

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 3/2008

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 3/2008

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-434-4 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2008
ISBN 978-952-478-435-1 (pdf)
ISBN 978-952-478-436-8 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2008. STUK-B 98. Helsinki 2008. 16 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla ja Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneista STUKin valvontatoimista vuoden 2008 kolmannella neljänneksellä.

Loviisa 1:llä oli vuosihuolto ja Loviisa 2:n vuosihuolto alkoi vuosineljänneksen aikana. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Laitosyksiköillä sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla turvallisuuden kannalta merkittävimpiä töitä olivat suojarakennuksen sekä turvallisuus- ja polttoainerakennuksen rakenteiden betonivalut. Elokuun aikana julkisuudessa esitettiin epäilyjä Olkiluoto 3:n betonirakenteisiin tulevien raudoitusterästen ja ankkurointilevyjen hitsausten valvonnan laadusta. STUKille toimitetun selvityksen ja STUKin oman tarkastustoiminnan perusteella STUK saattoi todeta, että voimaliitoksia on tehty huhtikuusta 2008 alkaen ja kaikkien turvallisuuden kannalta merkittävien voimaliitosten hitsaukset on ohjeistettu, valvottu ja tarkastettu järjestelmällisesti ja asianmukaisesti eikä niiden suunnittelussa ja toteutuksessa ole puutteita. Julkisuudessa esitettiin myös epäilyjä, joiden mukaan ongelmien ja turvallisuus- tai laatu-putteiden avoin esiintuominen olisi kielletty työmaalla. Tilanteen selvittämiseksi STUK teki tarkastuksen ja haastatteli työntekijöitä työmaalla. Tarkastuksen perusteella todettiin, että työmaalla tulisi pyrkiä mm. avoimempaan ja tehokkaampaan kommunikaatioon.

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 3150 metrin kohdalle. STUK valvoi tutkimustilan rakentamista sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelua tarkastuksin sekä tekemällä turvallisuusarviointia ja 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 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	9
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.3 Olkiluoto 3	11
3 YDINJÄTEHUOLTO	14
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	17
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	18

1 Johdanto

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

muutoksista. Tarpeen mukaan raportoidaan muiden maiden ydinvoimalaitosten merkittävistä tapahtumista.

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

2 Suomen ydinvoimalaitokset

Erja Kainulainen, Pauli Kopiloff, Tomi Koskiniemi, Rainer Rantala, Suvi Ristonmaa, Risto Sairanen, Päivi Salo, Heimo Takala, Petteri Tiippana, Antti Tynkkynen, Olavi Valkeajärvi, Tapani Virolainen

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötahtumat

Loviisa 1:llä oli vuosihuolto ja Loviisa 2:n vuosihuolto aloitettiin vuosineljänneksen aikana. Vuosihuoltoseisokeista on erilliset kuvaukset jäljempänä tässä luvussa. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 39,6 % ja Loviisa 2:n 84,6 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitoksikö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:llä oli joka neljäs vuosi tehtävä laajempi vuosihuolto, jonka aikana tehtiin polttoaineen vaihdon lisäksi laajoja tarkastus- ja muutostöitä. Seisokki alkoi 9.8.2008, ja se päättyi 29.9.2008, kun toinen laitosyksikön turbiinigeneraattoreista tahdistettiin valtakunnan verkkoon. Vuosihuoltoseisokki oli noin 14 vuorokautta suunniteltua pidempi.

Joka neljäs vuosi tehtäviin tarkastuksiin kuuluvat mm. laajat putkisto- ja painelaitetarkastukset sekä reaktoripaineastian sisäpuoliset tarkastukset, joiden takia reaktori tyhjennetään kaikesta polttoaineesta. Lisäksi neljän vuoden välein tehdään reaktorirakennuksen terässuojakuorelle tiiviyskoe, jolla testataan sen tiiviys onnettomuus-tilanteen paineessa.

Loviisassa otettiin tänä vuonna käyttöön turvallisuuden kannalta tärkeiden putkistojen määräaikaistarkastuksissa riskitietoinen tarkastusohjelma. Riskitietoisten menetelmien käyttöä tarkastusten kohdentamisessa on kehitetty Suomessa

STUKin, Fortumin, FNS:n, TVO:n ja VTT:n toimesta. Riskitietoisen määräaikaistarkastusohjelman tavoitteena on kohdistaa tarkastusresurssit riskin kannalta tärkeimpiin kohteisiin. Sillä voidaan varmistaa osa nykyisistä tarkastuskohteista, tunnistaa uusia kohteita ja poistaa joitakin kohteita aiemmin käytetystä tarkastusohjelmasta.

Muutostöistä suurin oli Loviisan laitoksen automaation uusintaprojektin (LARA-projekti) ensimmäisen vaiheen asennukset sekä reaktorin säätösauvojen ohjausautomaation käyttöönotto. Vuosihuollon aikana tehtiin myös ensimmäiset muutostyöt, joilla varmistetaan sekundääripiirin turvatoiminnot valvomorakennuksessa tapahtuvassa korkeaenergisessä putkikatossa (SETU-projekti). Näitä muutostöitä olivat mm. päähöyrytukan venttiilin uusinta, höyryputkien hätätuntosten ja suihkusuojaan asennus sekä jälkilämmönpoistojärjestelmän minimikiertolinjan asennus. Muita turvallisuuteen vaikuttavia töitä olivat kahden korkeapaineisen hätälisävesipumpun uusinta sekä höyrystimen puhalluslinjan kahdennus kahdessa höyrystimessä.

Vuosihuollossa korjattiin mm. reaktoripainesäiliön kannen kaksi läpivientiyhdettä ja vaihdettiin reaktorin tukikorin verholevyn vialliset ruuvit. Turbiinipuolella merkittäviä muutostöitä olivat generaattorin staattorin vaihto sekä turbiinin korkeapainepesän modernisointi.

Seisokkia pidensi mm. reaktorihallin nosturin vikaantumisen, joka hidasti reaktorin sisäosien siirtoa. Toinen merkittävä viive aiheutui säätösauvan liikutteluongelmista vuosihuollon loppuvaiheessa, kun reaktoria oltiin käynnistämässä. Nosturin vian korjaamisesta aiheutui kolmen vuorokauden ja säätösauvan vian etsimisestä ja korjaamisesta kahdeksan vuorokauden viive vuosihuoltoon.

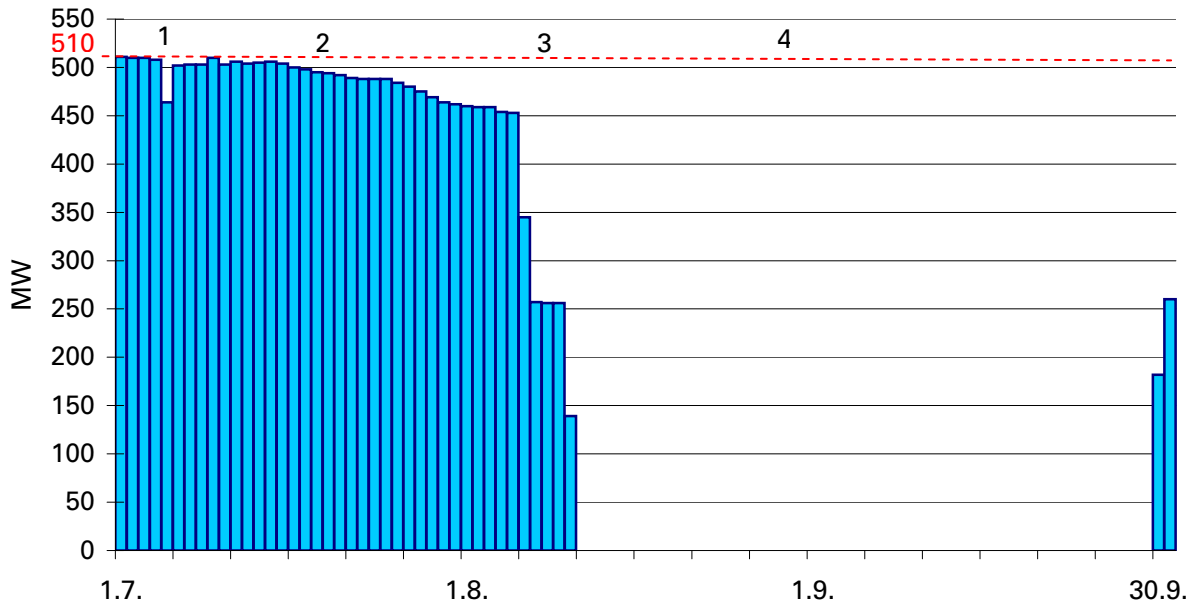
Loviisa 2:n vuosihuolto

Loviisa 2:lla oli lyhyt vuosihuolto, jossa tehtiin polttoaineen vaihdon lisäksi hyvin vähän muutostöitä. Vuosihuolto alkoi 20.9.2008 ja laitoksyksikkö kytkettiin takaisin valtakunnan verkkoon 10.10.2008 noin kolme vuorokautta suunniteltua myöhemmin.

Viive aiheutui hätäjäähdytysjärjestelmän säiliön sulkupallossa havaitun vian korjaamisesta.

Vuosihuollon aikana tehtiin laitoksen automaatiouudistuksen (LARA-projekti) valmistelevia asennustöitä. Laajoja tarkastuksia tehtiin ainoastaan höyrytimiin.

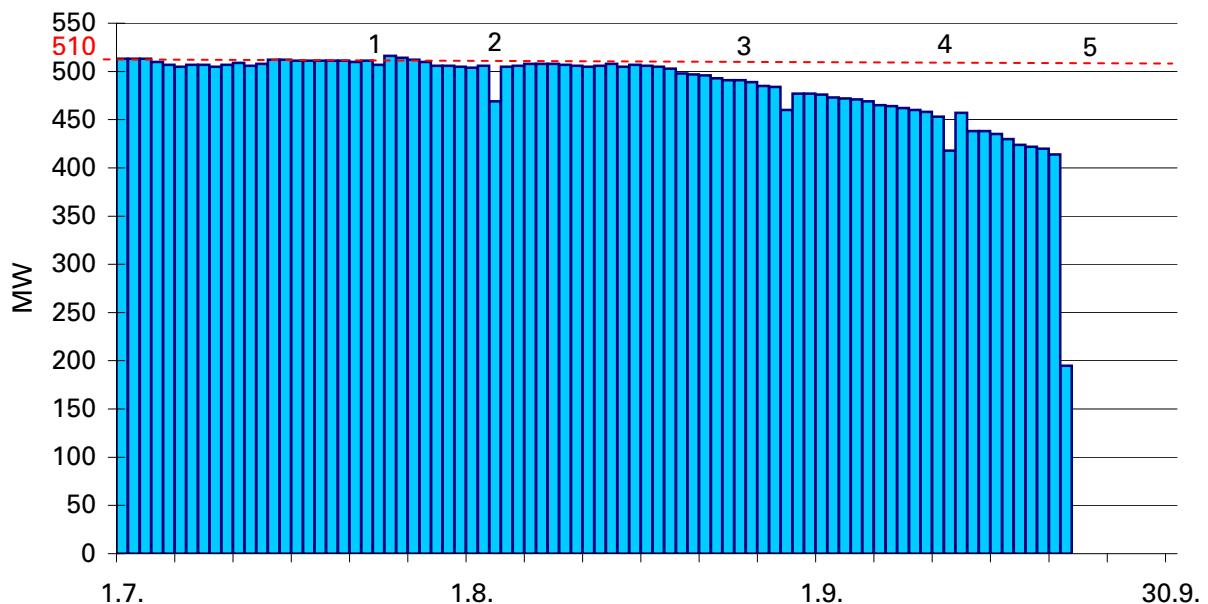
Lo 1, 3/2008



1. Tuorehöyrylinjojen varoventtiilien vuosikoestus.
2. Ydinpolttoainetta oli käytetty niin pitkään, että reaktorin teho alkoi vähitellen laskea.
3. Generaattorin staattorin vaihtotyö.
4. Vuosihuolto (kuvaus tässä luvussa).

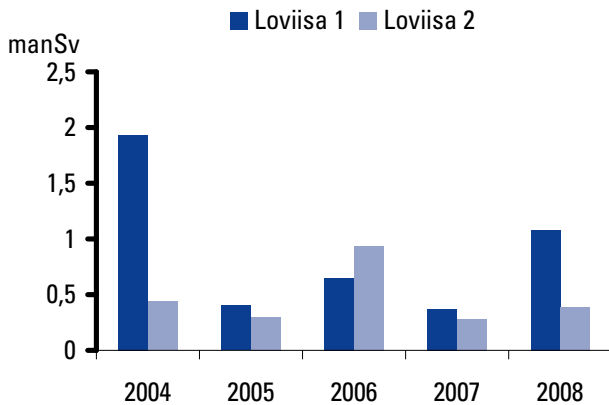
Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2008.

Lo 2, 3/2008



1. Pääkiertopumpun häiriö, jonka aiheutui viallisen painemittauksen virhesignaalista.
2. Tuorehöyrylinjojen varoventtiilien vuosikoestus.
3. Ydinpolttoainetta oli käytetty niin pitkään, että reaktorin teho alkoi vähitellen laskea.
4. Generaattorikatkaisija aukesi virheellisesti.
5. Vuosihuolto (kuvaus tässä luvussa).

Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2008.



Kuva 3. Loviisan laitostyöntekijöiden vuosihuolloissa kerätyt työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Vuosihuoltojen säteilyannokset

Suurin osa ydinvoimalaitostyöntekijöiden säteilyannoksista kertyy voimalaitosten vuosihuoltojen aikana. Seisokin aikana työskennellään tiloissa, joiden säteilytasot voivat olla muuta valvontaluetta korkeampia. Lisäksi avataan järjestelmiä, joihin on kertynyt radioaktiivisia aineita voimalaitoksen käytön aikana.

Säteilyannokset olivat arvioituja annoksia pienempiä, eivätkä ne ylittäneet säännöstössä asetettuja rajoja. Työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos oli Loviisa 2:lla 0,39 manSv ja Loviisa 1:llä 1,08 manSv vuoden 2008 seisokissa. Suurin henkilökohtainen säteilyannos oli Loviisa 2:lla 5,02 mSv ja Loviisa 1:llä 11,45 mSv.

Säteilyaltistusta ovat ennen muuta vähentäneet materiaalitarkastustoiminnan parempi kohdistaminen, uudistettu perehdytyskoulutus, höyrystimien sisäpuolisten töiden arvioitua vähäisempi määrä sekä säteilysuojelunäkökohtien entistä parempi huomioiminen vuosihuollon prosessisuunnittelussa sekä säteilysuojelun entistä parempi suunnittelu ja valvonta.

Säätösauvan takertelu Loviisa 1:llä

Laitoksen käynnistyksen yhteydessä tehtävissä säätösauvakokeissa yksi sauva ei noussut täysin yläasentoon. Säätösauvakoneistot ovat reaktorikannen yläpuolella ja kannessa on läpiviennit tangoille, jotka liikuttavat säätösauvoja. Reaktori voidaan pysäyttää pudottamalla säätösauvat sydämeen.

Kun säätösauvan takertelu oli havaittu, lopetettiin laitoksen käynnistäminen. Vikamahdollisuuksia tutkittiin tarkastamalla ja ajamalla säätösauvoja. Ensimmäiseksi päädyttiin vaihtamaan säätösauvakoneisto ja laitos ajettiin kylmäseisokkiin työtä varten. Korjauksen jälkeen laitos lämmitettiin uudestaan, mutta säätösauva takerteli edelleen. Vaihtotyön yhteydessä otetuista videonauhoista havaittiin läpiviennin lämpösuojaholkin alapäässä oleva painauma. Säätösauvan liike pysähtyi tangossa olevaan olakkeeseen, joka rajoittaa säätösauvan liikettä ylöspäin. Painauma ei estänyt säätösauvan liikettä takaisin reaktoriin.

Painauman aiheuttajaksi paljastui säteilysuojakuvun ylös jäänyt nostokorvake. Seisokin aikana korjattiin kaksi kannen läpiviennin korroosiosuojaholkkia. Koska kannen sisäpuoli on aktiivinen, työ tehtiin kannen alle sijoitetun kupolimaisen säteilysuojan aukosta. Yksi kuvun nostokorvakkeista oli jäänyt kääntämättä ala-asentoon ja kupua pyöritettäessä korvake osui läpiviennin lämpösuojaholkkiin.

Painauma oikaistiin työntämällä tuurna holkin läpi. Ennen korjausta tehtiin työkoe läpiviennin korroosiosuojaholkin korjaustyön yhteydessä poistetulla lämpösuojaholkilla.

Muissa säätösauvoissa ei havaittu takertelua. Kannen sisäpuoli tarkastetaan seuraavassa seisokissa.

Epäselvyydet suojarakennuksen jäälauhduttimien ovien ohjausjärjestelmän venttiilien koestusohjeissa

Loviisan laitoksella havaittiin heinäkuussa 2008, että suojarakennuksen jäälauhduttimien ovien avausjärjestelmien venttiileitä oli koestettu harvemmin kuin laitoksen turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) edellyttävät.

Venttiilit kuuluvat järjestelmään, jonka avulla ohjaaja voi avata valvomosta suojarakennuksen jäälauhduttimien ovet. Toimintoa tarvitaan reaktorisydämen vaurioitumiseen asti etenevässä onnettomuustilanteessa kierrättämään ilmaa suojarakennuksen ala- ja ylätilan välillä. Ilman kierrolla varmistutaan, että onnettomuudessa mahdollisesti muodostuva vety laimenee tehokkaasti. Järjestelmä koostuu kahdesta rinnakkaisesta linjasta (redundanssista) siten, että toisen toiminta

riittää avaamaan jäälauhduttimiin riittävän suuren virtaustien.

Laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa molempien redundanssien venttiilien koestus vaaditaan tehtävän kerran vuodessa. Laitoksen koestusohjeissa ja menettelyohjeissa koestusväliksi oli kuitenkin merkitty kaksi vuotta siten, että yhden redundanssin venttiilit koestettiin vuorovuosin.

Havaittuaan ohjeiden välisen ristiriidan, Loviisan laitos muutti koestusohjeissa ja menettelyohjeissa venttiilien koestusvälin TTKE:n mukaisesti yhdeksi vuodeksi. Tämän lisäksi laitos on tarkastanut menettelyohjeiden kaikkien koestusvälien yhtäpitävyyden TTKE:n kanssa. Vastaavanlaista ristiriitaa ohjeiden välillä ei tarkastuksessa havaittu.

Reaktoripainesäiliöiden ympäryshitsausliitosten ultraäänitarkastuksen päteväinti

STUK on hyväksynyt Loviisa 1- ja Loviisa 2 -ydinvoimalaitosyksiköiden reaktoripainesäiliöiden vaippojen ympäryshitsausliitosten tarkastusten pätevöinnin. Pätevöidyt tarkastukset tehdään painesäiliön ulkopuolelta ultraäänimenetelmällä. Tarkastuksissa käytetään kauko-ohjattua manipulaattoria.

Ydinvoimalaitosten määräaikaistarkastusten pätevöinnit ovat uusia kansainvälisesti kehitettyjä ydinturvallisuuden varmistamiskäytäntöjä, joita STUK valvoo Suomessa. Pätevöinnillä osoitetaan, että tarkastusmenetelmä on luotettava. Pätevöidyillä tarkastusmenetelmillä havaitaan painelaitteista sellaiset viat, jotka voivat olla vaaraksi ydintekniselle turvallisuudelle.

Pätevöinnin lähtötietojen määrittämistä varten arvioitiin kaikki mahdolliset reaktoripainesäiliön hitsausliitosten vaurioitumismekanismit. Määräaikaistarkastusten tavoitteiksi asetettiin ne vauriot, jotka täytyy havaita tarkastuksissa. Pätevöinneillä voitiin osoittaa, että tavoitteet saavutetaan.

Tämä on ensimmäinen reaktoripaineastian kauko-ohjatun ultraäänitarkastuksen päteväinti, jossa kaikki pätevöinnin osapuolet, erityisesti tarkastusohjeen laatijat, ovat olleet suomalaisia. Päteväinti oli myös tarkoitettu koepätevöinniksi, jolla kehitettiin ja testattiin suomalaisia päteväintimenettelyjä.

2.1.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset Loviisan voimalaitoksen automaatiouudistus

Loviisan ydinvoimalaitos uudistaa molempien laitosyksiköiden järjestelmiä ja laitteita ohjaavat automaatiojärjestelmät. Myös laitoksen valvomotilat uudistetaan vaiheittain. Voimayhtiö, Fortum Power and Heat Oy, on jakanut uudistuksen neljään, pääasiassa laitosyksiköiden vuosihuoltojen aikana toteutettavaan vaiheeseen. Viimeiset muutostyöt voimayhtiö tekee vuoden 2014 vuosihuolloissa.

Automaatiouudistuksen ensimmäisessä vaiheessa Loviisa 1:n vuosihuollon aikana uudistettiin osa ydinreaktorin tehoa säätävästä ja rajoittavasta automaatiosta sekä siihen liittyvä valvomon käyttöliittymä. Tässä vaiheessa ei uudistettu toimintoja, jotka koskevat reaktorin sammuttamista tai muita suojausjärjestelmiä. Ne ovat vuorossa automaatiouudistuksen toisessa vaiheessa.

Uudistuksessa korvataan perinteisellä langoitettulla tekniikalla toteutetut säätö-, ohjaus-, suojaus- ja ilmaisinjärjestelmät ohjelmistopohjaisella tekniikalla. Muutos koskee myös valvomon käyttöliittymiä, joissa siirrytään pääosin kuvaruutupohjaiseen ohjaukseen. Kenttäinstrumentointi on tarkoitus pitää pääosin entisellään.

Automaation toimintojen luotettavuutta sisäisiä ja ulkoisia uhkia vastaan lisätään parantamalla rinnakkaisten tai toisiaan varmentavien toimintojen riippumattomuutta. Uusia järjestelmiä varten on rakennettu kaksi uutta rakennusta kummallekin laitosyksikölle. Automaation päätoimittaja ja asennusten tekijä on Areva NP GmbH:n ja Siemens AG:n muodostama konsortio.

STUK on tarkastanut voimayhtiön tekemät uudistusta koskevat suunnitelmat ja valvoo muutostöitä laitospaikalla. STUK on edellyttänyt, että suunnitelmissa otetaan huomioon nykyiset ydinvoimalaitosten turvallisuusautomaatiota koskevat vaatimukset. Valvontaan ja tarkastuksiin on tähän mennessä käytetty työaikaa STUKissa noin viisi henkilötyövuotta. Voimayhtiön ja STUKin tekemien tarkastusten perusteella muutokset onnistuivat hyvin lukuun ottamatta laitoksen käynnistämisen aikana huomattua kytkentävirhettä. Voimayhtiö laati asiasta korjaussuunnitelman, jonka STUK käsitteli ja hyväksyi.

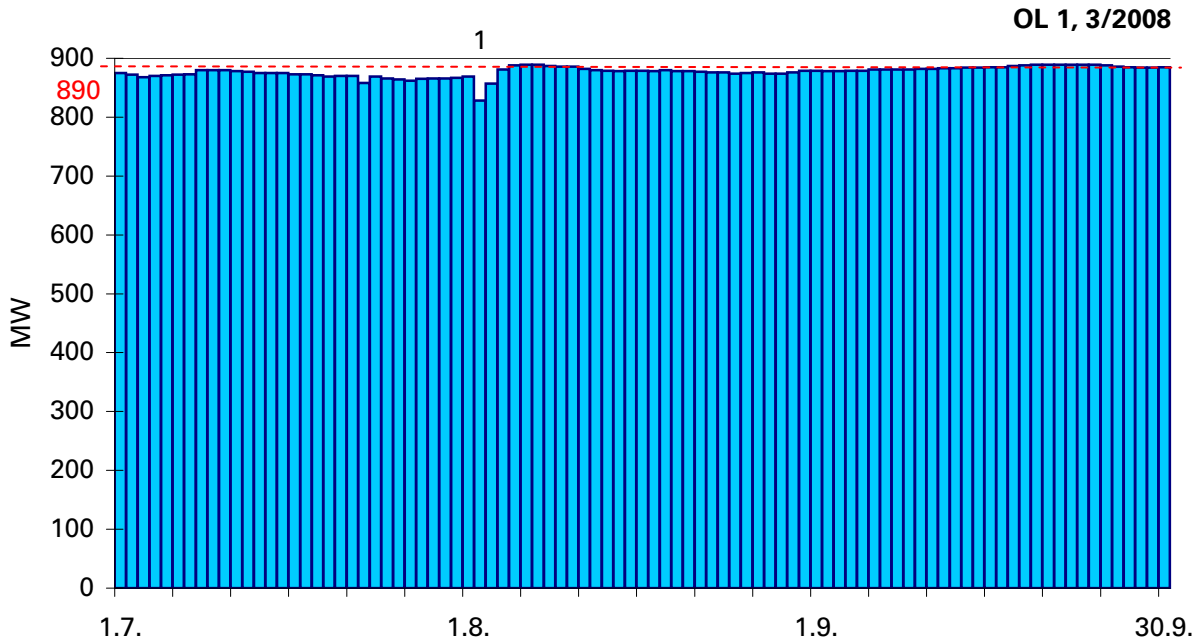
Vuonna 2009 Loviisa 2:lla tehdään vastaavat muutokset kuin nyt Loviisa 1:llä. Vuonna 2010 on vuorossa automaatiouudistuksen toinen vaihe Loviisa 1:llä.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötahtumat

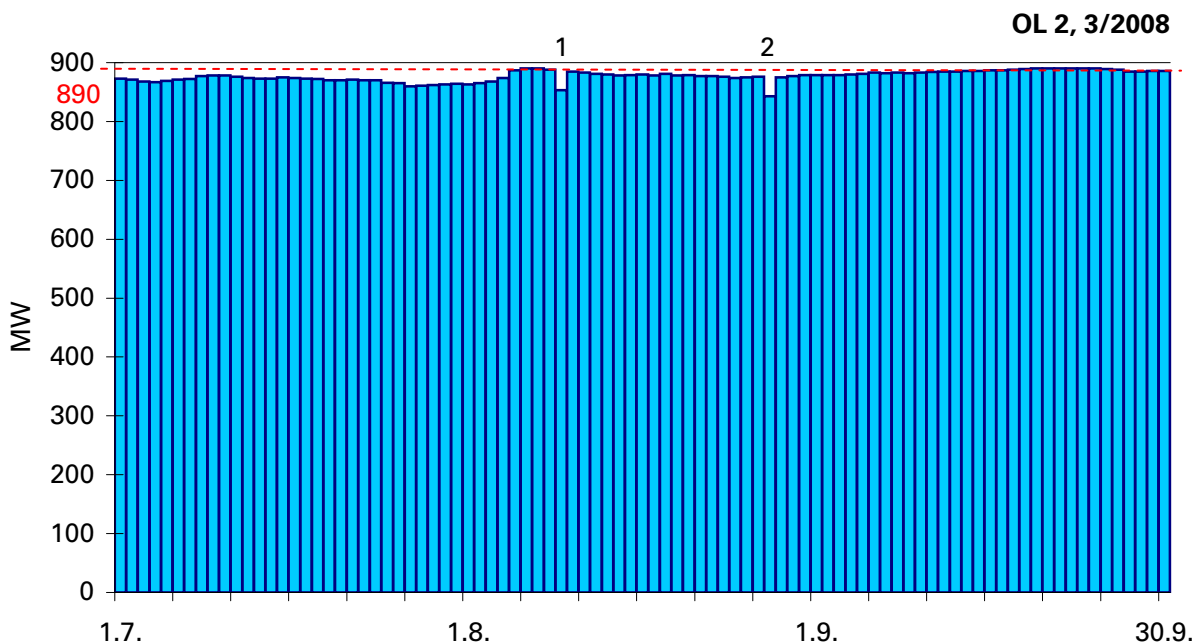
Olkiluodon laitosyksiköt 1 ja 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 98,6 % ja Olkiluoto 2:n 98,6 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energi-

aan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvis- sa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 4 ja 5.



1. Tehonalennusta vaatinut määräaikaiskoe.

Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2008.



1. Tehonalennusta vaatinut määräaikaiskoe.

2. Pääkiertopumpun häiriö.

Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2008.

Reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän ulomman eristysventtiilin vuoto

Reaktoripaineastiaa ympäröi suojarakennus, joka rajoittaa radioaktiivisten aineiden pääsyn ympäristöön käyttötilanteissa ja mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Putkilinjassa, joka on osa primääripiiriä ja lävistää suojarakennuksen, on kaksi eristysventtiiliä. Toinen venttiili on suojarakennuksen ulkopuolella ja toinen sisäpuolella. Venttiilit sulkeutuvat tarvetilanteessa. Jos esim. reaktorissa syntyvää höyryä turbiineille kuljettava putki murtuu suojarakennuksen ulkopuolella, eristysventtiilit sulkeutuvat ja vuoto loppuu.

Eristysventtiileille tehdään tiiviyskokeita vuosihuollon aikana. Kokeiden tarkoituksena on varmistaa, että venttiilit ja suojarakennus täyttävät niille asetetut tiiviysvaatimukset. Vuoto- ja huomiorajat on asetettu laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE).

Olkiluoto 2:n vuosihuolto oli 4.–12.5.2008. Reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän ulomman eristysventtiilin tiiviyskoetulos ylitti vuotorajan. Venttiili korjattiin pesän tiivistepintaa hiomalla ja osia vaihtamalla. Korjauksen jälkeen tehtiin uusi tiiviyskoe, jossa tulos ylitti huomiorajan. TTKE:n mukaan venttiili olisi pitänyt korjata siten, että huomioraja alittuu. Asiasta olisi kuulunut tehdä vikailmoitus uusien korjaavien toimenpiteiden käynnistämiseksi. Tämä jäi kuitenkin tekemättä ja laitossyksikkö käynnistettiin vuosihuollosta, vaikka eristysventtiili oli käyttökunnon. Virhe todettiin 11.8.2008 kun eristysventtiilien tiiviyskoetuloksia tarkasteltiin uudestaan. Sisemmän eristysventtiilin avaaminen estettiin TTKE:n mukaisesti ja viallinen venttiili vaihdetaan seuraavassa vuosihuollossa 2009. Kyseistä putkilinjaa tarvitaan seuraavan kerran kun laitossyksikkö pysäytetään ja viimeistään vuosihuollossa 2009. TVO tulee hakemaan STUKilta lupaa sisemmän eristysventtiilin aukaisemiseksi.

Eristysventtiilin huomiorajan ylittävällä vuodolla ei ole suojarakennuksen kokonaistiiviyyden kannalta merkitystä, koska summavuoto alittaa selvästi asetetun rajan.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2008 kolmannella neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennustöiden valvontaa.

Olkiluoto 3:n rakentamisessa turvallisuuden kannalta merkittävimmät työt olivat suojarakennuksen, turvallisuus- ja polttoainerakennuksen rakenteiden betonivalut. Ulomman suojarakennuksen seinän betonivaluja jatkettiin. Betonivalut ovat onnistuneet hyvin. Apu-, sivumerivesipumppaamo-, diesel- ja jäterakennusten rakennustöitä jatkettiin. Turbiinirakennus on pääosiltaan valmis. Turbiinirakennuksessa jatkettiin viimeistelytyötä ja laiteasennuksia.

Työmaalla syttyi tulipalo heinäkuun lopussa. Palopaikka oli ulomman ja sisemmän suojarakennuksen välisessä tilassa. Palon syttymissyiksi epäillään työmaavalaisinta, joka kaatuessaan olisi sytyttänyt työskentelytasoissa käytetyn puumateriaalin. Palo saatiin sammumaan noin neljän tunnin kuluessa sen havaitsemisesta. Palon sammuttamista hidastivat vaikeudet palopaikan löytämisessä ja sinne pääsyssä. Palon seurauksena sisemmän ja ulomman betoniseinän pinnasta irtosi betonia. Joissakin paikoissa betoniraudoituksia suojaava betoni irtosi siten, että raudoitusteräokset tulivat näkyviin. STUK tarkasti palopaikan ja palon aiheuttamat vauriot pian palon jälkeen. Luvanhaltija toimitti STUKille tutkimussuunnitelman paloalueella olevien rakenteiden ja laitteiden vaurioiden kartoittamisesta. Tehdyt tarkastukset ja testaukset sisälsivät mm. koekappaleiden ottamisen paloa vasten olleista rakenteista. Alustavien tarkastusten ja testien perusteella on voitu todeta, että betoni, betoniteräokset, paloalueella olevat läpiviennit ja muut teräsrakenteet eivät ole kärsineet palossa merkittäviä vaurioita. Rakenteiden korjaussuunnitelma tehdään sen jälkeen, kun palokohteen tutkimukset ovat valmistuneet. STUKille toimitettiin syyskuussa myös palotapahtumaa koskeva raportti, jossa esitetään

mm. toimenpiteet työmaan paloturvallisuuden parantamiseksi. Asian käsittely STUKissa jatkuu.

Elokuun aikana julkisuudessa esitettiin epäilyjä betonirakenteisiin tulevien raudoitusterästen ja ankkurointilevyjen hitsausten valvonnan laadusta. Osa kyseessä olleista hitseistä on niin sanottuja asennushitsauksia, osa niin sanottuja voimaliitoshitsauksia. Voimaliitoksilla luodaan rakenteeseen lujuttua ja tärkeissä ydinturvallisuuteen vaikuttavissa rakenteissa ne ovat turvallisuuden kannalta merkittäviä. STUK edellytti luvanhaltijalta selvitystä hitsaamalla tehdyistä voimaliitoksista (mm. hitsausten ohjeistuksesta, kelpoistuksesta ja valvonnasta). STUKille toimitetun selvityksen ja STUKin oman tarkastustoiminnan perusteella STUK saattoi todeta, että voimaliitoksia on tehty huhtikuusta 2008 alkaen ja kaikkien turvallisuuden kannalta merkittävien voimaliitosten hitsaukset on ohjeistettu, valvottu ja tarkastettu järjestelmällisesti ja asianmukaisesti eikä niiden suunnittelussa ja toteutuksessa ole puutteita. Asennushitsauksilla varmistetaan betonin raudoituksen ja betonirakenteen pintaan jäävien ankkurointiosien pysyminen paikallaan betonivalun aikana. STUK ei valvo eikä tarkasta asennushitsejä yksityiskohtaisesti, koska nämä hitsit eivät ole turvallisuuden kannalta merkittäviä. Asennushitsien asianmukaisuuden valvonta ja tarkastukset kuuluvat rakennustöistä vastaaville urakoitsijoille, laitostoimittajalle ja luvanhaltijalle. STUK on kuitenkin valvonut, että turvallisuuden kannalta tärkeissä rakenteissa olevat valmiit asennushitsit ovat olleet urakoitsijan, laitostoimittajan ja luvanhaltijan tarkastamia, ennen kuin STUK on antanut luvan betonivalun aloittamiseen. Myös nämä asennushitsaukset on tehty riittävän hyvin, koska valutöiden aikana tai niiden jälkeen ei ole todettu raudoitusterästen tai kiinnityslevyjen liikkumista. Lisäksi STUKin tarkastuksen tuloksena todettiin, että asennushitsauksia tekevät vain pätevöidyt hitsaajat. Turvallisuusmerkitykseltään vähäisempien hitsaustöiden ohjaus ja työmaan yleinen turvallisuuskulttuuri eivät kuitenkaan kaikilta osin vastanneet STUKin odotuksia. Vaikka tällä ei ole ollut vaikutusta valmiiden rakenteiden laatuun, asetettiin luvanhaltijalle joitakin toiminnan kehittämistä edellyttäviä vaatimuksia, jotka liittyivät hitsaustöiden ohjeistukseen ja valvontaan sekä teknisen tuen saatavuuteen työmaalla.

Julkisuudessa esitettiin myös epäilyjä, jotka

liittyivät ongelmien ja turvallisuus- tai laatu- puutteiden avoimen esiintuomisen kieltämiseen työmaalla. Tilanteen selvittämiseksi STUK tarkasti työmaan tilanteen haastatteleamalla työntekijöitä työmaalla. Tarkastuksen perusteella todettiin, että työmaalla tulisi pyrkiä avoimempaan ja tehokkaampaan kommunikaatioon. Haasteina todettiin mm. salassapitovelvoitteiden erilaiset tulkinnat ja kieliongelmat, jotka mahdollistavat väärinymmärryksiä ja vaikeuttavat myös laatu- ja turvallisuuspuutteiden esiintuomista. Tarkastuksen tuloksena STUK edellytti, että luvanhaltija varmistaa, että kieliongelmat eivät estä turvallisuus- ja laatu- tavoitteiden saavuttamista. Lisäksi edellytettiin, että salassapitovelvoitteet ymmärretään niin, että niillä ei rajata ongelmien ja puutteiden avointa esiintuomista työmaalla. Luvanhaltijan edellytettiin myös varmistavan, että työntekijät tuntevat useita vaihtoehtoisia tapoja raportoida havaitse- miaan ongelmia, turvallisuus- ja laatu- puutteita. Luvanhaltija toimitti syyskuun lopussa STUKille toimenpidesuunnitelman edellä mainittujen ta- voitteiden saavuttamiseksi.

Pääkomponenttien valmistus jatkui Japanissa, Ranskassa ja Tsekin tasavallassa, ja on edennyt ilman merkittäviä ongelmia. Reaktoripainesäiliön painekoe tehtiin hyväksytysti elokuussa, minkä jälkeen aloitettiin paineastian kuljetuksen valmistelu Olkiluotoon. Pääkiertopiirin putkien uudelleenvalmistusta jatkettiin. Sisemmän suoja- rakennuksen pintaan tulevan teräsvuorauksen osavalmistus keskeytettiin Puolassa syyskuussa. Työt keskeytettiin, koska tarkastuksessa todettiin osia hitsattavan yhteen alempaan turvalli- suusluokkaan laaditulla hitsausohjeella. Lisäksi ohjeen viimeisintä versiota ei ollut hyväksytetty STUKissa. Valmistajan toimintaan kohdistuneen seurantatarkastuksen yhteydessä todettiin, että valmistusta oli jatkettu keskeytysmääräyksestä huolimatta. Havaintojen merkitys teräsvuorauk- sen valmistukselle on arvioitavana.

Laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tar- kastusta jatkettiin prosessi-, sähkö- ja automaa- tiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden ra- kennesuunnitelmien osalta. STUK esitti kesällä vaatimuksia laitoksen automaation suunnittelus- ta ja toteutuksesta. Vaatimukset koskivat mm. automaation kokonaisarkkitehtuuria, automaa- tiojärjestelmien vikasietoisuutta, automaatiojär- jestelmien välisten erotteluperiaatteiden toteutu-

mista, tietoturvallisuuden huomiointia automaation suunnittelussa ja käytössä sekä automaation testaamista ennen sen asentamista laitokselle. STUKille ei ole kuluneen neljännesvuoden aikana toimitettu uusia aineistoja, joiden perusteella automaatiosuunnittelun vaatimustenmukaisuudesta olisi voitu varmistua.

Vuosineljänneksen aikana STUK tarkasti Teollisuuden Voima Oyj:n projektin laadunhallintaa rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaisesti. STUK edellytti tarkastuksen tuloksena, että projektia koskevien ohjausprosessien ja niiden mittareiden kehitystyötä jatketaan niin, että

mittareiden tuloksia voidaan hyödyntää projektin johtamisessa. Lisäksi STUK edellytti TVO:lta selvitystä laitostoimittajan turvallisuuskriittisten prosessien ja toimintojen kattavasta arvioinnista.

STUK järjesti syyskuussa kansainvälisen seminaarin, jossa esiteltiin STUKin valvontakäytäntöjä ja kokemuksia Olkiluoto 3 -projektissa. Seminaariin osallistui yli 140 henkeä yli 20 eri maasta. Seminaariesitelmiin koottuja kokemuksia käytetään hyväksi suunniteltaessa STUKin turvallisuusvalvonnan kehittämistä vireillä olevia uusia laitoshankkeita varten.

3 Ydinjätehuolto

*Marko Alenius, Esko Eloranta, Jussi Heinonen, Kai Hämäläinen,
Arto Isolankila, Paula Ruotsalainen*

Ydinjätehuollon valvonnassa tärkeimmät kohteet ovat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu sekä ydinvoimalaitoksilla syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolto.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

STUK käynnisti vuoden toisella neljänneksellä Posivan toimittaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia prosesseja, ominaispiirteitä, tapahtumia ja muita ilmiötä (nk. FEPit) koskevan laajan aineiston turvallisuusarvioinnin (POSIVA 2007-12). Aineistossa esitetään keskeiset pitkäaikais- ja turvallisuuteen vaikuttavat FEPit polttoaineelle, kapselille, bentoniittipuskurille, tunnelien täyteaineille, tunnelien sulkurakenteille ja kallioperälle. Tarkastelut kattavat sekä odotettavissa olevat että todennäköiset tapahtumat. Vaikutukset järjestelmän toimintakykyyn on kuvattu eri ajanjaksoina ja jokaisesta ilmiöstä on esitetty myös merkittävimmät epävarmuudet.

Turvallisuusarvioinnissa käytettiin tukena kymmenjäsenistä kansainvälistä arviointiryhmää. Kansainvälinen ryhmä sai vuoden kolmannella neljänneksellä valmiiksi oman arvionsa, jota STUK hyödyntää nyt laadittavana olevassa turvallisuusarviossa Posivalle.

Olkiluodon ilmastoa, maanpinnan muotoja, maankäyttöä, maaperää, maakasvillisuutta ja -eläimistöä, sekä merta, merenpohjaa ja merieliöitä käsiteltiin Posivan STUKille toimittamassa biosfääriaineistossa (POSIVA 2007-02). Aineistossa esitettiin myös käsitteelliset ekosysteemimallit maalle ja merelle. STUK käynnisti biosfääriaineiston arvioinnin vuoden ensimmäisellä neljänneksellä. Arviointiryhmän turvallisuusarviot valmistuivat toisen vuosineljänneksen aikana. Niiden pohjalta STUKissa koottiin ja viimeisteltiin oma

turvallisuuden arviointimuistio kolmannen vuosineljänneksen aikana. Arvioinnissa keskityttiin raportin johdonmukaisuuteen ja kattavuuteen sekä tulosten hyödynnettävyyteen pitkäaikaisturvallisuuden perustelussa.

Posiva on tutkinut ja kehittänyt käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen päävaihtoehtona ratkaisua, jossa polttoainekapselit on sijoitettu pystyyn sijoitusreikiinsä. Toisena vaihtoehtona Posiva on tutkinut polttoaineen sijoittamista vaakasuoraan tunneleihin, eli nk. KBS-3H vaihtoehtoa. STUK aloitti vuoden kolmannella neljänneksellä Posivan KBS-3H -aineiston turvallisuusarvioinnin. KBS-3H -aineisto koostuu usean aihekohtaisen raportin (mm. evoluutio-, prosessi- ja radionuklidien kulkeutumisasiainetot) kokonaisuudesta. KBS-3H -aineiston arviointia tullaan tekemään yhteistyössä Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen (SSM) kanssa.

STUK aloitti tarkastelujaksolla Posivan loppusijoituskapselin suunnitteluperusteita käsittelevän ”Canister design” -raportin arvioinnin suunnittelun.

Yksi pitkään jatkuneista Posivan tutkimushaaroista on Olkiluodon loppusijoituspaikan sopivuuden varmistavat tutkimukset. Pitkäjänteisen ja vaiheittain etenevän STUKin tarkastustyön yhteydessä on tunnistettu tiettyjä aiheita, joiden turvallisuusmerkitystä ei kyseisellä hetkellä ole täysin tunnettu tai joita on muusta turvallisuusasyistä tarpeen selvittää tai analysoida lisää. Tällaiset asiat on koottu nk. turvallisuuskysymyslistaksi. Posiva toimitti tarkastelujaksolla vastineensa ja päivityksensä paikkatutkimusten turvallisuuskysymyslistaan. STUK aloitti Posivan päivitysten läpikäynnin yhdessä kansainvälisen asiantuntijaryhmän kanssa.

STUK ja Posiva kokoontuvat puolivuositain käsittelemään loppusijoituksen paikkatutkimus-

ten edistymisestä. Kokouksissa ovat läsnä myös molempien osapuolten kansainväliset konsultit. Kokouksen valmistelut aloitettiin tarkastelujaksolla.

STUK perusti tarkastelujaksolla projektin, jonka tehtävänä on valmistella ja koordinoita loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen tulevaa tarkastamista. Projektin tehtäviin kuuluu loppusijoituslaitokselle asetettujen viranomaisvaatimusten kokoaminen, eri YVL-ohjeiden vaatimusten soveltamisen selvittäminen, tarkastusprosessin määrittäminen sekä tarkastusorganisaation suunnittelu ja kokoaminen. Posivan on tarkoitus jättää rakentamislupakokonaisuuden esiselvitys 2009, jonka käsittelyn tuloksia Posiva hyödyntää varsinaisen hakemuksen jättämiseksi 2012.

Maanalaisen tutkimustilan rakentaminen

Posiva jatkoi Olkiluodossa vuonna 2004 aloitettua maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) rakentamista. Posivan suunnitelmien mukaan Onkalo tulee toimimaan osana myöhemmin rakennettavaa loppusijoituslaitosta, joten tutkimustila tulee rakentaa ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti.

Kokonaisuudessaan Onkalon rakentaminen on jaettu viiteen louhintavaiheeseen ja Posiva aloitti tarkastelujaksolla ajotunnelin neljännen vaiheen louhinnan. Rakentaminen koostuu poraus-räjäytystekniikalla tehtävästä ajotunnelin louhinnasta, pystykuilujen nousuporauksesta, louhittavan kallion etukäteiskartoituksista ja -tutkimuksista, kallion tiivistämisestä sementti-injektoinnilla sekä kallion lujittamisesta. Tarkastelujaksolla Onkalon rakentaminen eteni seuraavasti:

- Tunnelin louhinta alkoi pituussuunnassa 3116 metrin kohdalta. Tunnelin louhinnassa lävistettiin merkittävä vettä johtava rakenne (HZ20A), jota tiivistettiin injektioinnilla. Tunnusteluporauksissa suurin vuoto yhdestä reiästä oli 123 L/min. Tarkastelujakson lopussa rakenteen tiivistäminen oli edelleen käynnissä. Tunnelin louhinta eteni 3150 metrin kohdalle.
- Tunneli ruiskubetonointiin työturvallisuuden varmistamiseksi välillä 2820–2945 metriä.
- Tunnelin systemaattinen kalliopultitus eteni 3002 metriin saakka.

- Kuilujen nousuporausta valmisteltiin louhimala yhtä kuilua (Henkilökuilu 1) varten kuilupe- rä tasolle –290 metriä sekä kairaamalla toisen kuilun (Poistoilmakuilu 1) avarruslaitteistoa ohjaava pilottireikä tasolle 290 metriä. Lisäksi kuiluja ympäröivää kalliota tiivistettiin injektioinnilla.

STUK valvoo yksityiskohtaisesti sekä Onkalon suunnittelua että rakentamista. Vuoden kolmannella neljänneksellä STUK hyväksyi Onkalon luokitusasiakirjan päivityksen, jossa määritetään Onkalossa toteuttavien rakenteiden ja järjestelmien turvallisuusluokitus niiden turvallisuusmerkityksen perusteella. Turvallisuusluokitus ohjaa Posivan laadunvarmistusta sekä STUKin tarkastustyön kohdentamista.

STUK hyväksyi Posivan täydentämät tunnelivaihe neljän (tunnelin pituussuunnassa kohdasta 3117 m kohtaan 4340 m asti) kalliorakentamisen suunnitelmat, joihin STUK oli edellyttänyt lisäselvityksen mm. ennustettujen kalliorakenteiden sijainnin ja turvallisuusvaikutusten osalta. Lisäksi STUK edellytti Posivaa toimittamaan lisäselvityksenä suunnitelman ja tulokset injektointimassan sitoutumisen varmistamiseksi tehtävistä kokeista. STUK tarkasti Posivan rakennustyömaan valmiuden rakentamisen aloittamiseen ja antoi luvan tunnelivaiheen aloittamiselle.

STUK teki työmaalle säännöllisiä valvontakäyntejä noin kaksi kertaa kuukaudessa rakentamisen tilanteen mukaan. STUKin ja Posivan välillä pidettiin noin kerran kuukaudessa seurantakokouksia Onkalon rakentamiseen ja valvontaan liittyvistä kysymyksistä. Vuoden kolmannella neljänneksellä STUK suoritti yhden tunnelin ruiskubetonointia edeltävän tarkastuksen, joilla varmistettiin kalliopintojen kartoitustietojen riittävyys tunnelissa välillä 2900–3000 metriä.

Loviisan voimalaitoksen nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitos

Nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen koeikäyttö päättyi, ja Fortum toimitti STUKille koeikäytön yhteenvetoraportin edellisellä vuosineljänneksellä. Fortumin suunnitelmien mukaan lupaa

koekäytölle aktiivisella hartsijätteellä haetaan marraskuussa 2008 ja tuotannollisen toiminnan lupaa puuttuvien asiakirjojen valmistuttua.

Loviisan voimalaitoksen kiinteitetyn voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos

Loviisan voimalaitoksen keski- ja matala-aktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen on rakennettu loppusijoitustila kiinteitetylle nestemäiselle jätteelle. Tätä loppusijoitustilan osaa ei ole vielä otettu käyttöön. Fortum tulee hakemaan lupaa kiinteitetyn jätteen loppusijoitustilan käyttööntoon ennen kuin sinne voidaan sijoittaa kiinteitettyjä jätteitä.

Voimalaitosjätteiden käsittelyn kehittäminen Loviisan voimalaitoksella

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

Vuoden 2008 kolmannen neljänneksen aikana uudisrakennuksen työt olivat loppusuoralla. Uusien jätehuoltotilojen suunnitelmia esiteltiin STUKille elokuussa 2008. Fortumin tarkoitus on hakea STUKin hyväksyntä suunnitteludokumenteille jätehuollon käyttöön muunnettavien tilojen yhdistämiselle valvonta-alueeseen vuoden 2008 lopulla.

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	Kiehausvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehausvesireaktori (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

