vuoden 2011 loppuun mennessä.

3.2 Voimalaitosjätehuolto

Loviisan loppusijoitustilan laajentaminen

Loviisan voimalaitoksella on laajennettu loppusijoitustilaa yhdellä uudella huoltojätetilalla ja suunnitelmissa olleella yhdystunnelilla syyskuusta 2010 asti. Huoltojätetilän louhinta on valmis ja yhdystunnelin louhinta on myös valmistumassa. Seuraavassa vaiheessa toteutetaan ilmanvaihto-, viemäröinti-, palontorjunta- ja sähkötöitä. STUK on ollut mukana projektin valvonnassa sen alusta alkaen.

Fortum, Loviisan voimalaitos

Loviisan ydinvoimalaitoksella havaittiin maanantaina 24. tammikuuta, että matala-aktiivisten huoltojätteiden loppusijoitusluolan vuotovesien keräysjärjestelmässä oli pieni määrä radioaktiivisuutta. Voimalaitoksen arvion mukaan radioaktiivisuus

on peräisin huoltojätteestä. Radioaktiivisuutta oli joutunut järjestelmään, kun katosta tippuvaa vettä pois johtava putki oli tukkeutunut ja vesi oli valunut joidenkin jätetynnyrien päälle. Tapahtumalla ei ole merkitystä henkilöstön eikä ympäristön turvallisuudelle.

Keräysjärjestelmän tarkkailukaivoon kertyneen veden radioaktiivisuuspitoisuus tarkistetaan aina ennen veden jatkokäsittelyä. 24.1. otetussa näytteessä havaittiin pieni tritiumpitoisuus. Viikonlopun 4.–7.2. yli kerätyssä huoltojätetunnelin ilmastoinnin kondenssivedessä havaittiin myös vähän tritiumia. Pitoisuudet ovat pieniä, eikä niillä ole turvallisuusmerkitystä.

Loviisan voimalaitos on korjannut tapahtuman aiheuttaneen vian ja seuraa vuotovesien ja ilmastoinnin kondenssiveden aktiivisuutta tehostetusti sekä laatii tapahtumasta raportin ja toimittaa sen STUKille.

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	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	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

