

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 2/2009

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 2/2009

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-490-0 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2009
ISBN 978-952-478-491-7 (pdf)
ISBN 978-952-478-492-7 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). *Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2009. STUK-B 108.* Helsinki 2009. 18 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 2009 toisella neljänneksellä.

Loviisan molemmat laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla oli vuosihuoltoseisokit. Olkiluoto 1:llä havaittiin vuosihuollon jälkeisissä testeissä toimintahäiriöitä höyrylinjojen eristysventtiileissä. Toimintahäiriöiden aiheuttaja oli pitkäaikaisen käytön seurauksena rikki väsynyt hammaspyörä venttiilin avaamiseen ja sulkemiseen käytettävässä toimilaitteessa. Vauriot olisivat saattaneet estää ulomman eristysventtiilin sulkeutumisen tarvetilanteessa. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 1. Olkiluoto 2:lla polttoaineen latauskoneeseen tuli toimintahäiriö, jonka syyksi osoittautui latauskoneen paineilmaletkun jumiutumisen latauskoneen teleskooppimaston putkien väliin. STUK luokitteli tapahtuman INES-luokkaan 1, koska käytetyn polttoaineen käsittelyssä todettiin puutteita, jotka johtivat turvallisuuden heikkenemiseen. Muilla vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla STUK tarkasti TVO:n projektin laadunhallintaa ja asennustoiminnan valvontaa. Teräsvuorauksen hitsausta koskevassa STUKin rakennetarkastuksessa havaittiin, että hitsiä oli paikoitellen hiottu liian ohueksi. Ohentumilla ei ollut olennaista turvallisuusmerkitystä ja ne korjattiin heti. Koska TVO, laitostoimittaja ja valmistaja eivät havainneet ohentumia valvoessaan työtä tai tarkastaessaan hitsiä, STUK vaati TVO:lta selvitystä laadunvalvonnasta. STUK edellytti, että TVO tarkentaa edelleen mm. automaatiojärjestelmien kokonaisuutta kuvaavaa arkkitehtuuria laitoksen järjestelmien välisen riippumattomuuden osalta. Lisäksi TVO:n on osoitettava STUKille, miten laitoksen turvallisuuden kannalta olennaiset suojaustoiminnot voidaan toteuttaa suojausjärjestelmän erilaisissa vikatilanteissa.

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 noin 3700 metrin kohdalle. STUK valvoi tutkimustilan rakentamista sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelua tarkastuksin sekä tekemällä turvallisuusarviointeja kansainvälisten asiantuntijoiden tukemana. Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevan yleissopimuksen (Joint Convention) tarkastelukokouksessa Wienissä Suomi sai kiitosta ydinjätehuollon järjestelyistä ja erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelun laadukkaasta etenemisestä.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	6
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	8
2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	8
2.3 Olkiluoto 3	13
2.4 Uudet ydinvoimalaitoshankkeet	14
3 YDINJÄTEHUOLTO	15
3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos	15
3.1.1 Maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonta	15
3.1.2 Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset	16
3.1.3 Loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeiden valvonta	17
3.2 Voimalaitosjätehuolto	17
3.3 Muuta ajankohtaista	18
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	19
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	20

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 tarkoitetun maanalaisen 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, Jukka Kupila, Riku Mattila,
Suvi Ristonmaa, Petteri Tiippana, Antti Tynkkynen, Kim Wahlström,
Olli Vilkammo*

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötahtumat

Loviisa 1 ja Loviisa 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Molempien laitosten energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 101,5 %. 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 %. Laitosten reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Ilmastointipiipun virtausmittausvirhe Loviisa 1:llä

Loviisa 1:llä havaittiin huhtikuussa 2009, että laitosyksikön ilmastointipiipun ulosmenevän ilman virtausmittauksista toinen oli vikaantunut. Helmikuussa 2009 tapahtunut vikaantumisen huomattiin viiveellä, koska mittauksen trendiä ei seurattu rutiinomaisesti eikä virtausmittauksella ollut alaraja- tai vikahälytystä. Virtausanturin korjauksen yhteydessä tehtyjen tarkastusmittausten perusteella havaittiin, että se oli jo ennen vikaantumistaan näyttänyt todellista virtausta pienempiä arvoja. Loviisa 1:llä virtauskanavassa tehdyt testimittaukset osoittivat virtausta 55 m³/s, kun ennen virtausanturin vikaantumista anturi oli näyttänyt 42 m³/s. Laitoksen ilmastointipiipun ulosmenevän ilman virtauksen teoreettinen nimellisarvo on juuri 55 m³/s.

Loviisan voimalaitoksen säteilyvalvonta-alueen

ilmastointi- ja kaasunkäsittelyjärjestelmien keskitettynä poistoilmakanavana toimii ilmastointipiippu, jossa on laitosyksiköittäin kaksi erillistä virtauskanavaa. Ilmastointipiipun kanavassa on ulosmenevälle ilmalle kahdennettu virtausmittausjärjestelmä, joista toisen mittaustiedon perusteella määritetään päästölaskennassa käytettävä kokonaisilmamäärä. Tässä tapauksessa päästölaskennassa käytettävä ilmastointipiipun virtausmittari ei toiminut oletetulla tavalla. Radioaktiivisuutta tarkkailevat jatkuvatoimiset säteilymittausmonitorit sekä radioaktiivisten päästöjen näytteenotto ja analysointi toimivat suunnitellulla tavalla.

Virtausanturin virheellinen näyttämä on johtanut siihen, että Loviisa 1:ltä raportoidut radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ovat olleet virtausmittauksen virheen kanssa samassa suhteessa liian matalat vuodesta 2006. Koko laitoksen vuotuisiin päästöihin verrattuna laitosyksikön aktiivisuuspäästöt on raportoitu noin viisi prosenttia liian alhaisina vuodesta 2006 lähtien. Virtausmittauksen virheellä ei ole ollut vaikutusta ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen. Suomen ydinvoimalaitosten normaalista käytöstä yksittäiselle ympäristön asukkaalle aiheutuvan säteilyannoksen raja-arvoksi on valtioneuvosto asettanut 0,1 millisieverttiä vuodessa. Viime vuosina Loviisan ydinvoimalaitoksen aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut alle prosentin asetetusta raja-arvosta.

Korjaavina toimenpiteinä Loviisan voimalaitoksella tehdään muutoksia virtausantureiden koestus- ja tarkastusohjeisiin. Lisäksi virtausantureiden virtausmittauksille on asetettu alarajahälytykset, jotta anturin mahdolliset viat voitaisiin havaita. Loviisan voimalaitos toimittaa STUKille vuonna 2009 raportoidut ilmaan vapautuneiden päästöjen tiedot korjattuina.

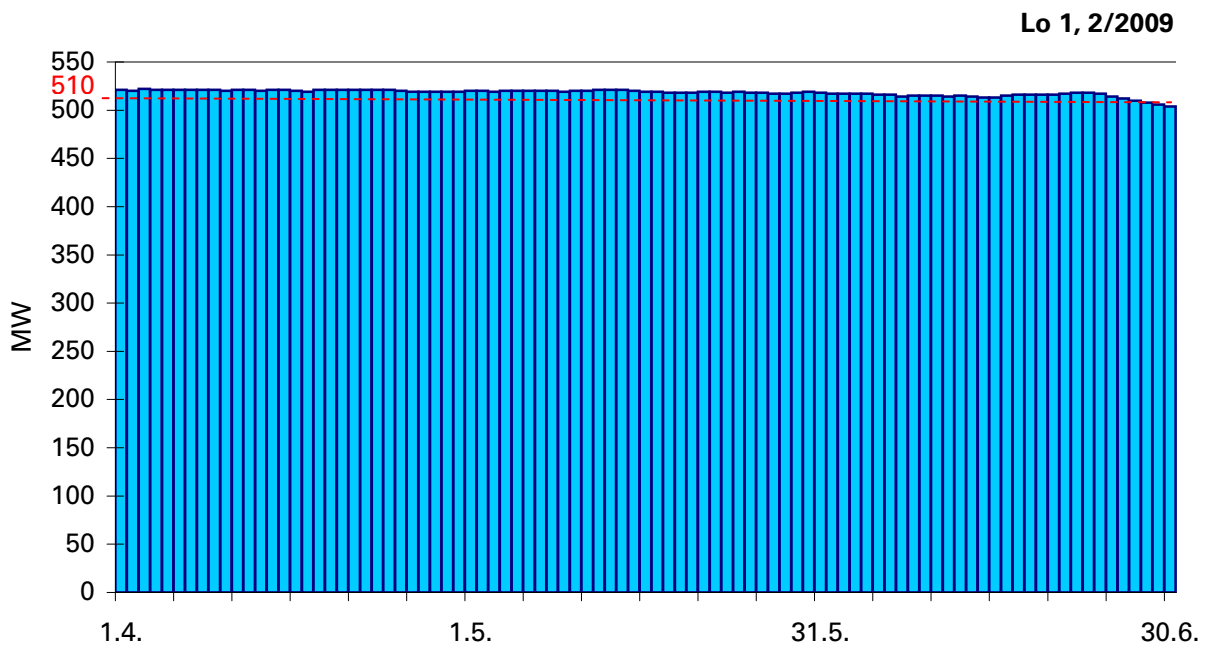
Suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän käyttökunnottomuus Loviisa 1:llä

Loviisa 1:llä tapahtui kunnossapitotöiden hallinnassa virhe, joka johti suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän molempien osajärjestelmien hetkelliseen epäkuntoisuuteen 28.4.2009.

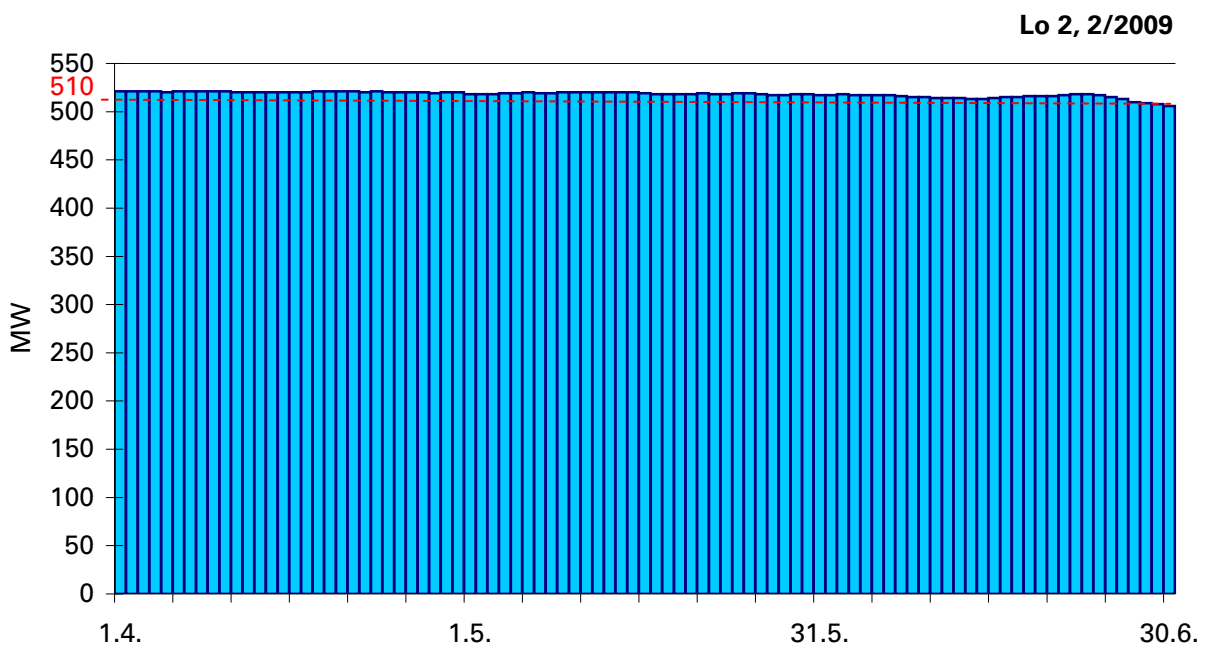
Suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän toista osajärjestelmää syöttävän sähkökytkinlaitoksen jäähdytyspuhallin erotettiin määräaikaistarkastuksen vuoksi, vaikka samaan

aikaan tehtiin jo toisen osajärjestelmän ruiskutus-pumpun moottorin tarkastusta.

Suojarakennuksen ulkopuolinen ruiskutusjärjestelmä on suunniteltu estämään vakavan onnettomuuden yhteydessä suojarakennuksen hidas yli-paineistuminen ja sen seurauksena mahdollisesti tapahtuva hallitsematon radioaktiivisten aineiden päästö ympäristöön. Suojarakennuksen paineen nousu estetään ruiskuttamalla suojarakennuksen päälle jäähdyttävää vettä, jonka johdosta höyry suojarakennuksen sisällä lauhtuu ja paine laskee.



Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2009.



Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2009.

Kunnossapitotöiden tarkastuksessa ja hyväksynnässä olisi pitänyt havaita ruiskutusjärjestelmään kohdistuvat yhtäaikaiset työt. Apuna tässä Loviisan laitoksella on kunnonvalvonnan töiden seurantaan tarkoitettu tietokantaohjelmisto, mutta siitä puuttui tapahtuman aikana vielä tietoja, joiden avulla yhtäaikaiset samaan järjestelmään välillisesti kohdistuvat työt olisi havaittu. Asiaa ei tiedostettu yö- ja aamuvuoron vuorovaihdossa-kaan vaan vasta myöhemmin pidetyssä käyttöyksikön aamupalaverissa.

Tilanne korjattiin keskeyttämällä alkava jäähdytyspuhaltimen määräaikaishuolto. Huolto ei ehtinyt alkaa, mutta erotukset oli jo tehty. Osajärjestelmien ruiskutuspumput olivat käyttökunnottomia runsaat neljä tuntia.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan kyseiset järjestelmät saavat olla pois käytöstä samanaikaisesti molempien osajärjestelmien osalta kolme vuorokautta. Lisäksi näitä järjestelmiä saa TTKE:n mukaan huoltaa laitoksen käynnin aikana, mikäli toinen osajärjestelmä on toimintakunnossa.

Välittömänä korjaavana toimenpiteinä työnhallintaohjelman tiedot tarkastettiin ja puuttuvat tiedot lisättiin. Työmääräinten turvallisuustarkastusprosessia muutetaan siten, että vastaavaan käyttökunnottomuuteen johtavien yhtäaikaisten töiden eteneminen estetään työsuunnittelun avulla.

Tapahtuman INES-luokka on 0.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon laitossyksiköillä 1 ja 2 oli vuosineljänneksen aikana vuosihuoltoseisokit. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 89,6 % ja Olkiluoto 2:n 80,9 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitossyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitossyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitossyksiköiden käyttöluvuissa. Laitossyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.

Vuosihuollot

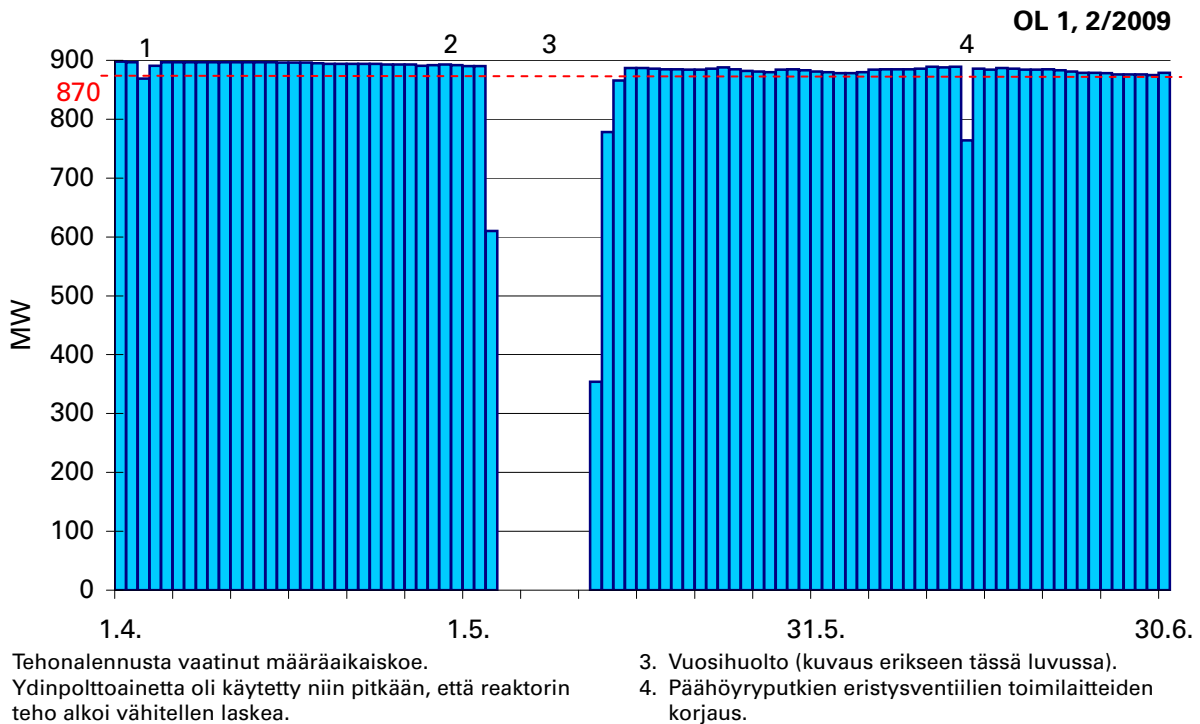
Olkiluoto 1:n polttoaineenvaihtoseisokki oli 3.–12.5.2009 ja Olkiluoto 2:n huoltoseisokki 13.5.–30.5.2009. Vuosihuollolla varmistetaan edellytykset käyttää voimalaitosta luotettavasti ja turvallisesti. STUKin tehtävänä on valvoa, että ydinvoimalaitos on turvallinen vuosihuollon ja sitä seuraavan käyttöjakson aikana eikä vuosihuollosta aiheudu säteilyvaaraa työntekijöille, väestölle tai ympäristölle. STUK valvoi tätä tarkastamalla säännöstyössä edellyttämiään asiakirjoja kuten seisokkisuunnitelmia ja muutostyöaineistoja sekä tekemällä tarkastuksia vuosihuollon aikana laitospaikalla.

STUK voi todeta valvontansa perusteella, että TVO pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan vuosihuollon turvallisesti. Kehitettävää tunnistettiin mm. muutostöiden hallinnassa, säteilysuojelussa ja organisaation toiminnassa. TVO:lla on järjestelmälliset menettelyt koota vuosihuoltoa koskevia havaintoja ja kehittää toimintaansa niiden perusteella. TVO listaa vuosihuoltojen merkittävät viat ja havainnot, määrittää korjaavat toimenpiteet ja seuraa niiden toteutumista. Lisäksi voimayhtiö kerää palautetta vuosihuoltoon osallistuneilta työntekijöiltä ja viranomaisilta.

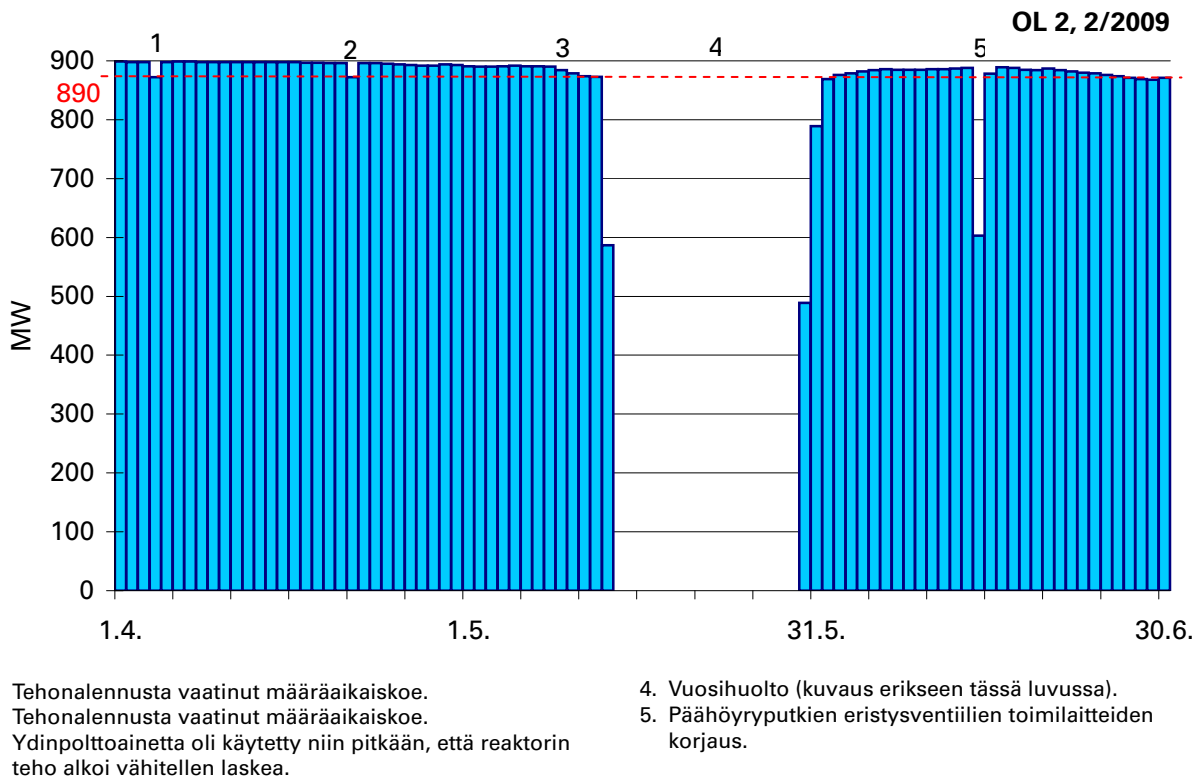
Vuosihuoltojen aikana oli useita merkittäviä tapahtumia kuten polttoaineen siirtokoneen käyttökunnottomuus, reaktorin päähöyryputkien ulompien eristysventtiilien toimilaitteiden vauriot, reaktoritankin veden pinnankorkeuteen liittyvät epäselvyydet sekä pikasulkuventtiilien tiivistemateriaalivauriot. Höyrylinjojen venttiilien toimilaitteisiin liittyvä tapahtuma paljasti parannettavaa mm. vikojen analysoinnissa ja sisäisessä tiedonkulussa. Pikasulkuventtiilien tiivistemateriaaleihin liittyvä tapahtuma toi esiin tarpeen parantaa varaosien hallintaa ja korjaavien toimenpiteiden vaikuttavuutta, sillä vastaavia vaurioita havaittiin ja korjattiin myös vuonna 2007. TVO:lla on meneillään vuosien 2007–2008 käyttötapahtumien johdosta tehdyn turvallisuuskulttuuriarvioinnin perusteella päätettyjen kehitystoimenpiteiden toteutus. Vuosihuollon aikaiset käyttötapahtumat osoittavat, että arviointi ja sen tulosten hyödyntäminen ovat tärkeitä. Projektin tuloksia käydään läpi mm. seuraavassa turvallisuuden hallintaan kohdentuvassa STUKin tarkastuksessa vuoden 2010 alussa.

Vuosihuollon aikana työntekijöille kertynyt säteilyannos oli pieni (alle 1 manSv). Säteilysuojelussa jatkuva parantaminen on kuitenkin hyvä tavoite,

koska sillä vaikutetaan työntekijöiden säteilyturvallisuuteen. STUK havaitsi vuosihuoltojen aikana turhaa oleskelua paikoissa, joissa oleskelua olisi



Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2009.



Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2009.

vältettävä kohonneen säteilytason vuoksi. TVO:n tulee pohtia edelleen menettelyjä, joilla vältetään säteilyannoksia. Kiireellisiä ja yllättäviä korjaustyöitä suunniteltaessa on tärkeää, että säteilyannoksien rajoittamiseen tähtäävät menettelyt ja rajat on suunniteltu etukäteen. STUK edellytti toimilaitetapahtuman yhteydessä, että TVO täydentää säteilysuojeluohjeistoaan lokakuuhun 2009 mennessä siten, että siinä huomioidaan paremmin tehoajan aikana tehtävät korjaustyöt.

Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1:n vuosihuolto kesti noin 8,5 vuorokautta. Seisokin aikana lähes neljäsosa polttoaineesta vaihdettiin tuoreeseen. Isoja huolto- ja muutostöitä ei tehty. Vuoden 2010 seisokissa on tarkoitus uusia reaktorin päähöyryputkien sisemmät eristysventtiilit, joten vuosihuollossa valmistauduttiin kyseiseen muutostyöhön ja mm. uusittiin venttiilien asennuksessa tarvittavat kiskot.

Vuosihuollon loppuvaiheessa, ennen höyrynkuiivaimen asentamista, reaktoritankin veden pintaa laskettiin väärinkäsityksen vuoksi noin metri suunniteltua alemmaksi. Tarkoituksena oli poistaa reaktorialtaan pesusta altaan pohjalle kertyvää pesuvettä, mutta tyhjennys tehtiin virheellisesti laskemalla reaktoriveden pintaa eikä käyttämällä altaan pohjalla olevan kourun tyhjennyslinjaa. Kun polttoaineen päällä oleva, säteilyä vaimentava vesikerros oheni, säteilytaso reaktorialtaan pohjalla nousi. Polttoaineen jäähtytys ei ollut uhattuna, mutta altaan pohjalla työskennelleet työntekijät saivat vähäisen säteilyannoksen (alle 0,5 mSv/henkilö). Virheellinen toiminta havaittiin, kun säteilymittarit hälyttivät, ja työntekijöitä pyydettiin poistumaan altaasta. Tapahtuma oli seurausta useista virheistä lähtien siitä, että reaktoriveden pinnankorkeuden mittauksen tulkittiin toimivan virheellisesti. TVO huomioi tapahtuman työntekijöiden koulutuksessa sekä työtä koskevissa aloituskokouksissa.

Yksi reaktorin päähöyryputkien ulommista eristysventtiileistä ei avautunut, kun sitä koestettiin vuosihuollon jälkeen 60 prosentin reaktoriteholla. Syyksi paljastui venttiilin toimilaitteen pla-

neettavaihteiston vaurio. Tapahtumasta kerrotaan tarkemmin jäljempänä.

Olkiluoto 2:n vuosihuolto

Olkiluoto 2:n huoltoseisokki kesti noin 16,5 vuorokautta. Seisokki oli 1,5 vuorokautta suunniteltua pidempi. Viivettä aiheutti polttoaineen siirtokoneen käyttökunnottomuus.

Laitoksen vuosihuollossa ei tehty suuria modernisointeja. Sammutetun reaktorin jäähtytysjärjestelmän yksi venttiili vaihdettiin uudentyypiseen. TVO ei tehnyt suunniteltua suojarakennuksen tiiviyskoetta. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan koe voidaan tehdä myös seuraavana vuonna.

Reaktorin höyrynkuiivaimessa havaittiin aikaisemmin tunnistamatta jäänyt vaurio (poikki mennyt ohjauslevy ns. chevron-levy). TVO arvioi kuivaimen kuntoa ja käytön turvallisuutta, ja esitti arviointinsa perusteella höyrynkuiivaimen asentamista takaisin reaktoriin. STUK hyväksyi esityksen. Vaurio näkyi käyttöjakson 2006–2007 jälkeen otetuissa kuvissa, eikä siinä ole tapahtunut muutosta kahden käyttöjakson aikana. STUK edellytti tapahtuman seurauksena suunnitelmaa höyrynkuiivaimen tarkastusperiaatteista. Höyrynkuiivain on ollut ongelmallinen myös aikaisempina vuosina. Se asennettiin reaktoriin uutena vuosihuollossa 2005, mutta jo seuraavassa vuosihuollossa havaittiin virtauksen ohjauslevyjen irronneen osittain. Reaktoriin asennettiin vanha höyrynkuiivain käyttöjakson 2006–2007 ajaksi ja uudesta kuivaimesta poistettiin ohjauslevyt. Uusi kuivain asennettiin takaisin reaktoriin vuoden 2007 vuosihuollossa. Vuosiuolloissa 2008 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin höyrynkuiivaimen paneeleissa neljä säröä, joita korjattiin vuoden 2009 seisokissa.

Vuosihuollon lopussa havaittiin, että pikasulkuventtiilit eivät olleet tiiviitä. Syynä oli yhden vuoden aikana käytössä olleiden tiivistesten vaurioituminen. Tiivistet vaihdettiin uusiin. Olkiluoto 1:n pikasulkuventtiilit eivät vuotaneet. Tapahtuma osoittaa puutteita korjaavissa toimenpiteissä ja niiden vaikuttavuudessa, sillä TVO selvitti vastavia tiivistemateriaalin vaurioitumisesta johtuvia vuotoja myös vuonna 2007.

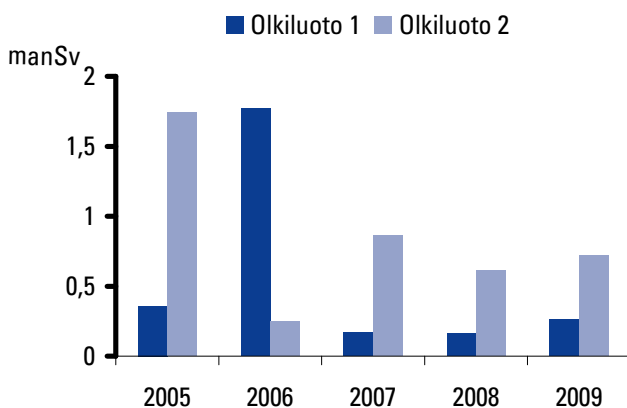
Vuosihuoltojen säteilyannokset

Suurin osa ydinvoimalaitostyöntekijöiden säteilyannoksista kertyy voimalaitoksen vuosihuollon aikana. Seisokin aikana työskennellään tiloissa, joiden säteilytasot voivat olla muuta valvonta-aluetta korkeampia. Lisäksi avataan järjestelmiä, joihin on kertynyt radioaktiivisia aineita voimalaitoksen käytön aikana.

Säteilyannokset olivat pieniä, eivätkä ne ylittäneet säännöstössä asetettuja rajoja. Olkiluoto 1:n seisokin työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos oli 0,26 manSv ja Olkiluoto 2:lla työskennelleiden 0,72 manSv. Suurin henkilökohmainen säteilyannos Olkiluoto 1:lla oli 5,4 mSv ja Olkiluoto 2:llä 9,5 mSv.

Höyrynkuivainien uusiminen molemmilla laitosyksiköillä vuosina 2005–2007 pienentää turbiinilaitoksella kertyviä säteilyannoksia. Höyryputkissa kulkevan höyryn kosteus ja kosteuden mukana kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on pienentynyt. Turbiinilaitosten säteilytasot ovat siten laskeneet.

Ennen vuosihuoltoa otettiin käyttöön laitosyksiköiden väliin rakennettu vuosihuoltorakennus, joten aikaisemmasta poiketen kulku molempien laitosyksiköiden valvonta-alueille tapahtui samasta rakennuksesta. Uuden rakennuksen myötä parannettiin myös henkilökontaminaation mittausta. Valvonta-alueelta poistuva henkilö käy kahdessa mittauksessa, joilla varmistetaan, ettei hänellä ole vaatteissa tai iholla radioaktiivisia aineita. Myös kontaminaation puhdistuksessa käytettävät tilat toimivat nyt aiempaa paremmin.



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Päähöyrylinjojen ulompien eristysventtiilien toimintahäiriöt Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä havaittiin vuosihuollon jälkeisissä testeissä toimintahäiriöitä höyrylinjojen eristysventtiileissä. Toimintahäiriöiden aiheuttaja oli pitkäaikaisen käytön seurauksena rikki väsynyt hammaspyörä venttiilin avaamiseen ja sulkemiseen käytettävässä toimilaitteessa.

Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla on kummallakin neljä höyryputkea, joita pitkin reaktorissa syntynyt höyry johdetaan turpiinilaitokselle. Kussakin höyrylinjassa on kaksi eristysventtiiliä, toinen suojarakennuksen seinän sisäpuolella ja toinen ulkopuolella. Niiden tehtävänä on tietyissä laitoksen häiriö- ja onnettomuustilanteissa sulkea höyrylinjat ja eristää reaktori sekä sen suojarakennus ulkomaailmasta, jotta radioaktiivisuus pysyy suojarakennuksen sisällä.

Vauriot havaittiin Olkiluoto 1:llä ulomman eristysventtiilin moottorikäyttöisen toimilaitteen ja moottorin välisessä alennusvaihteessa. Pahimmillaan ne olisivat saattaneet estää ulomman eristysventtiilin sulkeutumisen tilanteessa, jossa höyryputki olisi jostakin syystä katkennut suojarakennuksen sisäpuolella. Suojarakennuksen ulkopuolisessa putkikatossa sekä sisemmät että ulommat eristysventtiilit sulkeutuvat itsestään höyryn paineen ajamana, joten näissä tilanteissa molemmat venttiilit olisivat sulkeutuneet moottoritoimilaitteen viasta huolimatta. Laitoksen normaalin käytön aikana höyryputkien eristysventtiilit ovat auki, ja niitä liikutellaan ainoastaan kahden kuu-kauden välein tehtävissä määräaikauskokeissa.

Kaikki kyseiset hammaspyörästöt vaihdettiin uusiin Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla. Osasta poistettuja hammaspyöriä on löytynyt alkavia materiaalin väsymisestä johtuvia säröjä.

STUK on edellyttänyt, että TVO selvittää vuoden loppuun mennessä, onko hammaspyörien mitoitus riittävä varmistamaan niiden ehjänä pysymisen pitkään jatkuvassa käytössä, vai onko vaurioiden syynä ollut valmistusvirheestä johtuva materiaalin riittämätön lujuus.

Tapahtuma luokiteltiin kansainvälisellä ydinlaitostapahtumien INES-vakavuusasteikolla luokkaan 1.

Polttoaineen siirtokoneen jumiutumisen käytetyn polttoaineen siirtojen aikana Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2:n vuosihuollon aikana polttoaineen latauskoneeseen tuli toimintahäiriö, kun käytettyä polttoainetta siirrettiin pois reaktorista sunnuntaina 17.5.2009. Käytetty polttoainenippu oli jo nostettu kokonaan pois reaktorista, kun liiallinen nostovoiman tarve laukaisi latauskoneen kuormitusrajoittimen ja esti noston jatkumisen.

Häiriön syyksi osoittautui latauskoneen paineilmaletkun jumiutuminen latauskoneen teleskooppimaston putkien väliin. Paineilmaletku esti teleskooppimaston putkien normaalin liikkeen. TVO yritti irrottaa juuttuneen paineilmaletkun nostamalla ja laskemalla latauskoneen teleskooppimastossa kiinni olevaa polttoainenippua, mutta paineilmaletku ei irronnut yrityksestä huolimatta. Tapahtuman aikana ei ollut varmuutta teleskooppimaston kestävydestä, joten uhkana oli maston osien ja tarttujassa kiinni olleen polttoainenipun putoaminen reaktorisydämeen polttoainenippujen päälle. Tämän vuoksi TVO asensi polttoaineen siirtokoneeseen erikoislevyn, joka kannatti jumiutuneita teleskooppiputkia. Levy suunniteltiin ja valmistettiin tilanteen aikana. Tapahtuman jälkeen TVO analysoi teleskooppimaston kestävyttä VTT:n kanssa ja silloin todettiin, että teleskooppiputkien putoaminen polttoaineen päälle ei olisi ollut mahdollista myöskään ennen varmennuslevyn asentamista.

STUK luokitteli tapahtuman poikkeukselliseksi turvallisuuteen vaikuttaneeksi tapahtumaksi (INES-luokka 1), johtuen käytetyn polttoaineen käsittelyssä todetuista puutteista. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan polttoainetta saa käsitellä vain toimintakuntoisella latauskoneella. TVO jatkoi polttoaineen käsittelyä vielä sen jälkeen, kun paineilmaletkun jumiutuminen teleskooppimaston putkien väliin oli todettu. Putkien putoamisen aiheuttamaa riskiä ei huomioitu tapahtuman alkuvaiheessa ja polttoaineen käsittelyä jatkettiin viallisella siirtokoneella ilman kattavaa turvallisuusarviota tilanteesta.

Pumppujen moottoreiden lämpöreleiden asetteluvirheet sammutetun reaktorin merivesijärjestelmässä

TVO ilmoitti STUKille 29.6.2009 jälkilämmön poistamiseen tarvittavan järjestelmän pumppujen sähkömoottorien lämpöreleissä havaituista asetteluvirheistä. Pumput kuuluvat järjestelmään, jolla pumpataan laitokselle merivettä reaktorin jälkilämmön poistamiseksi, kun laitos on sammutettuna (ns. sammutetun reaktorin merivesijärjestelmä). Olkiluoto 1:llä oli kahden pumpun moottorin ja Olkiluoto 2:lla yhden pumpun moottorin lämpöreleet aseteltu 690 V käyttöjännitteen mukaan, vaikka syöttävän kiskon nimellisjännite on 660 V. TVO korjasi virheen 30.6.2009 muuttamalla lämpöreleiden asetteluarvon 76 A arvoon 81 A.

Asetteluvirheet ovat olleet TVO:n tiedossa jo runsas vuosi aiemmin, kun kyseiset moottorit vaihdettiin ja voimayhtiö teki STUKin edellyttämän lämpöreleiden toiminnan arvioinnin. Arvioinnin yhteydessä lämpöreleille tehdyissä testeissä havaittiin yhteensä neljällä pumpulla virheellinen asetteluarvo. Yksi virheellinen asetteluarvo korjattiin 19.9.2008, kun ko. pumppulähtö uusittiin muutostyön yhteydessä, ja loput asetteluarvot korjattiin 30.6.2009. Selvitystyön yhteydessä havaittiin, että kolmella moottorilla oli leimattuna kilpiarvot vain jännitteelle 690 V (ei 660 V) ja näistä kahdella oli virheellinen lämpöreleiden asetteluarvo. Kilvet on vaihdettu uusiin, joissa on arvot jännitteelle 660 V.

Lämpöreleiden virheellisellä asettelulla ei ollut merkitystä normaaleissa käyttötilanteissa, mutta mahdollisten alijännitetilanteiden aikana ne olisivat pysäyttäneet pumput suunniteltua herkemmin. Tällaisen alijännitetilanteen todennäköisyys on pieni, mutta kyseessä on järjestelmällinen menettelytapavirhe, koska lämpöreleiden asettelun perustana olleet nimellisvirrat on osalle moottoreita määritetty virheellisesti uuden standardin mukaisen 690 V jännitteen perusteella, vaikka laitossyöksiköillä on nimellisjännitteenä edelleen käytössä vanhemman standardin mukainen pienempi jännite (660 V).

Lisäksi virheen havaitsemisen ja korjaustoimenpiteiden toteuttamisen välinen aika oli erittäin pitkä.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2009 toisella neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennus- ja asennustöiden valvontaa. STUK tarkasti rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman puitteissa TVO:n projektin laadunhallintaa ja asennustoiminnan valvontaa työmaalla.

Olkiluoto 3:n rakentamisessa turvallisuuden kannalta merkittävimmät työt olivat suojarakennuksen sekä turvallisuus- ja polttoainerakennuksen rakenteiden betonivalut. Sisemmän suojarakennuksen seinän ja suojarakennuksen sisärakenteiden sekä suoja- ja polttoainerakennuksessa sijaitsevien polttoaineen siirtoon ja säilytykseen liittyvien allasrakenteiden valuja jatkettiin. Sisemmän suojarakennuksen seinään valettiin nyt alue, johon asennetaan suojarakennuksen sisälle tuleva reaktorihallinosturi (ns. polarnosturi). STUK edellytti tarkastuksensa perusteella nosturin kannakkeiden raudoituksen vahvistamista ennen valua. Apu-, sivumerivesipumppaamo-, diesel- ja jäterakennusten rakennustöitä jatkettiin. Ns. vakavaa onnettomuutta varten suunnitellun sulaneen polttoaineen jäähdytysalueen betonointi aloitettiin.

Asennustöiden osalta suojarakennuksen teräsvuorauksen asennus ja valmistus on jatkunut. Suojarakennukseen tulevan nosturin kannatinalueen teräsvuorauksen osa asennettiin paikalleen. Osaa kannakkeista jouduttiin siirtämään oikean sijainnin varmistamiseksi. Teräsvuorauksen hitsausta koskevassa STUKin rakennetarkastuksessa havaittiin, että hitsiä oli paikoitellen hiottu liian ohueksi. Ohentumilla ei ollut olennaista turvallisuusmerkitystä, ja ne korjattiin heti. Koska TVO, laitostoimittaja ja valmistaja eivät havainneet ohentumia valvoessaan työtä ja tarkastaessaan hitsiä, STUK vaati TVO:lta selvitystä laadunvalvonnasta. Suojarakennuksen sisällä tehtiin onnettomuustilanteissa tarvittavan hätäjähdytysvesisäiliön teräsverhouksen valmistukseen liittyviä valmistelevia töitä.

Primääripiiriin kuuluvien päälaitteiden valmistus on jatkunut Ranskassa. Pääkiertoputkien esivalmistuksessa alkuvuonna havaittuja indikaatioita tutkittiin ja STUKille toimitettiin selvitykset indikaatioiden syistä ja turvallisuusmerkityksistä. Selvitysten perusteella STUK arvioi, että indi-

kaatioita ei ole putken pintaa syvemmällä. STUK antoi luvan pinnassa olevien indikaatioiden korjaamiselle ja vastaavien hitsausten jatkamiselle. Muiden primääripiirin päälaitteiden valmistuksen todettiin tarkastuksissa etenevän vaatimusten mukaisesti.

Laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta jatkettiin prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. Laitoksen automaation kokonaisarkkitehtuurin sekä automaatiojärjestelmien vikasietoisuuden ja automaatiojärjestelmien välisten erotteluperiaatteiden toteutumisen tarkastamista jatkettiin. Tarkastuksen perusteella STUK edellytti, että TVO tarkentaa edelleen mm. laitoksen automaatiojärjestelmien kokonaisuutta kuvaavaa arkkitehtuuria järjestelmien välisen riippumattomuuden osalta. Lisäksi TVO:n on osoitettava STUKille, miten laitoksen turvallisuuden kannalta olennaiset suojaustoiminnot voidaan toteuttaa suojausjärjestelmän erilaisissa vikatilanteissa. Olkiluoto 3 -tyyppisiä laitoksia ollaan rakentamassa mm. Ranskaan, mahdollisesti Iso-Britanniaan ja USA:han. Automaatioon liittyvät haasteet ovat olleet esillä STUKin ja näiden maiden viranomaisten tapaamisissa.

STUK kiinnitti tarkastuksensa perusteella huomiota reaktorin hätäjähdytysjärjestelmien toiminnan suunnitteluun. STUK ei hyväksynyt TVO:n ja laitostoimittajan esittämää suunnittelua, jossa hätäjähdytykseen tarvittavien pumppujen mootoreiden jäähdytyksessä ei olisi käytetty erilaiseen toimintaperiaatteeseen perustuvaa jäähdytystä.

Laitoksen paloturvallisuuden osalta STUK edellytti, että TVO:n analysoi laitoksen palo-osaston toiminnan, kun oletetaan tulipalo laitoksen suurimman palokuorman sisältävässä kaapelitilassa. STUK vaati, että analyysissä tulee olettaa erilaisia vikatilanteita laitoksen paloturvallisuuden varmistaviin järjestelmiin. Laitoksen paloturvallisuuteen liittyen STUK on jatkanut laitokselle tulevien ns. paloa hidastavien sähkökaapeleiden paloturvallisuuden tutkimista.

Vuosineljänneksen aikana STUK tarkasti TVO:n projektin laadunhallintaa ja asennustoiminnan valvontaa. Laadunhallintaa koskevan tarkastuksen tuloksena STUK edellytti TVO:n mm.

- päivittävän sähkö- ja automaatiolaitteiden laadunohjaustoiminnan ohjeistuksen ja toimitaan liittyvät tehtäväkuvaukset

- selvittävän, sovelletaanko laadunvarmistustoi-
minnassa toiminnallisten ja teknisten vaati-
musten luokittelua riittävän kattavasti ja tar-
kentavan asiaan liittyvän ohjeiston vastaavas-
ti, jotta vaatimukset toteutuvat oikealla tavalla
myös alihankkijoiden toiminnassa
- tarkentavan, miten uutta ohjetta YVL 1.4 sovel-
letaan Olkiluoto 3 -projektissa
- varmistavan, että sähkölaitteiden valmistuk-
sen valvontaan osallistuvat henkilöt täyttävät
heille asetetut laadunhallinnalliset riippumat-
tomuusvaatimukset ja että valmistuksen val-
vonta ja sen raportointi toteutetaan TVO:n
ohjeistossa edellytetyllä tavalla
- varmistavan, että Olkiluoto 3 -projektin laadun-
varmistusprosessiin kohdistuvassa sisäisessä
auditoinnissa huolehditaan auditoijan riittä-
västä riippumattomuudesta
- toimittavan STUKille laadunvarmistusyksikön
tekemästä valvonnasta ajantasaiset auditointi-
ohjelmat.

Asennustoiminnan valvontaa koskevan tarkastuk-
sen tuloksena STUK edellytti TVO:n mm.

- varmistuvan laitostoimittajan asennusvalvon-
nan osaamisesta
- auditoivan laitostoimittajan asennussuunnitte-
lutoiminnan
- varmistavan, että kommunikointi on riittävää
myös asennustoiminnassa (kielimuuri)
- varmistavan, että laitteiden asennussuunni-
telmiin vaikuttavat aineistot ja vaatimukset
huomioidaan ohjeistossa
- kuvaavan asennussuunnitelmien sisällön ja ra-
kenteen sekä selvittävän, miten laitostoimittaja
on ohjeistanut alihankkijansa asennussuunni-
telmien laadinnan
- varmistavan menettelyt, joilla huolehditaan sii-
tä, että asennettavan laitteen tai rakenteen
vaatimustenmukaisuudesta on varmistuttu en-
nen asennusta
- selvittävän menettelyt putkistojen asennusval-
miuden arvioimiseksi
- varmistavan, että TVO:n asennusvalvontahen-
kilöstö tuntee hitsauksiin liittyvät tuotantokoe-
vaatimukset

- varmistavan, että huonetilojen luovutuksessa
sovellettavat menettelyt ovat TVO:n mielestä
hyväksyttävät
- kehittävän edelleen asennusvalvonnan onnistu-
mista kuvaavia mittareita.

2.4 Uudet ydinvoimalaitoshankkeet

TVO suunnittelee Eurajoen Olkiluotoon uutta,
sähköteholtaan 1000–1800 megawatin voimalai-
tousyksikköä. Periaatepäätöshakemuksessaan TVO
esittelee viisi laitosvaihtoehtoa, joista kaksi on
kiehutusvesilaitoksia ja kolme painevesilaitoksia.
STUKin lainsäädäntöön perustuvana tehtävänä
on arvioida, onko tullut esille sellaisia seikkoja,
jotka osoittavat, ettei ole riittäviä edellytyksiä ra-
kentaa ydinlaitosta turvalliseksi. Tästä arvioinnis-
ta laadittava ns. alustava turvallisuusarvio koos-
tuu laitosvaihtoehtojen, TVO:n organisaation sekä
Olkiluodon sijaintipaikan arvioinnista.

STUK luovutti 29.5.2009 työ- ja elinkeinomi-
nisteriölle alustavan turvallisuusarvion TVO:n pe-
riaatepäätöshakemuksesta rakentaa Olkiluotoon
neljäs ydinvoimalaitousyksikkö. STUK totesi arvi-
ossaan, että TVO:n esittämät laitokset on mahdol-
lista rakentaa niin, että ne täyttävät suomalaiset
turvallisuusmääräykset. Kaikki laitosvaihtoehdot
eivät kuitenkaan täytä turvallisuusvaatimuksia
sellaisenaan. Tarvittavien muutosten luonne ja
laajuus vaihtelevat. Joissakin laitosvaihtoehtoissa
riittäisivät verrattain vähäiset muutokset ja jois-
sakin tarvittaisiin laajempia rakenteellisia muu-
toksia. Eräiden muutosten osalta tarvittavat tek-
niset ratkaisut ovat avoimia.

TVO:n organisaation osalta STUK arvioi, että
TVO:lla on edellytykset luoda uuden laitousyksikön
rakentamista ja käyttöä varten sellainen johtamis-
järjestelmä, että turvallisuuden ja laadun hallinta
sekä hyvä turvallisuuskulttuuri toteutuvat.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitousyksikön sijainti-
paikan arvioinnissa ei tullut esiin seikkoja, jotka
olisivat esteenä uuden laitousyksikön tai siihen liit-
tyvien jätelaitosten laajennusten rakentamiselle
Olkiluotoon. STUK arvioi suunnitellun sijaintipa-
ikan soveltuvuutta tarkoitukseensa sekä turva- ja
valmiusjärjestelyjen, ydinjätehuollon ja ydinmate-
riaalivalvonnan toteuttamisedellytyksiä.

3 Ydinjätehuolto

3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos

3.1.1 Maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonta

Posiva jatkoi Olkiluodossa vuonna 2004 aloitettua maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) rakentamista. Suunnitelmien mukaan Onkalo tulee toimimaan osana myöhemmin rakennettavaa loppusijoituslaitosta, joten tutkimustila rakennetaan ja sen rakentamista valvotaan ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti.

Onkalon rakentaminen on jaettu viiteen louhintavaiheeseen, joista vuoden 2009 toisella neljänneksellä louhittiin neljättä vaihetta. STUK valvoi louhittavan kallion etukäteiskartoituksia ja -tutkimuksia, poraus-räjäytystekniikalla tehtävää ajotunnelin louhintaa, pystykuilujen nousuporasta, kallion tiivistämistä sementti-injektoinnilla sekä kallion lujittamista.

Tarkastukset työmaalla

STUK teki työmaalle tarkastuksia noin kaksi kertaa kuukaudessa. Työmaakäynneillä valvottiin rakentamisen toteutuksen laatua, rakentamisen etenemistä, toteutussuunnitelmia ja tutkimuksia. STUKin ja Posivan välillä pidettiin kerran kuukaudessa Onkalon rakentamista ja valvontaan koskevat työmaan seurantakokoukset. Työmaalle kohdistuneissa tarkastuksissa ei annettu huomautuksia Posivan toiminnasta.

Onkalon rakentaminen eteni vuoden toisella neljänneksellä seuraavasti:

- Tunnelin louhinta eteni noin 3470 metristä noin 3700 metriin. Onkalon ajotunnelin louhinnassa ei lävistetty merkittäviä vettä johtavia rakenteita. Aiemmassa vaiheessa lävistettyjä kallion rikkonaisuusrakenteita jälki-injektoitiin, jotta rakenteista vuotava vesimäärä saatiin vähennettyä.

- Onkalon kolmannen kuilun (tuloilmakuilu 1) nousuporaus saatiin valmiiksi tasovälillä –90...–180 metriä; kuilun muut osat –290 metrin tasolta maanpinnalle oli nousuporattu jo aikaisemmin. Nyt kaikki kolme kuilua yltyivät –290 metrin tasolle. Posiva siirtyi valmistelemaan kuilujen jatkamista tasolle –437 aloittamalla poistoilmakuilun 1 injektioinnin tasolta –290 alaspäin. Injektointi tehdään vaiheittain ja kuilun injektointi eteni syvyydelle –319 metriä. STUK aloitti kuiluinjektioinnin toteutussuunnitelmien päivitysten tarkastamisen.
- STUK teki kolme rakentamisen aloitusvalmiuden tarkastusta ruiskubetonointia varten. Niillä varmistettiin kalliopintojen kartoitustietojen riittävyys tunnelissa välillä 3270–3515 metriä. Kallion lujittamiseksi tunneli ruiskubetonointiin suunnitellusti välillä 3200–3305 ja 3363–3400 metriä sekä oikeanpuoleisen seinän osalta välillä 2350–2800 metriä.
- STUK valvoi työmaakäynneillään kallion lujittamiseksi tehtyä tunnelin systemaattista kalliopulttitusta, joka eteni 3500 metriin saakka. Myös Onkalon LVIS-työt jatkuivat aikataulun mukaisesti.

STUK teki yhden maanalaisen tutkimustilan rakentamisen tarkastusohjelman mukaisen tarkastuksen, jolla valvotaan Posivan rakentamisorganisaatiota ja sen toimintatapoja. STUKin tarkastus koski Onkalon turvallisuusasioiden käsittelyä. Tarkastuksessa ei annettu huomautuksia.

Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset

STUK aloitti Onkalon rakentamisen asiakirjojen toteutuspiirustusten sekä suunnitelmien tarkastamisen. STUK hyväksyi painelaitevalmistajan Vesi-Vasa Oy:n mekaanisten järjestelmien valmis-

tukseen. Valmistuskohteena on Onkalon palo- ja porausvesilinjan putkisto.

Posiva aloitti louhinnan rikkonaisuusvyöhykkeen (EDZ) tutkimukseen tarkoitetun kuiluperän louhinnan valmistelut. EDZ on yksi Onkalon pitkäaikaisturvallisuuteen mahdollisesti vaikuttavista tekijöistä, joka on Posivan johtamisjärjestelmässä otettu erityiseen seurantaan. STUK tarkasti huhtikuussa EDZ-hankkeen projektisuunnitelman ja tutkimusten etenemistä seurataan kuukausittain järjestettävissä työmaan seurantakokouksissa.

Posiva toimitti STUKille käsiteltäväksi lisäksi seuraavat Onkalon suunnittelu- ja valvonta-aineistot:

- Onkalon alustavaa turvallisuusselostetta vastaavan aineiston päivitys
- selvitys Onkalon rakentamislaajuudesta
- Onkalon pääpiirustusten päivitys
- Onkalon suunnitelmien toimitussuunnitelman ja rakentamisen tiedotussuunnitelman päivitys.

3.1.2 Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

Työ- ja elinkeinoministeriö edellytti vuonna 2003, että Posivan tulee toimittaa loppusijoituslaitoksen nk. esirakentamislupa-aineisto viranomaisille jo vuonna 2009. STUK valmistautui loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan tarkastamiseen ja laati yhteenvetoa vaatimuksista, jotka laitokselle ja lupahakemukselle on asetettu. Samalla arvioitiin vaatimusten täyttymistä tällä hetkellä.

Pääosa loppusijoituslaitoksen tutkimus- ja kehitysaineistosta käsitteli Olkiluodon paikkatutkimuksia. STUK oli kesäkuun loppuun mennessä tarkastanut niistä noin kolmanneksen. Muut aineistot käsittelivät loppusijoituksen pitkäaikais- ja turvallisuutta, turvallisuusanalyysyjä sekä teknisiä vapautumisesteitä. STUK aloitti vuoden 2009 toisella vuosineljänneksellä seuraavien aineistojen käsittelyn:

- Vaakasuuntaisen loppusijoitusratkaisun (KBS-3H) turvallisuusanalyysi. STUK arvioi ratkaisun teknistä toteutettavuutta, pitkäaikaisturvallisuuden vaatimusten täyttymistä, vuotovesien vaikutusta teknisiin vapautumisesteisiin ja teräskomponenttien häiriöitä.
- Suunnitelma loppusijoituksen turvallisuusperusteluista. STUK arvioi suunnitelman katta-

vuutta, menetelmiä ja prosesseja, joilla perustelu ja sen osiot tehdään, työn laadunhallintaa, epävarmuuksien hallintaa ja kehityskulkujen eli skenaarioiden analyysiä rakentamislupahakemuksen kannalta.

STUKin tarkastus loppusijoitustilojen ominaispiirteitä, tapahtumia ja ilmiöitä sekä skenaarioita koskevasta ns. prosessiaineistosta valmistui huhtikuun alussa. STUK piti aineistoa pääosin järjestelmällisenä ja selkeästi laadittuna, mutta huomautuksissa todettiin mm. seuraavaa:

- Posivan käyttämä menettely ei ole riittävä varmistamaan, että pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkittävät ominaispiirteet, tapahtumat ja ilmiöt ovat kattavasti tunnistettu ja jatkokäsittelyssä mukana.
- todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen sekä pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien kuvaus ja perustelut ovat liian niukkoja.

STUK on Posivan aineistojen tarkastustyössä tunnistanut aiheita, joita on turvallisuuden varmistamiseksi tarpeen selvittää tai analysoida lisää, tai joiden turvallisuusmerkitystä ei tällä hetkellä täysin tunneta. STUKin turvallisuuskyseymykset liittyvät tällä hetkellä mm. seuraaviin asioihin:

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 pohjaveden 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.

STUK kehitti turvallisuusasioiden käsittelyä luokittelemalla niitä viranomaisohjeissa esitettyjen vaatimusten ja turvallisuuden kannalta keskeisten seikkojen perusteella kolmeen eri luokkaan vastaamaan eri lupavaiheiden vaatimuksia. Niihin liittyen STUK käynnisti kaksi erityisselvitystä, jotka liittyvät ikiroudan esiintymiseen ja ydinpolttoaineen rapautumiseen ja liukenemiseen hyvin pitkän ajan kuluttua loppusijoituksesta. Ikiroudalla voi olla merkittävä vaikutus loppusijoituksessa käytettävän bentoniittisaven käyttäytymiseen. Polttoaineselvitys puolestaan parantaa STUKin valmiuksia tarkastaa turvallisuusperustelun polttoaineen liukenemistä koskevia lähtötietoja. Molempien selvitysten tulokset ovat odotettavissa noin puolentoista vuoden kuluttua.

Turvallisuusanalytiikkaan liittyvien vastaavien turvallisuuskysymysten tunnistamista jatkettiin.

Tarkastustyössä STUKin tukena oli kotimaisen asiantuntijoiden lisäksi ulkomaisia asiantuntijoita Sveitsistä, Ruotsista, UK:sta, Saksasta ja USA:sta.

3.1.3 Loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeiden valvonta

Posiva jätti periaatepäätöshakemuksen (PAP) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan laajentamiseksi Olkiluoto 4:n polttoainetta varten 25.4.2008 ja vastaavasti Loviisa 3:n polttoainetta varten 13.3.2009. STUK antoi TEM:lle lausunnon ja alustavan turvallisuusarvion käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilan laajentamisesta Olkiluoto 4:n polttoainetta varten 29.5.2009.

Alustavassa turvallisuusarviossa STUK arvioi Posivan PAP-hakemusta ydinenergiain ja valtioneuvoston asetuksen 736/2008 turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Alustavassa turvallisuusarviossa on käyty läpi seuraavat aihealueet:

- loppusijoituksen toteutustapa ja ajoitus
- organisatoriset vaatimukset
- kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu
- ydinmateriaalivalvonta
- vapautumisesteiden toimintakyky

- turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen
- säteilyturvallisuus.

Arviossaan STUK totesi, että esitetty loppusijoitusratkaisu on ydinenergiainsäädännön mukainen ja toteutusaikataulu on riittävän joustava ja TEM:n päätösten mukainen. Posivan organisaatio todettiin nykyiseen toteutusvaiheeseen nähden riittäväksi. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitelmien katsottiin olevan tällä hetkellä riittävän yksityiskohtaisia ja asianmukaisia. Laitosten käytön ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten turvallisuusarvioilla on osoitettu niihin kohdistuvien turvallisuusmääräysten täyttymisenä laajuudessa kuin periaatepäätöksessä on tarpeen.

Loppusijoituksen laajentaminen Olkiluoto 4:n käytetyllä ydinpolttoaineella laajentaa loppusijoituksen vaatimaa tilaa noin kolmanneksella nykyisten periaatepäätösten kattamaan määrään verrattuna. Laajennus on tarkoitus toteuttaa Olkiluodon saaren itäosaan, jonka kallioperästä on vielä melko vähän tietoa. Sekä tämä että kallioperässä pitkällä aikavälillä tapahtuvat muutokset edellyttävät lisätutkimuksia. Loppusijoitustilojen optimaalinen asemointi kalliioon, samoin kuin niiden rakentamisesta, käytöstä ja sulkemisesta kallioperään aiheutuvien haittavaikutusten minimointi edellyttää menetelmänkehitystä ja testausta.

Pitkäaikaisturvallisuuden osoittaminen nojautuu jätekapseleiden vaakasijoitusratkaisun turvallisuusperusteluun, 30 vuoden aikana tehtyyn tutkimustyöhön sekä moniesteperiaatteeseen, joka koostuu toisiaan täydentävistä teknisistä ja luonnollisista vapautumisesteistä. Näiden perusteella STUK totesi, että laajennushakemuksen mukaisella loppusijoitusratkaisulla ja ehdotetulla paikalla on hyvät edellytykset täyttää pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset.

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 hartsijätteiden kiinteytyksen koekäyttöohjelman. Koekäyttö hartsijätteellä aloitettiin toukokuussa 2009. Koekäyttöä ei saatu hyväksytysti suoritettua, koska annostelusäiliön pinnankorkeusmittaus ei toiminut luotettavasti. Koekäyttö hartsijätteillä jatkuu, kun pinnankorkeusmittaus on saatu korjattua.

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

Loviisan voimalaitoksen kiinteytetyn voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos

Loviisan voimalaitoksen matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen on rakennettu loppusijoitustila kiinteytetyille jätteelle. Tätä loppusijoitustilan osaa ei ole vielä otettu käyttöön. Fortum hakee lupaa kiinteytetyn jätteen loppusijoitustilan käyttöönottoon asiakirjojen – mm. lopullisen turvallisuusselosteen – päivityksen ja STUKin hyväksymisen jälkeen.

Voimalaitosjätteiden käsittelyn kehittäminen Loviisan voimalaitoksella

Loviisan voimalaitoksella kehitetään voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat huoltojätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittäystä ja tilapäisvarastointia varten. Näihin tarkoituksiin muunnetaan nykyisiä valvomattoman alueen kone- ja sähkökorjaamotiloja, jotka puolestaan siirtyivät uuteen rakennukseen. Vuoden 2009 toisen neljänneksen aikana rakennustyöt etenivät suunnitellusti. STUKin tarkastaman suunnitelman mukaan uudet jätehuoltotilat on tarkoitus saada käyttöön vuoden 2009 viimeisen neljänneksen aikana.

3.3 Muuta ajankohtaista

Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon tarkastelukokous

Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevan yleissopimuksen (Joint Convention) kolmas tarkastelukokous pidettiin toukokuussa Wienissä. Lähes kaikki maat ovat tarkastelun kohteena olevan kolmen vuoden jakson aikana konkreettisesti kehittäneet ydinjätehuoltoaan ja muuta radioaktiivisten jätteiden huoltoa. Suomi sai kiitosta ydinjätehuollon järjestelyistä ja erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen laadukkaasta etenemisestä. Johtopäätöksissä hyväksi käytännöiksi kirjattiin

- viranomaisen rooli ja riippumattomuus
- proaktiivinen, avoin, ajankohtainen ja ymmärrettävä viestintä
- viranomaisen tekninen kompetenssi
- aktiivinen osaamisen siirtäminen sukupolvelta toiselle.

Haasteiksi kirjattiin

- käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusohjelman menestyksekkäs jatkaminen
- viranomaisen ja luvanhakijoiden resurssit
- suurten ikäluokkien eläköityminen ja osaamisen siirtäminen
- viestintä.

EU-maista Ruotsin lisäksi jätehuollossa oli edistynyt erityisen hyvin Unkari, jossa voimalaitos- ja purkujätteille vastaavan loppusijoitusluolan rakentaminen Batapatiaan on alkamassa 2011 ja korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustilan tutkimukset ovat käynnissä Mecsek kukkuloiden alueella. Venäjä sai osakseen kritiikkiä nestemäisten matala- ja keskiaktiivisten jätteiden pumppaamisesta maaperään.

EU-27 Peer Review valmistelut

STUK päätti kutsua kaikkien EU-maiden ydinjätehuollon viranomaisorganisaatiot arvioimaan STUKin ydinjätehuollon valvontaa. STUK aloitti valmistautumisen tähän vertaisarviointiin, joka on marraskuussa 2009. Arviointi toteutetaan IAEA:n turvallisuusohjeiden mukaisesti.

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

