

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 1/2009

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosisraportti 1/2009

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-465-8 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2009
ISBN 978-952-478-466-5 (pdf)
ISBN 978-952-478-467-2 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2009. STUK-B 106. Helsinki 2009. 20 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto

Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla ja Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneista STUKin valvontatoimista vuoden 2009 ensimmäisellä neljänneksellä.

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

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla STUK tarkasti TVO:n projektin johtamista, asennustöiden valvontaa sekä tarveaineiden hallintaa työmaalla. TVO toimitti STUKille vastineensa työmaan turvallisuuskulttuuria koskevien kehitystoimenpiteiden toteuttamiseksi. Vastineissa esitettiin selvitys siitä, miten työntekijöiden ja esimiesten välinen kommunikointi järjestetään huomioiden työmaalla toimivien työntekijöiden kielitaito. Lisäksi TVO esitti vastineessaan, että betoniraudotteiden asennushitsauksien valvonta on järjestetty siten, että valvontaa suorittaviksi työnjohtajiksi on nimetty kokeneita hitsaajia.

Ydinjätehuollon valvonnassa tärkeimmät kohteet ovat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu sekä ydinvoimalaitoksilla syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolto. Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentaminen jatkui ja tunnelin louhinta eteni 3473 metrin kohdalle. 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 Muutos- ja parannustyöt	8
2.1.3 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008	8
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.2.3 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008	12
2.3 Olkiluoto 3	14
3 YDINJÄTEHUOLTO	16
3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos	16
3.2 Voimalaitosjätehuolto	19
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	21
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	22

1 Johdanto

STUK raportoi neljännesvuosittain Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, tapahtumista voimalaitoksilla sekä ydinvoimalaitoksiin tehdyistä turvallisuutta parantavista muutoksista. Raportissa kerrotaan myös valvontatoimenpiteistä, joita STUK on kohdistanut Olkiluotoon rakenteilla olevaan ydinvoimalaitokseen. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimiseen tarkoitettua maanalaista tutkimustilan rakentamiseen ja ydinjätehuoltoon. Tarpeen mukaan raportissa kuvataan

turvallisuuden kannalta merkittäviä ydinalan tapahtumia ja toimintoja sekä raportoidaan muiden maiden merkittävistä ydinturvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista.

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

2 Suomen ydinvoimalaitokset

*Erja Kainulainen, Tomi Koskiniemi, Riku Mattila, Rainer Rantala,
Veli Riihiluoma, Suvi Ristonmaa, Petteri Tiippa, Antti Tynkkynen,
Kim Wahlström, Olli Vilkammo, Eero Virtanen*

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisa 1 ja Loviisa 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerron vuosineljänneksellä oli 102,0 % ja Loviisa 2:n 101,4 %. Energiakäyttökerron kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitoksikö 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 energiakäyttökerron voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitoksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Pääkiertopumpun öljyvuo

Loviisa 2:lla havaittiin 9.1.2009 primääripiirin pääkiertopumpun moottorin öljyjäähdyttimelle menevässä jäähdytysvesiletussa vuoto, joka korjattiin pysäyttämällä pumppu ja vaihtamalla letkun liitin. Vuodon korjauksen jälkeen moottori alkoi vuotaa öljyä, ja sitä lisättiin viikon aikana kaksi kertaa yhteensä 4,5 litraa (kokonaistilavuus 20 litraa).

Pääkiertopumppu pysäytettiin uudestaan korjauksen varten 17.1.2009 ja reaktorin teho laskettiin 82 %:iin. Moottorin öljykanavasta löytyneet epäpuhtaudet poistettiin ja letkut tarkastettiin, jonka jälkeen pumppu käynnistettiin ja laitoksen tehoa alettiin nostaa 100 %:iin. Öljy alkoi vähetä uudelleen, jolloin sitä lisättiin yhteensä noin neljä litraa. Laitoksen tehon nostoa jatkettiin tästä huolimatta. Vuoto aiheutti myös käryä mikä ilmensi mahdollista palovaaraa. Laitoksen teho laskettiin

ja pumppu pysäytettiin aamulla 18.1.2009, jolloin korjattiin moottorin öljysumuimurin yksi katkenut putki ja toinen oikaistiin. Työ saatiin valmiiksi 19.1.2009, jonka jälkeen pumppu käynnistettiin ja teho nostettiin uudelleen.

STUK haastatteli tapahtumaan osallisia. Haastatteluun haluttiin varmistua, että laitos oli ollut turvallisessa tilassa ja menettelyt asianmukaiset. Tarkastuksen tulos oli, ettei laitosturvallisuus ollut uhattuna, mutta menettelyissä ja päätöksenteossa oli epäselvyyksiä. Päätöksenteko vaikeissa olosuhteissa, tilanteen muutosten hallintaa sekä työn ohjaus ja valvonta vaativat kehitystoimenpiteitä. Tarkastuksen tulokset käytiin läpi ydinvoimalaitoksella työntekijöiden ja johdon kanssa. Loviisan laitos tekee tapahtumasta perussyyanalyysin.

Loviisa 2:n paineistimen varoventtiilien ohjausventtiilien magneettikuormien menettäminen

Loviisa 2:lla katkesi 21.1.2009 korjaustyön yhteydessä sähkönsyöttö paineistimen ulospuhalluslinjan molempien varoventtiilien ohjausventtiilien magneettikuormille Katkos aiheutui, kun sähkönsyöttöä suojaava johdonsuojakatkaisija laukesi työkalun pudottua sen päälle.

Paineistimen varoventtiileillä estetään primääripiirin paineen nouseminen häiriötilanteissa. Magneettikuormien tarkoitus on varmistaa ohjausventtiilien tiiveys ja auttaa ohjausventtiiliä toimimaan (ohjaamaan varoventtiiliä) oikeassa paineessa. Varoventtiilien lopullinen toiminta perustuu jousikuormiin.

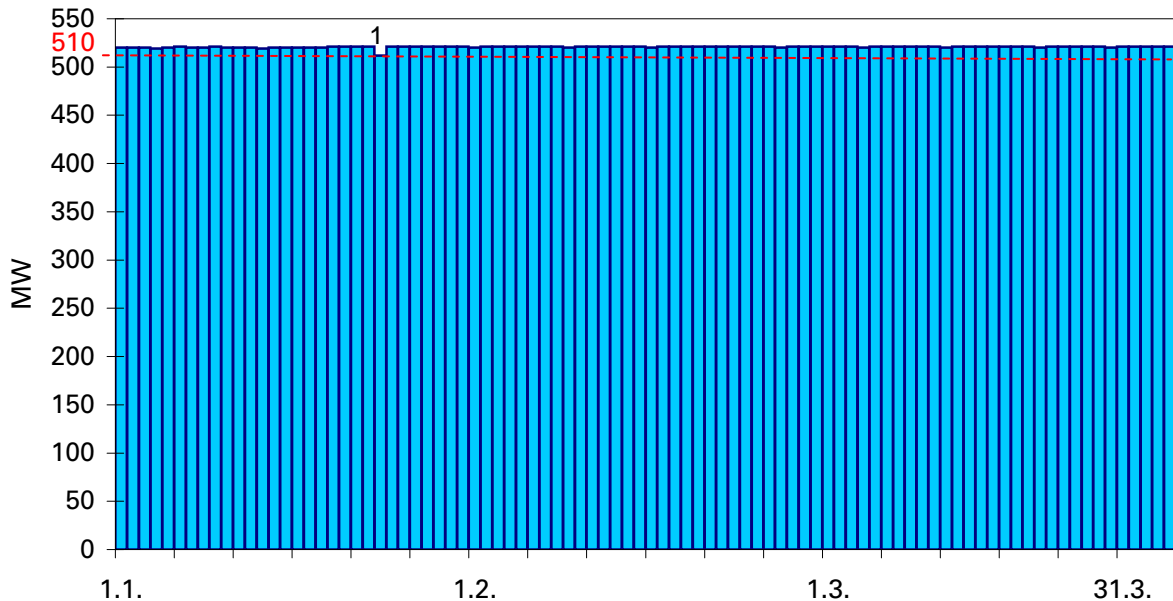
Johdonsuojakatkaisijan laukeamisen jälkeen laitos arvioi venttiilien toimintakuntoisuutta ja päätyi turvallisuutta korostavaan tulkintaan, että venttiilit olivat epäkunnossa. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan laitos tulee ajaa

tällöin alas. Laitoksella alettiin korjata vikaa sekä valmistautua alasajoon.

Jonkin ajan kuluttua vian ilmenemisen jälkeen puhallussäiliöön alkoi virrata höyryä normaalia enemmän, ja varoventtiilien ohjausventtiilien vuotojen lämpötilat alkoivat nousta. Jotta varoventtiili ei tarpeettomasti aukeaisi, laitos päätti kytkeä magneettikuormat pakko-ohjaukselle. Tämä aiheutti varoventtiileille yhteisvian ja vent-

tiilien automaattinen avautuminen normaalissa paineessa ei olisi ollut mahdollista. Loviisan tyyppisellä laitoksella ylipaineistuminen ja varoventtiilien aukeaminen on epätodennäköistä. Pakko-ohjaus olisi ollut tarpeen tullen poistettavissa. Pakko-ohjaus oli päällä 16 minuuttia kunnes johdonsuojakatkaisija saatiin vaihdettua ja magneettien sähkönsyöttö palautettua.

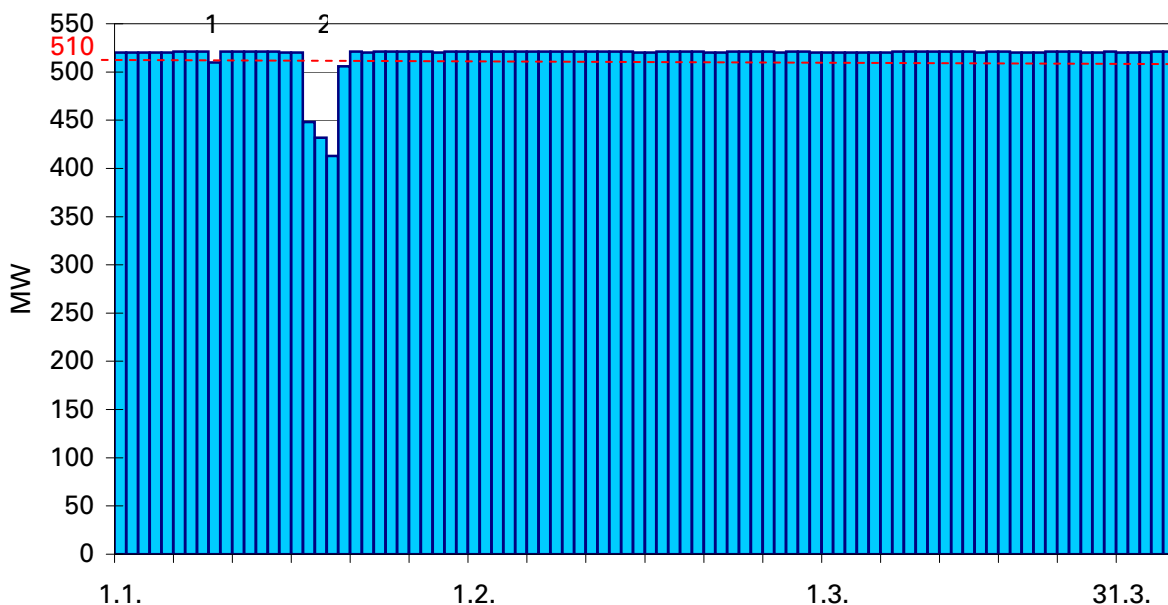
Lo 1, 1/2009



1. Pääkiertopumpun takaisinpyörinäestolaitteen relevika.

Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2009.

Lo 2, 1/2009



1. Pääkiertopumpun moottorin öljyjäähdyttimen jäähdytysvesiletkun vuoto.

2. Pääkiertopumpun moottorin öljyvuoto.

Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2009.

STUKin käsityksen mukaan vian korjauksen yhteydessä laitoksen ylipainesuojaus saatettiin hetkellisesti TTKE:n vastaisesti toimintakunnottomaksi pakko-ohjaamalla ohjausventtiilien magneettikuormia. Toisaalta varoventtiilin avautuminen ja etenkin sen virheellinen aukijuuttuminen aiheuttaa primääripiirin vuodon ja tätä kautta suuren kuormituksen reaktoripainesäiliölle. Kyseessä oli harkintaan perustuva, turvallisuuden kannalta ristiriitainen päätöksentekotilanne, jota ohjeisto ei täysin tukenut.

STUK on pyytänyt voimayhtiöltä asiasta erikoisraportin, jotta tilanteeseen liittyvät eri toimintavaihtoehdot ja niiden vaikutukset turvallisuuteen sekä mahdolliset muutostarpeet niin dokumentaatioon kuin järjestelmäänkin tulevat arvioitua.

2.1.2 Muutos- ja parannustyöt

Työntekijöiden annosvalvonnan muutokset

Reaktorista peräisin olevaa neutronisäteilyä, jolle työntekijät voisivat altistua, esiintyy reaktorin käydessä Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumpputiloissa. Neutronisäteilyä esiintyy varsin pienellä alueella pääkiertopumppujen ympäristössä. Pumppuja on kuusi molemmilla laitosyksiköillä ja ne on sijoitettu rengasmaisen pääkiertopumpputilan alueelle. Fortum arvioi Loviisan voimalaitoksen työntekijöiden annosmittareiden (TL-dosimetrit) luotettavuutta uusimmalla käytössä olevalla mittauskalustolla. Tarkoitus oli selvittää, soveltuivatko käytössä olleet kertoimet yhä laitoksella vallitsevan neutroniannoksen määrittämiseen.

Tutkimuksessa havaittiin annosmittareiden vasteessa laitosyksiköiden välillä odotetusti pieni ero. Neutroniannosnopeus vaihtelee pumppukuo-pissa myös riippuen siitä missä suunnassa annosnopeusmääritys tehdään.

Selvitysten perusteella Fortum päätti tarkentaa neutroniannoksen määrittämisessä käytettävää korjauskerrointa vuoden 2009 alusta alkaen. STUK hyväksyi muutoksen.

Loviisan voimalaitoksella tehdyssä käytön tarkastusohjelman mukaisessa tarkastuksessa STUK kiinnitti syksyllä 2008 huomiota siihen, että annosrekisteriin toimitetuissa tiedoissa pinta-annosten (annos, jos säteily kohdistuisi suojaamattomalle iholle) ja työntekijöiden annosten suhteellinen

osuus poikkesi totutusta. Pinta-annoksen merkitys ydinvoimalaitosten säteilysuojelussa on vähäinen ja tämän vuoksi useissa maissa sitä ei mitata ydinvoimalaitostöissä.

Fortum totesi virheen annosmääritykseen käytetyssä algoritmista. Annoksen kirjausraja muutettiin dosimetrijärjestelmän toimittajan avustuksella toukokuussa 2007. Muutoksen määrittely oli virheellinen ja siitä aiheutui ohjelmointivirhe. Seurauksena oli, että valtaosa kirjauskynnyksen ylittävistä pinta-annoksista karsiutui annosrekisteriin raportoiduista annoksista.

Fortum korjasi ohjelman virheen ja lähetti korjatut tiedot annosrekisteriin vuoden 2009 alussa. Dosimetrian laatuja järjestelmää on nyt kehitetty siten, että muutokset suunnitellaan ja dokumentoidaan aiempaa paremmin. Pinta-annoksen määrittäminen testataan jatkossa vuositestauksen yhteydessä.

2.1.3 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008

Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta

STUK on edellyttänyt, että Loviisan laitos arvioi ilmaan vapautuvien päästöjen leviämisen varalta laitospaikan säämastojärjestelmän lisäksi ulkopuolisten lisämittausten ja tähän liittyvien leviämisen ennustemallien kehittämistä. Asiasta on neuvoteltu STUKin, Ilmatieteen laitoksen ja voimayhtiön kesken vuonna 2008.

STUK on hyväksynyt Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelman vuosiksi 2008–2011. Ohjelman muutokset aiempaan verrattuna koskivat mm. vertailunäytteiden käyttöä, vedenpuhdistuslaitoksen lietteen mittaamista, sekä hiili-14 -nuklidin mittaustulosten tulkintaa.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2008 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen ilmapäästöt olivat noin 5,5 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon-40:n aktivointituote argon-41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 1,7 MBq, mikä on noin 0,0008 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia ra-

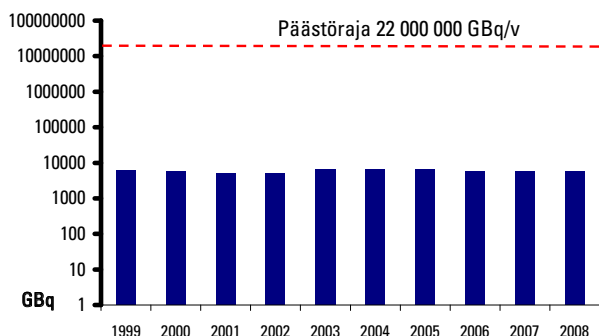
Taulukko 1. Loviisan voimalaitoksesta peräisin olevat radioaktiiviset nuklidit, jotka havaittiin vuoden 2008 ympäristönäytteistä. Suluissa on havaittujen nuklidien lukumäärät kaikista mitatuista näytteistä.

Näyte	Havaitut nuklidit
Laskeuma	Mn-54 (1), Co-58 (1), Co-60 (7), Nb-95 (1), Zr-95 (1), Ag-110m (3), Sb-124 (1)
Vesikasvi	Cr-51 (1), Mn-54 (1), Co-58 (3), Co-60 (5), Ag-110m (5), Sb-124 (3)
Sedimentoituva aines	Co-58 (1), Co-60 (3), Ag-110m (3), Sb-124 (1)
Merivesi	H-3 (5)

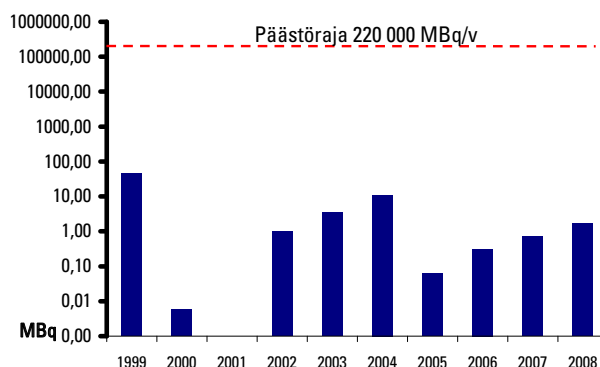
dioaktiivisia aineita 82 MBq, tritiumia 0,3 TBq ja hiili-14:ää noin 0,3 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 17 TBq oli alle 12 % päästörajasta. Mereen päästettyjen muiden nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,3 GBq, mikä on alle 0,04 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,06 µSv vuodessa eli alle 0,1 % asetetusta rajasta.

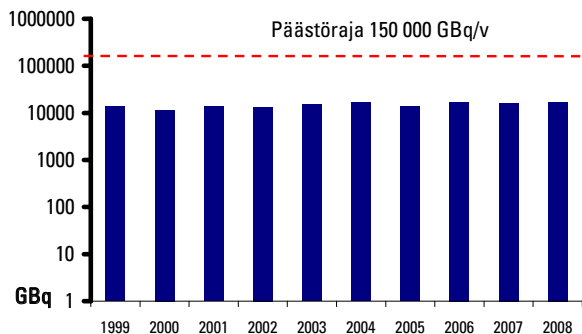


Jalokaasut krypton-87-ekvivalenteina

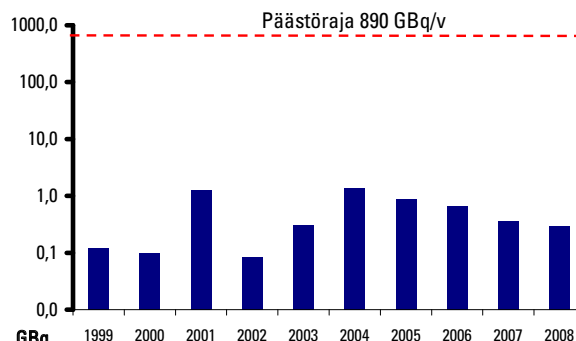


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalenteina. Vuonna 2001 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 3. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.

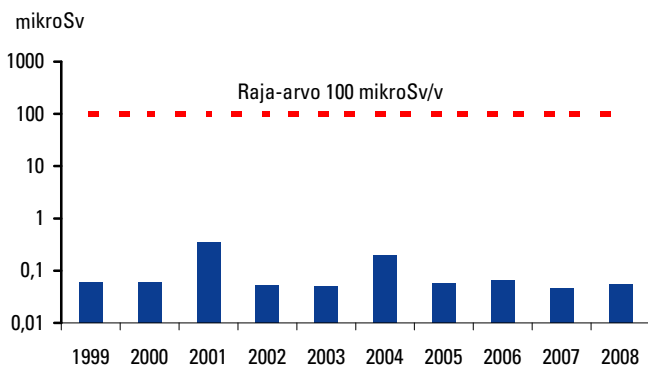


Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

Kuva 4. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.



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

Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaanlaiden säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 15 minuutin aikana.

Loviisan voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä 292 näytettä vuoden 2008 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista näytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ihmisten säteilyaltistukseen.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon laitosyksiköt 1 ja 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,9 % ja Olkiluoto 2:n 101,0 %. 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.

Sammutetun reaktorin merivesijärjestelmän pumpun pysähtyminen merkkilampun vian vuoksi Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä tehtiin määräaikaiskokeita 5.1.2009. Kokeessa käynnistettiin sammutetun reaktorin merivesijärjestelmän pumppu, joka kuitenkin pysähtyi pumpun ohjauspiirin pumpun käyntiä osoittavan merkkilampun vioittumisen seurauksena. Merkityksellistä on se, että vika esti turvallisuuden kannalta tärkeämmän laitteen eli pumpun toiminnan. Sammutetun reaktorin merivesijärjestelmä muodostuu neljästä identtisestä ja toisistaan riippumattomasta piiristä. Jokaisessa piirissä on oma pumppu. Yhden pumpun käyttökunnottomuus ei vaaranna laitoksen turvallisuutta

Merkkilamppu oli käytössä syyskuusta 2008

lähtien, kun ennakkohuoltotöiden yhteydessä vaihdettiin kymmenen pumpun ohjauspiirien hohtolamput LED-merkkilampuiksi. TVO selvitti tapahtuman jälkeen vian syitä ja pohti, onko kyseessä yksittäisen komponentin vika vai voiko sama vika esiintyä yhteisvikana muissakin vastaavissa LED-merkkilampuissa. TVO päätti varotoimenpiteenä poistaa kyseiset merkkilamput käytöstä 8.1.2009. Vastaavia pumppujen koestuksia tehdään neljän viikon välein, mutta vikoja ei ollut esiintynyt aikaisemmin.

TVO on päättänyt palata alkuperäiseen ratkaisuun eli LED-merkkilamput muutetaan takaisin hohtolampuiksi. TVO on toimittanut muutostyöaineiston STUKille hyväksyttäväksi ja muutos on tarkoitus toteuttaa STUK:n hyväksynnän jälkeen.

Tapahtuman INES-luokka on 1.

Reaktorin termisten marginaalien määrittämistä koskevien turvallisuusteknisten käyttöehtojen tulkinnanvaraisuus

TVO havaitsi, että turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vaatimus reaktorin termisten marginaalien määrittämistäajuudesta sisältää epätasällisen muotoilun: TTKE:ssä edellytetään marginaalien määrittämistä yli 60 %:n teholla aina säätösauvojen ajokuvion vaihdon jälkeen. Tämä vaatimus ei ole tarkoituksenmukainen esim. määräaikaiskokeiden tehonalennuksen aikaisessa tilanteessa, jossa säätösauvoja liikutetaan sisään päin pääkiertopumppujen ollessa kierroslukusäädöllä, ja säätösauvojen liikuttelu käsittää useamman ajokuvion. Näissä tilanteissa marginaalit on määritelty ennen tehonmuutosta ja tehonmuutoksen jälkeen, mutta ei jokaisella tehonmuutoksen aikaisella ajokuviolla. Käyttöehtoja täsmennettiin niin, että ko. menettely ei ole muodollisessa ristiriidassa TTKE-vaatimusten kanssa.

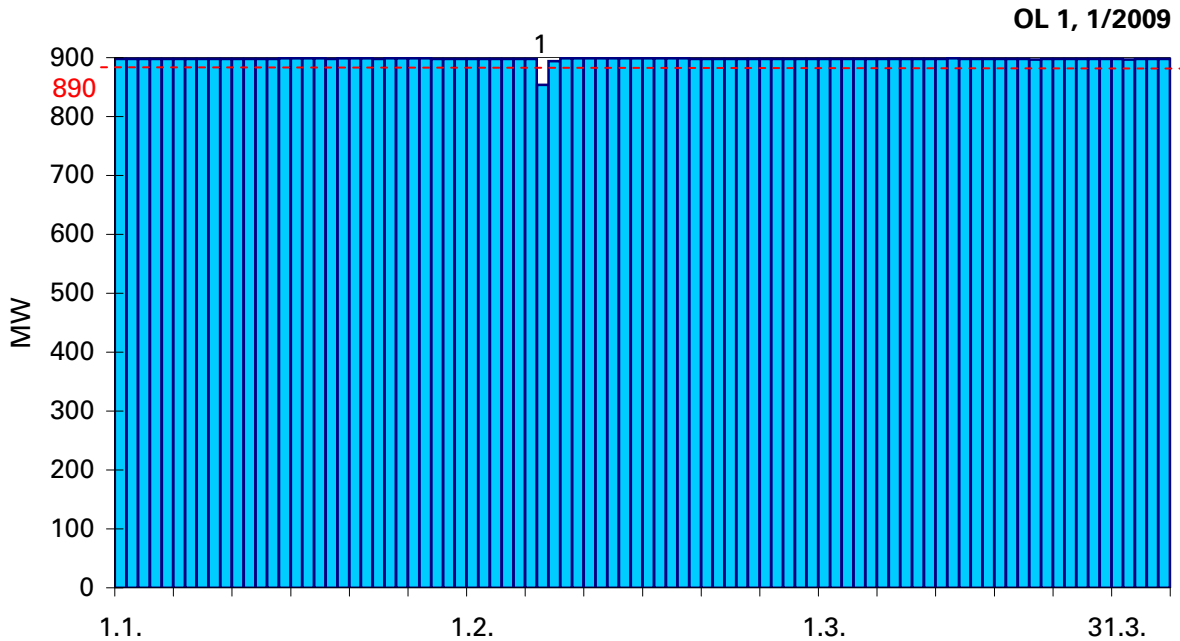
Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän eristysventtiilin toimimattomuus ulkoisella dieselaggregaattisyötöllä tehdyssä määräaikaiskokeessa

Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän eristysventtiilin koestus siirrettävällä dieselaggregaatilla ei onnistunut Olkiluoto 1:llä 23.3.2009 tehdyissä määräaikaiskokeissa. Vikaa selvitettyä todettiin, että kyseistä ja kolmea muuta venttiiliä ohjaaviin kytkinlaitoslähtöihin vaihdettiin kontak-

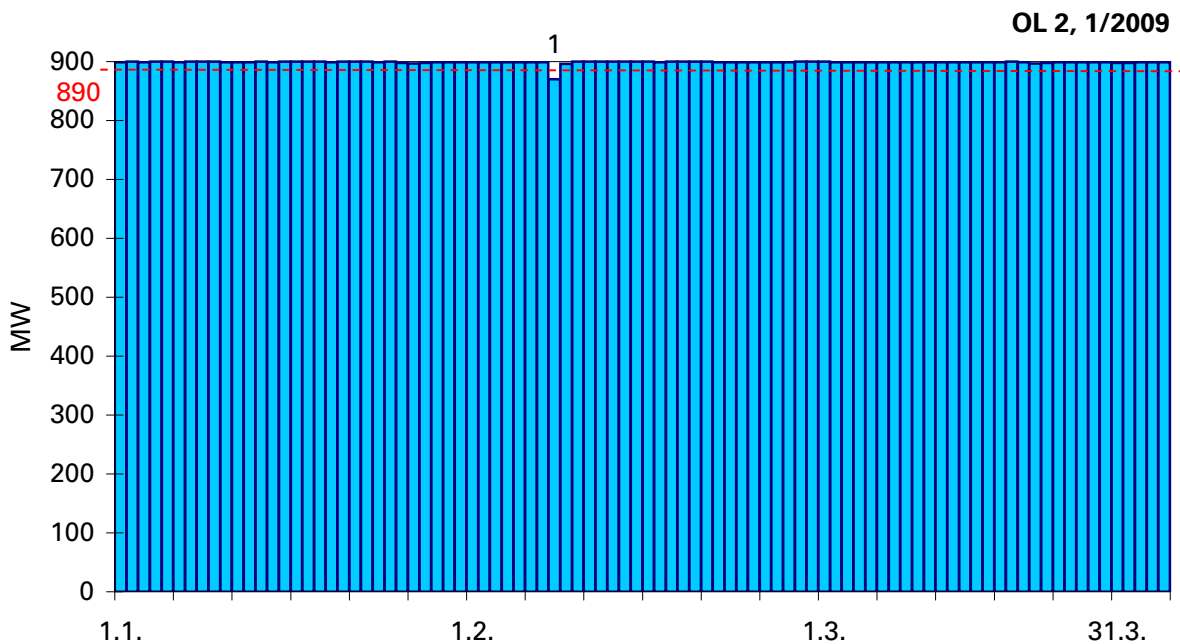
toriväliopohjat vuosihuollossa 2008. Muutostyössä kiinnitettiin virheellisesti kaksi päällekkäin olevaan erillistä liitintä yhdeksi kokonaisuudeksi. Rakennevirhe olisi estänyt venttiilien avaamisen, jos venttiilien sähkönsyöttö olisi ollut siirrettävän dieselaggregaatin varassa. Tällainen tilanne on esimerkiksi täydellinen vaihtosähkön menetys. Virhe ei paljastunut muutostyön yhteydessä tehdyissä koestuksissa. Vika korjattiin 23.3.2009.

Kyseiset venttiilit ovat reaktorin suojaraken-

nuksen alemman kuivatilan toisessa tulvituslinjassa ja suojarakennuksen vesitäyttölinjoissa. Venttiilit ovat käyttöjaksolla kiinni-asennossa. Ne avattaisiin vakavassa onnettomuustilanteessa suojarakennuksen täyttämiseksi vedellä. Täydellisessä vaihtosähkön menetystilanteessakin venttiilit pystytään ajamaan auki-asentoon, koska sähkönsyöttö on varmennettu akustoin, jotka pysyvät syöttämään sähköä vähintään muutaman tunnin ajan. Sähkönsyötön jatkuvuuden turvaami-



Kuva 6. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2009.



Kuva 7. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2009.

seksi on myös mahdollisuus kytkeä sähkönsyöttö siirrettävälle dieselaggregaatille. Jos venttiilejä ei tarvetilanteessa olisi avattu ennen siirtymistä siirrettävälle dieselaggregaatille, niitä ei olisi pystytty enää ajamaan auki muutostyössä tehdyn virheen vuoksi. Jos venttiilejä ei olisi pystytty avaamaan myöskään paikanpäällä käsipyörän avulla, niin suojarakennuksen vesitäyttö ei olisi tarvetilanteessa onnistunut.

Tapahtuman INES-luokka on 0.

2.2.3 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008

Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta

Olkiluodon laitospaikan säämaston mittausanturit uusittiin vuoden 2008 aikana. Uudet mittausanturit ovat monipuolisempia ja tarkempia kuin mastosta poistetut anturit. Olkiluodon ympäristön säätiedoista saadaan kattavammin tietoa ilmajäätöjen ajallisesta stabiilisuudesta, jota käytetään ilmaan mahdollisessa onnettomuustilanteessa vapautuvien päästöjen leviämislaskennassa. Vuoden 2009 aikana säämittausasemalle tehdään ohjelmistopäivityksiä.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön ulkoisen säteilyn valvontaverkkoon asennettiin uusia ja tarkempia mittauslaitteistoja. Asennettu laitteisto on samanlainen kuin Suomen valtakunnallisessa säteilyvalvontaverkossa. Olkiluodon valvontaverkossa on 14 säteilymittausasemaa, joista neljä sijaitsee laitosalueella ja 10 laitosalueen ulkopuolella. Valvontaverkko on toiminut hyvin käyttöönoton jälkeen. Olkiluoto 3:n läheisyyteen asennetaan kolme mittausasemaa ennen laitoksen valmistumista.

STUK on hyväksynyt TVO:n ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelman vuosiksi 2008–2011. Ohjelman muutokset aiempaan verrattuna koskivat mm. vertailunäytteiden käyttöä sekä hiili-14 -nuklidin mittaustulosten tulkintaa.

Taulukko 2. Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevat radioaktiiviset nuklidit, jotka havaittiin vuoden 2008 ympäristönäytteistä. Suluissa on havaittujen nuklidien lukumäärät kaikista mitatuista näytteistä.

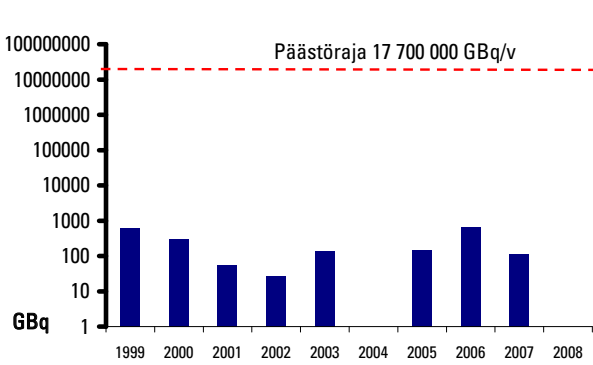
Näyte	Havaitut nuklidit (näytteiden lukumäärä)
Vesikasvi	Co-60 (10), Mn-54 (1)
Sedimentoituva aines	Co-60 (7)
Kala	Co-60 (1)
Simpukka	Co-60 (1)
Merivesi	H-3 (4)
Sadevesi	H-3 (2)

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2008 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajajen. Radioaktiivisia jalokaasuja ei havaittu pääsevän laitokselta ympäristöön. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 1,5 MBq, mikä on noin 0,001 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 18 MBq, tritiumia 0,4 TBq ja hiili-14:ää noin 0,9 TBq.

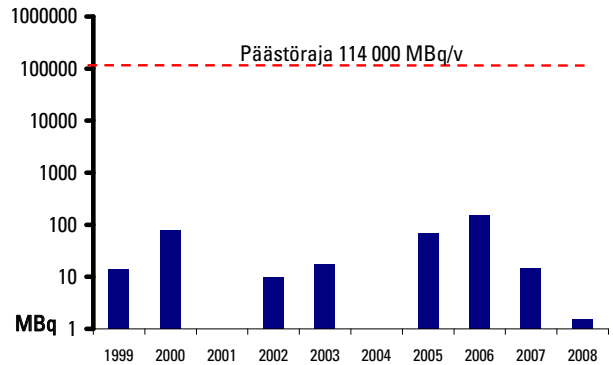
Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 2,4 TBq oli noin 13 % vuosipäästörajasta. Mereen päästettyjen muiden radionuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli alle 0,4 GBq, mikä on noin 0,1 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,04 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaanavanlaisen säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 15 minuutin aikana.

Olkiluodon voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä 300 näytettä vuoden 2008 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista näytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitoksesta. Määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ihmisten säteilyaltistukseen.

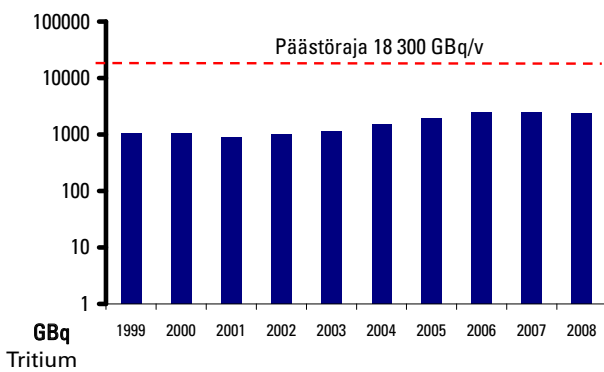


Jalokaasut krypton-87-ekvivalentteina. Vuosina 2004 ja 2008 jalokaasupäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

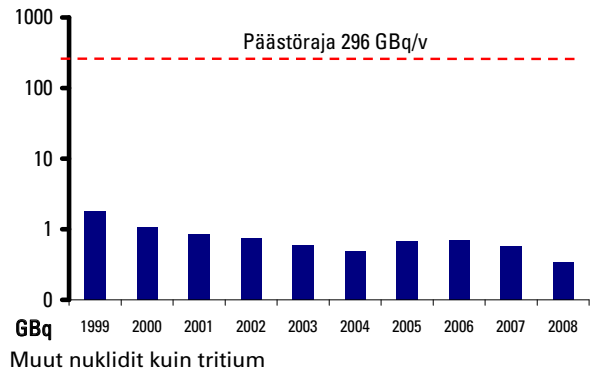


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalentteina. Vuosina 2001 ja 2004 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 8. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.

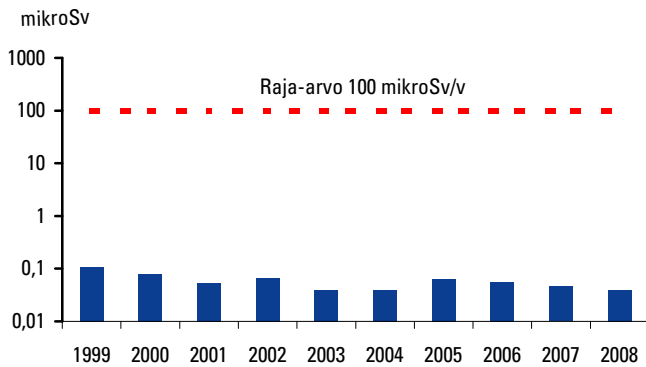


Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

Kuva 9. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.



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

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2009 ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennustöiden valvontaa. STUK tarkasti rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman puitteissa TVO:n projektin johtamista, asennustoiminnan valvontaa sekä tarveaineiden hallintaa työmaalla.

Olkiluoto 3:n rakentamisessa turvallisuuden kannalta merkittävimmät työt olivat suojarakennuksen sekä turvallisuus- ja polttoainerakennuksen rakenteiden betonivalut. Sisemmän suojarakennuksen seinän sekä suojarakennuksen sisä rakenteiden betonivaluja jatkettiin. Suoja- ja polttoainerakennuksessa sijaitsevien polttoaineen siirtoon ja säilytykseen liittyvien allasrakenteiden valut alkoivat. Betonivalut ovat onnistuneet hyvin. Joissakin valuissa betonin pumppaus valukohteeseen katkesi hetkittäin mm. sähkökatkoksen vuoksi, mutta katkosten lyhyen keston ja betonin hitaan kovettumisen vuoksi niillä ei ole ollut merkitystä valettujen rakenteiden laadulle. STUK on katkosten johdosta edellyttänyt, että TVO varautuu valuissa myös mahdollisiin laajempiin katkoihin. Apu-, sivumerivesipumppaamo-, diesel- ja jäterakennusten rakennustöitä jatkettiin. Asennustöiden osalta suojarakennuksen teräsvuorauksen asennus ja valmistus on jatkunut. Suojarakennuksen sisällä tehtiin onnettomuustilanteissa tarvittavan hätäjähdytysvesisäiliön pinnoitukseen liittyviä valmistelevia töitä. Vakavaa onnettomuutta varten suunnitellun sulaneen polttoaineen jäähdytysalueen jäähdytyslementtien asennus aloitettiin.

TVO toimitti STUKille vastineensa työmaan turvallisuuskulttuuria koskevien kehitystoimenpiteiden toteuttamiseksi. Vastineissa esitettiin selvitys siitä, miten työntekijöiden ja esimiesten välinen kommunikointi järjestetään huomioiden työmaalla toimivien työntekijöiden kielitaito. Lisäksi TVO esitti vastineessaan, että betoniraudoitteiden asennushitsauksien valvonta on järjestetty mm. siten, että valvontaa suorittaviksi työnjohtajiksi on nimetty kokeneita hitsaajia. STUK valvoo TVO:n selvityksissä esitettyjä toimenpiteitä työmaavalvontansa yhteydessä. Vastineiden käsittelyyn liittyvät päätökset löytyvät STUKin verkkosivuilta (www.stuk.fi).

Primääripiiriin kuuluvien päälaitteiden val-

mistus on jatkunut Ranskassa. Pääkiertoputkien esivalmistuksen osalta tehtiin ensimmäinen hitsausliitos suoran putkitakeen ja siihen liitettävän taivutetun putkitakeen välille. Hitsiä tarkastettaessa valmistaja havaitsi suoran putkiosuuden perusaineen ulkopinnalla noin 2 mm:n etäisyydellä hitsin sularajasta säröindikaatioita. Hitsaustyöt keskeytettiin vikojen tarkempaa tutkimista ja niiden merkityksen ja syiden selvittämistä varten. Tehdyissä tarkastuksissa vikoja löydettiin noin 190 mm:n matkalta alle 2 mm:n syvyydeltä putken ulkopinnalta mitattuna. Hitsin pituus kokonaisuudessaan on putken ulkopinnalla noin 2700 mm ja putken paksuus noin 76 mm. STUK hyväksyi saamiensa alustavien selvitysten perusteella hitsaustyön jatkamisen seuraavan vastaavan hitsin osalta. Tälle hitsille tehtiin tarkennetun ohjelman mukaiset tarkastukset, joissa ei havaittu vastaavanlaisia valmistusvikoja. Kolmannen hitsauksen yhteydessä vastaavia vikoja kuitenkin syntyi. STUK keskeytti hitsaukset ja edellytti, että TVO selvittää onko putken rakenteessa vastaavia vikoja hitsin eri syvyyksillä. Valmistaja ja TVO täydentävät myös hitsin vikojen syntymekanismiin ja turvallisuusmerkitykseen liittyviä selvityksiä, jotka toimitetaan yhdessä vikojen korjaamiseen liittyvän suunnitelman kanssa STUKille hyväksyttäväksi. Muiden päälaitteiden valmistuksen yhteydessä ei ole tullut esiin merkittäviä valmistuspuutteita. Suojarakennuksen teräsvuorauksen osien valmistus Puolassa on loppunut. Kaikki teräsvuorauksen osat on toimitettu Olkiluotoon ja asennettu paikalleen lukuunottamatta suojarakennuksen kupolia.

Laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta jatkettiin prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. STUK tarkasti automaation kokonaisarkkitehtuuria sekä automaatiojärjestelmien vikasietoisuutta ja automaatiojärjestelmien välisten erotteluperiaatteiden toteutumista. Tarkastuksen johdosta STUK edellytti TVO:n edelleen tarkentavan muun muassa laitoksen automaatiojärjestelmien kokonaisuutta kuvaavaa arkkitehtuuria järjestelmien välisen riippumattomuuden osalta ja osoittavan STUKille miten laitoksen turvallisuuden kannalta olennaiset suojaustoiminnot voidaan toteuttaa suojausjärjestelmän erilaisissa vikatilanteissa. Automaatioasioiden käsittely jatkuu kevään ja kesän aikana.

Vuosineljänneksen aikana STUK tarkasti TVO:n projektin johtamista, asennustoiminnan valvontaa sekä tarveaineiden hallintaa työmaalla. Projektin johtamista koskevan tarkastuksen tuloksena STUK edellytti TVO:n muun muassa:

- tarkentavan työmaan turvallisuuskulttuurin kehitystoimenpiteitä koskien aluetulokoulutusmateriaalia ja työmaan tiedottamista uusista toimintatavoista
- varmistavan, että sen käytössä on projektin asennus- ja käyttöönottovaiheessa riittävä tekninen osaaminen huomioiden erityisesti suunnittelun arvioinnissa käytettyjen konsulttien osaaminen,
- selvittävän STUKille mitkä laitostoimittajan suunnittelun hallintamenettelyt ovat ja kuinka TVO on suunnittelutoiminnan vaatimustenmukaisuudesta varmistunut
- täydentävän laitteiden ja rakenteiden valvonnan tuloksena syntyvän vaatimuksenmukaisuusarvioinnin kattavuutta
- arvioivan projektissa havaittujen tuote- ja toimintapoikkeamien syitä niiden taustalla olevien perussyiden selvittämiseksi ja poistamiseksi.
- varmistavan, että Olkiluoto 3:n turvallisuutta riippumattomasti arvioivalle ryhmälle raportoidaan säännöllisesti esiin tulleista turvallisuus- ja laatu puutteista ja että turvallisuusryhmän jäsenillä on saatavillaan ajankohtainen tieto projektin etenemisestä eri alueiden osalta.

Asennustoiminnan valvontaa koskevassa tarkastuksessa STUK edellytti, että TVO mm.:

- varmistaa, että asennusvalvonta kohdennetaan turvallisuuden kannalta olennaisiin kohteisiin
- varmistuu laitostoimittajan asennusvalvonnan osaamisesta ja riittävydestä, kielitaidosta sekä asennusvalvonnan menettelyiden dokumentoinnista
- ohjeistaa oman asennusvalvontansa laite- ja tekniikanalakohtaisesti

- varmistaa, että laitteiden asennussuunnitelmissa huomioidaan olennaiset asentamista koskevat vaatimukset
- varmistaa, että edellytykset putkistoasennusten aloittamisen osalta tunnetaan ja selvitetään ennen asennusten aloittamista
- selvittää asennustoimintaan ja -valvontaan osallistuvien TVO:n yksiköiden vastuut ja rajapinnat
- varmistaa asennusvalvojien tehtävien ja vastuiden dokumentoinnin, laadunvarmistuksen roolin ja tehtävien selkeyttämisen sekä sen, että asennusvalvonnasta ja tarkastuksista syntyvät tallenteet

Asennustöissä käytettäviä tarveaineita ovat esimerkiksi hionta-aineet, liimat, liuotin- ja puhdistusaineet, ainetta rikkomattomissa tarkastuksissa käytettävät aineet, tiivisteet, teipit, tarrat ja merkintäaineet. Ydinturvallisuusvalvonnassa kiinnitetään huomiota siihen, että tarveaineet soveltuvat käyttötarkoitukseensa eivätkä sisällä prosessille haitallisia aineita kuten esimerkiksi korroosiota aiheuttavaa kloridia. Tarveaineissa ei myöskään saa olla ainesosia, jotka jäähytekiertoon joutuessaan aktivoituvat reaktorisydämen neutronivuossa. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi koboltti ja antimoni. Aktivoituneet hiukkaset voivat kiinnittyä putkien pintoihin ja altistaa työntekijöitä säteilylle erityisesti vuosihuoltojen aikana. Laitostoimittajalla on tarveaineiden hallintajärjestelmä, johon kuuluu mm. tarveaineiden hyväksyminen ennalta määriteltyjen kriteerien perusteella. Tarveaineiden hallintaa koskevan tarkastuksen tuloksena STUK edellytti mm., että TVO

- auditoi sekä oman toimintansa laitostoimittajan tarveainemenettelyjen valvonnassa että laitostoimittajan menettelyjen toimivuuden
- varmistaa, että työmaan tarveaineiden hallinnassa noudatetaan laitostoimittajan laatimia ohjeita
- huomioi oman asennusvalvontansa ohjeistuksessa tarveaineiden hallinnan valvonnan.

3 Ydinjätehuolto

3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos

Maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonta

STUK jatkoi Olkiluodossa vuonna 2004 aloitetun maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) rakentamisen valvontaa. Jotta Onkaloa voitaisiin käyttää osana loppusijoituslaitosta, STUK valvoo Onkalon rakentamista ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti.

Kokonaisuudessaan Onkalon rakentaminen on jaettu viiteen louhintavaiheeseen, joista tarkastelujaksolla oltiin ajotunnelin neljännen vaiheen louhinnassa. STUKin valvonta kattoi louhittavan kallion etukäteiskartoitukset ja -tutkimukset, poraus-räjäytystekniikalla tehtävän ajotunnelin louhinnan, pystykuilujen nousuporauksen, kallion tiivistämisen sementti-injektoinnilla sekä kallion lujittamisen.

Tarkastukset työmaalla

Tarkastelujaksolla STUK teki työmaalle tarkastuksia keskimäärin kaksi kertaa kuukaudessa. Työmaakäynneillä STUK valvoi rakentamisen toteutuksen laatua, rakentamisen etenemistä, toteutussuunnitelmia ja tehtyjä sekä tekeillä olleita tutkimuksia. STUKin ja Posivan välillä pidettiin kerran kuukaudessa Onkalon rakentamista ja valvontaa koskevat työmaan seurantakokoukset. Lisäksi STUK teki työmaalle yhden Onkalon rakentamisen laadunvarmistusdokumentaatioon kohdistuneen katselmuksen. Työmaalla tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita Posivan toiminnassa.

STUKin valvoma Onkalon rakentaminen eteni tarkastelujaksolla seuraavasti:

- Tunnelin louhinta alkoi pituussuunnassa 3307 metrin kohdalla. Louhinnassa oli edetty vuoden 2008 lopussa vettä johtavan kalliorakenteen (HZ20B) kohdalle, jonka läpi louhinta jatkui tarkastelujaksolla. Rakennetta ja sen injektointin onnistumista tarkastettiin työmaakäynnillä. Kyseinen rakenne vaati useita injektointilla suoritettuja kallion tiivistysvaiheita ja normaalia ajotunnelin louhintaa jatkettiin 3327 metrin kohdalla. Louhinta vaati tarkkuutta ja eteni selvästi normaalia eheän kallion louhintaa hitaammin. Pohjaveden normaalia suurempia vuotoja pysäyttämiseen käytetyn injektointimassa kovettumisessa esiintyi ongelmia, jotka Posiva sai suurimmalta osin, muttei vielä kokonaan, ratkaistua. Tämä rikkonainen kalliorakenne vastasi etukäteistutkimuksia ja -mallinnusta. sen jälkeen, samoin etukäteistutkimusten mukaisesti, louhinta jatkui normaalilla nopeudella ehyessä kalliossa. Louhinta eteni tarkastelujaksolla 3473 metrin kohdalle.
- STUK tarkasti työmaakäynnin yhteydessä Posivan tarkastelujaksolla kairaaman pilottireiän nro 10 kairanäytteen. Pilottireiällä ja sen kairanäytteellä tutkittiin etukäteen tulossa olevaa kalliota välillä 3459–3639 m. Tulosten perusteella kallio on hyvälaatuista eikä merkittäviä vuotavia rakenteita ole odotettavissa.
- Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä STUK teki neljä rakentamisen aloitusvalmiuden tarkastusta, joiden perustella annettiin luvat tunnelin seiniä peittävää ruiskubetonointia varten ja joilla varmistettiin kalliopintojen kartoitustietojen riittävyys tunnelissa välillä 3150–3270 metriä sekä kahdessa kuiluperässä. Tunneli ruiskubetonointiin tarkastelujaksolla suunnitellusti välillä 3000–3040 ja 3150–3200 metriä.

- STUK valvoi työmaakäynneillään tunnelin katon ja seinien vahvistamiseen ja tukemiseen tarkoitettua systemaattista kalliopulttista, joka eteni 3350 metriin saakka, sekä tasolla –180m nousuporauslaitteiston nousuporaustankojen asennusta. Tuloilmakuilu 1 nousuporaus saatiin valmiiksi tasovälillä –180m...–290m ja +10m...–90m. Posiva käynnisti kuilun nousuporausvalmistelun tasovälillä –90m...–180m. Tarkastusten perusteella työt tehtiin turvallisesti ja suunnitellulla tavalla.
- LVI-työt etenivät Onkalossa turvallisuusluokitellun palovesilinjan osalta 2800 metriin ja poistovesilinjan osalta 3100 metriin tunnelipituutta. STUKille aloitti näiden LVI-aineistojen tarkastukset tunnelivälillä 0–2800 metriä. Onkalon sähkötyöt jatkuivat ja niistä valmistui mm. kuprikkakeskusten asennus tunnelissa välillä 1900–2900 metriä.

STUK teki tarkastelujaksolla kaksi maanalaisen tutkimustilan rakentamisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta, joilla valvotaan Posivan rakennusorganisaatiota ja sen toimintatapoja. Tarkastukset koskivat Onkalon suunnittelua sekä louhinnan aiheuttaman häiriövyöhykkeen (EDZ) hallintaa. Tarkastusten perusteella edellytetyt korjattavat asiat koskivat mm.:

- EDZ raja-arvojen määrittelyssä olevia ristiriitaisuuksia Posivan eri ohjeiden välillä,
- Puutteita STUKille toimitettavien aineistojen toimitussuunnitelman ajantasaisuudessa sekä Posivan määrittelemissä aineistojen toimitusvastuissa.

Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset

Posiva on tehnyt vuosina 2007–2008 muutoksia Onkalon ajotunnelin linjaukseen sekä Onkalon päätutkimustason laajuuteen. Posiva toimitti vuoden 2008 lopulla STUKille aineiston Onkalon rakentamislaajuuden muutoksesta, joka koski alemman (–520 m) tutkimustason jättämistä tässä vaiheessa toteuttamatta. STUK käsitteli tehtyjä suunnitelmamuutoksia pitkäaikaisturvallisuusvaikutusten ja Olkiluodon kallioperätutkimusten kannalta ja edellytti Posivaa toimittamaan selvityksen

- miten ajotunnelin linjauksen muutos vaikuttaa rakentamisen aiheuttamiin häiriöihin ja

- miten Posiva varmistaa tarvittavan kallioperätiedon saamisen ja kallioperän luokitusjärjestelmän (RSC) kehityksen layout-muutosten jälkeen.

Posivan selvityksen mukaan suunnitelmien muutoksilla ei ole vaikutusta pitkäaikaisturvallisuuteen. Posiva esitti selvityksessään myös uudet suunnitelmansa Onkalosta tapahtuvalle kallioperän karakterisoinnille ja RSC:n kehitykselle. Aineistojen tarkastukset jatkuvat STUK:ssa.

Onkalon layout-muutosten ja tarkentuvan Onkalon järjestelmien suunnittelun seurauksena STUK edellytti, että Posiva päivittää Onkalon alustavaa turvallisuusselostetta vastaavan selvityksen ja toimittaa sen STUKille hyväksyttäväksi. Näiden perusteella STUK tulee tarkastamaan, että Onkalon suunniteltu toteutuslaajuus vastaa maanalaisen tutkimustilan tarpeita ja on näin ollen Olkiluodon loppusijoituslaitoksen periaatepäätöksen mukainen.

STUK tarkasti vuoden ensimmäisellä neljänneksellä Posivan hakemuksen Onkalon rakentamisen vastaavan henkilön hyväksymiseksi. STUK järjesti kyseiselle henkilölle kuulustelutilaisuuden, jossa varmistettiin henkilön sopivuus tehtävään kokemuksen ja Onkalon rakentamisen tuntemuksen osalta. STUK hyväksyi Onkalon rakentamisesta vastaavan henkilön huolehtimaan, Onkalon toteutuslaajuus huomioiden, vastaavista tehtävistä kuin ydinlaitoksen rakentamisen aikaiselle vastuulliselle johtajalle on määrätty.

Posiva toimitti vuoden 2008 lopussa hyväksyttäväksi päivitetyn toimintajärjestelmänsä. STUK tarkasti, että Posiva oli huomionnut edellisessä tarkastuksessa annetut huomautukset ja hyväksyi toimintajärjestelmän huomautuksiin. Tarkastuksen perusteella Posivan edellytetään kehittävän toimintatapoja, jotka koskevat Posivan alihankkijoiden perehdyttämistä turvallisuus- ja laatupolitiikkaan. STUK tulee valvomaan huomautuksiin liittyviä toimia Onkalon rakentamiseen kohdistuvan tarkastustoimintansa yhteydessä.

Onkalon rakentamista koskevan kansainvälisen valvonnan suhteen STUK esitti Posivalle ja TEM:lle huolestumisensa siitä, ettei Posiva ole toimittanut Kansainväliselle Atomienergiajärjestöä (IAEA) varten niitä Onkalon rakentamista koskevia tietoja, jotka mahdollistavat IAEA:n valvonnan aloittamisen. Onkalon myöhempi käyttö ydinlai-

toksen osana edellyttää, että Onkalo rakennetaan kuten ydinlaitos, mikä puolestaan edellyttää IAEA:n valvontaa itse asiassa jo ennen rakentamisen aloittamista.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

Posivan tutkimus- ja kehitystyöhön liittyvien aineistojen tarkastamistyötä jatkettiin. Pääkohteina olivat seuraavat aineistot:

- Vaakasuuntaisen loppusijoitusratkaisun (KBS-3H) turvallisuusanalyysi, joissa STUKin arvioinnin pääkohteita olivat tekninen toteutuskelpoisuus, pitkäaikaisturvallisuuden vaatimusten täytyminen, vuotovesien paikallisten vaihteluiden vaikutukset puskurin vettymiseen ja paisumiseen, teräskomponenttien aiheuttamat häiriöt, kuten korrosio ja vuorovaikutukset bentoniitin kanssa sekä turvallisuusanalyysin malleihin liittyvät merkittävät rajoitukset,
- Suunnitelma turvallisuusperustelusta, jolla kansainvälisen käytännön mukaisesti tarkoitetaan kaikkea sitä tieteellis-teknistä aineistoa, analyysijä, havaintoja, kokeita, testejä ja muita todisteita, joilla perustellaan loppusijoituksen turvallisuus ja turvallisuudesta tehtyjen arvioiden ja johtopäätösten luotettavuus. STUKin arvioinnin pääkohteita olivat STUKin suunnitelman kattavuus, menetelmä ja prosessit, joilla perustelu ja sen osiot tehdään, työn laadun hallintaa, epävarmuuksien hallintaa ja kehityskulkujen eli skenaarioiden analyysi.
- Radionuklidien kulkeutuminen, joka käytännössä on loppusijoituksen laskennallinen turvallisuusanalyysi. Tässä aineistossa STUKin tarkastuksen pääkohteita olivat analysointikokonaisuuden hallinta radionuklidien vapautumisesta kapselista päätyen aineiden saapumiseen elinympäristöön, analyysissä käytetyt oletukset, analysoidut skenaariot ja niiden kattavuus (kapseliviati, esteiden toimimattomuudet, kallioliikunnot, pohjaveden suuret virtaamat ja epäedullinen kemia sekä kaasunkehitys), laskentamallit ja tulokset luotettavuksiin turvallisuuksimääräyksiin verraten.

Loppusijoitustilojen ominaispiirteistä, tapahtumia ja ilmiöitä sekä skenaarioita koskevan ns. prosessiaineiston tarkastustyö saatiin päätökseen ja sitä koskevat huomautukset toimitettiin Posivalle huh-

tikuun alussa. STUK piti aineistoa pääosin järjestelmällisenä ja selkeästi laadittuna, mutta huomautuksissa todettiin mm. että

- Posivan käyttämä menettely ei ole riittävä varmistamaan, että pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkittävät ominaispiirteet, tapahtumat ja ilmiöt ovat kattavasti tunnistettu ja jatkokäsittelyssä mukana,
- skenaarioiden eli todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen sekä pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien kuvaus ja perustelut ovat liian niukkoja, sillä pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täytyminen on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia.

STUK valvoi loppusijoituskapselin laadunvarmistuksen kehitystyötä mm. valvomalla kapselin tarkastuskoetta, jossa kehitettiin pyörrevirta- ja ultraäänitarkastustekniikoita.

STUK jatkoi loppusijoituslaitoksen rakentamislupaan tarkastamiseen valmistautumista laatimalla koostetta laitokselle ja lupahakemukselle asetetuista vaatimuksista. Koosteessa on myös arvioitu vaatimusten täyttymistä tällä hetkellä. Valmistautumistyön seuraava tavoitteena on laatia tarkastussuunnitelma vuonna 2009 toimitettavalle rakentamislupahakemuksen esiselvitykselle.

STUK on Posivan aineistojen tarkastustyössä tunnistanut aiheita, joita on turvallisuuden varmistamiseksi tarpeen selvittää tai analysoida lisää, tai joiden turvallisuusmerkitystä ei tällä hetkellä täysin tunneta. Nämä aiheet on koottu nk. turvallisuuskysymysten seurantalistoille. Näitä turvallisuuteen liittyviä, rakentamislupahakemuksen ja käsittelyn kannalta keskeisiä asioita kehitetään ja selvitetään Posivan tutkimustiedon ja STUKin tarkastustyön perusteella.

STUKin turvallisuuskysymykset liittyvät tällä hetkellä mm. seuraaviin aihealueisiin:

Paikkatutkimukset

- Olkiluodon saaren itäosan tutkiminen
- louhinnan aiheuttama kallion vaurioitumisvyöhyke
- kallioperän ikeroutaantuminen ja pitkän ajan muuntuminen

- pohjavesityyppien jakauma Olkiluodossa, pohjaveden suolaisuuden mallintaminen
- geologiset lähtötiedot radionuklidien kulkeutumisen mallintamisessa
- kallioperän kemiallinen stabiilius ja pohjaveen liuenneiden kaasujen ja mikrobien merkitys.

Tekniset vapautumisesteet (EBS)

- teknisten vapautumisesteiden suunnitteluperusteet
- EBS:n komponenttien (loppusijoituskapseli, puskuri- ja täyteainemateriaalit) valmistus, tarkastus, ominaisuudet ja evoluutio
- loppusijoituslaitoksen käyttövaiheeseen liittyvät kysymykset (esim. EBS:n komponenttien asentaminen ja laadunvarmistus)
- EBS:n käyttäytyminen loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen leudon ilmaston, tulevan jääkauden ja sen jälkeisen ilmaston aikana.

Turvallisuusanalytiikkaan liittyvien vastaavien keskeisten asioiden tunnistus ja priorisointi aloitettiin.

Turvallisuuskysymyksiin liittyen STUK priorisoi turvallisuuskysymysten joukkoa siten, että ne kohdistuvat aiempaa paremmin turvallisuuden kannalta keskeisten asioiden käsittelyyn ja viranomaisohjeissa esitettyihin vaatimuksiin.

Aineistojen tarkastustyössä STUKin tukena toimi keskuksen toimeksiannoista kotimaisten asiantuntijoiden lisäksi ulkomaisia asiantuntijoita Sveitsistä, Ruotsista, UK:sta, Saksasta ja USA:sta.

Loppusijoituslaitoksen laajentamisen valvonta

STUK antoi 16.1.2009 lausunnon TEMille Posivan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta (YVA-08), jossa on arvioitu loppusijoituslaitoksen laajentamista Loviisa 3 -ydinvoimalaitosyksikön käytettyä polttoainetta varten. Lausunnossa STUK käsiteli YVA-selostuksen rajausta, loppusijoituspaikan soveltuvuutta ja laajennusosan asemointisuunnitelmaa, laitosten käytön turvallisuutta, loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta ja vaihtoehtoja käytetyn polttoaineen loppusijoitukselle. Selostetta STUK piti riittävänä, mutta esitti, että selosteessa esitetyt ydinpolttoaineen vaihtelevat määrät tuli perustella ja huomautti, että saaren itäosaa on

toistaiseksi tutkittu verraten vähän, joten loppusijoitusten asemointi- ja muut suunnitelmat voivat vielä muuttua huomattavastikin tarkempien tutkimusten seurauksena.

Olkiluodossa on käynnissä asemakaavoitusprosessi, jonka tarkoituksena on luoda Olkiluotoon asemakaava loppusijoitustoiminnan mahdollistamiseksi. STUK antoi lausunnot Eurajoen kunnanhallitukselle loppusijoitusalueen kaavoituksen valmisteluaineistosta 9.1.2009 ja asemakaavamuutoksen luonnoksesta 11.2.2009. Lausunnoissa STUK totesi mm., että

- asemakaava-alueen riittävydestä suunnitellun 12000 uraanitonnia vastaavan polttoainemäärän loppusijoitukseen ei ole varmuutta.
- loppusijoituksen ympärille varattavan suoja-alueen laajuutta ei ole mahdollista kiinnittää kaavoitusprosessin yhteydessä, sillä alue täsmäntyy vasta myöhemmin, kun loppusijoituslaitosten sijainti on tarkemmin ratkennut.

3.2 Voimalaitosjätehuolto

Loviisan voimalaitoksen kiinteytyslaitos

Nestemäiset jätteet käsitellään loppusijoitusta varten betonoimalla kiinteytyslaitoksessa. Ennen kiinteytyslaitoksen käyttöönottoa on tehtävä hyväksytysti koeohjelma, jossa varmistetaan, että kiinteytyslaitoksen järjestelmät toimivat suunnitellusti. Kokeissa varmistetaan mm. automaation toiminta, prosessin mittalaitteiden välittämän informaation oikeellisuus ja riittävyys sekä jätepakauksen radioaktiivisuuden määrittäminen.

STUK on aiemmin hyväksynyt haihdutusjätteellä tehdyn koekäytön tulokset ja hartsijätteidensä kiinteytyksen koekäyttöohjelman. Vuoden 2009 alussa Fortumin tarkoitus oli aloittaa tämä koekäyttö, mutta se jouduttiin siirtämään myöhempään ajankohtaan teknisen ongelman vuoksi. Ongelma aiheutuu hartsijätteen ja veden sekoittumisesta. Koekäyttö aloitetaan uudestaan, kun ongelmaan on löydetty hyväksyttävä ratkaisu.

Fortumin tarkoituksena oli hakea lupaa kiinteytyslaitoksen tuotannollisen käytön aloittamiselle koekäyttöohjelman tulosten hyväksymisen jälkeen, mutta ilmenneen ongelman vuoksi Fortum hakee lupaa kiinteytyksen aloittamiselle pelkätään haihdutusjätteillä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on asiakirjojen – mm. lopullisen turvallisuusselosteen – päivitys ja hyväksyntä.

Loviisan voimalaitoksen kiinteitetyn voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos

Loviisan voimalaitoksen matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen on rakennettu loppusijoitustila kiinteetyille jätteelle. Tätä loppusijoitustilan osaa ei ole vielä otettu käyttöön. Fortum tulee hakemaan STUKilta lupaa kiinteitetyn jätteen loppusijoitustilan käyttöönottoon asiakirjojen – mm. lopullisen turvallisuusselosteen – päivityksen jälkeen.

Voimalaitosjätteiden käsittelyn kehittäminen Loviisan voimalaitoksella

Loviisan voimalaitoksella kehitetään voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat huoltojätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittystä ja tilapäisvarastointia varten. Näihin tarkoituksiin muunnetaan nykyisiä valvomattoman alueen kone- ja sähkökorjaamotiloja, jotka puolestaan siirtyvät uuteen rakennukseen.

STUKin valvonnan perusteella vuoden 2009

ensimmäisen neljänneksen aikana rakennustyöt etenivät suunnitellusti.

TVO:n loppusijoituslaitos

TVO:n voimalaitosjätteen loppusijoituksen lopullisen turvallisuusselosteen (FSAR) päivityksen tarkastus suoritettiin vuoden 2008 loppuun mennessä. STUKin päätös viimeisteltiin ja lähetettiin vuoden 2009 ensimmäisellä neljänneksellä. Päätös sisälsi tulokset loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelun päivityksen tarkastuksesta, johon osallistui STUKin lisäksi VTT. Päätös sisälsi kaikkiaan kymmenen huomautusta, jotka edellyttävät TVO:lta toimenpiteitä vuoden 2009 aikana. Huomautukset koskivat yksityiskohtaisten FSAR-päivityspyyntöjen lisäksi:

- TVO:n tutkimussuunnitelmia
- Turvallisuusperustelun biosfääriosuuden annoskertoimien perustelua
- Olkiluoto 3:n keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksen käytännön toteutusta.

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 Oy

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 Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

www-news.iaea.org/news

