

YDINTURVALLISUUS

Suomi ja lähialueet
Neljännesvuosiraportti 2/2002

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-600-X (nid.)
ISBN 951-712-601-8 (pdf)
ISBN 951-712-602-6 (html)
ISSN 0781-2884

Dark Oy, Vantaa 2002

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). *Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 2/2002. STUK-B-YTO 218. Helsinki 2002. 20 s. + liitteet 4 s.*

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

Tiivistelmä

Ydinlaitosten turvallisuutta koskevassa neljännesvuosiraportissa esitetään tietoja Suomen ja Suomen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista ja yleistä mielenkiintoa herättäneistä tapahtumista. Lisäksi raportoidaan Suomen ydinlaitosten ydinmateriaalivalvontaan ja STUKin valmiustoimintaan liittyvistä merkittävistä asioista sekä STUKin toiminnasta ydinlaitosten valvontaviranomaisena.

Vuoden 2002 toisella neljänneksellä Loviisan laitossyksiköt olivat koko ajan tuotantokäytössä. Suomen energiatilanteesta johtuen kumpaakin laitossyksikköä ajettiin useita, muutaman päivän mittaisia jaksoja alennetulla teholla. Vuosineljänneksen aikana Olkiluodon laitossyksiköillä oli vuosihuoltoseisokit. Olkiluoto 1 oli lisäksi poissa sähkön- tuotannosta lyhytaikaisesti reaktorin pikasulun ja Olkiluoto 2 ulospuhallusjärjestelmän venttiilitarkistusten vuoksi.

Vuosineljänneksen käyttötapahtumista yksi luokiteltiin INES-luokkaan 1. Tapahtuma oli Olkiluoto 1:llä, jossa vuosihuollon jälkeisissä kokeissa todettiin, että reaktorisydämen neutronivuon valvontajärjestelmässä kaksi turvallisuusrajaa ei toiminut suunnitellusti. Näiden käynnistysvaiheen aikaisten turvallisuusrajojen tehtävänä on suojata reaktoria siltä varalta, että tehokäytön aikainen neutronivuon valvonta ei käynnisty asianmukaisesti. Tässä tapauksessa tehoalueen neutronivuon valvonta oli täysin käyttökunnossa. Vastaava tilanne turvallisuusrajoissa oli vallinnut myös Olkiluoto 2:lla.

Olkiluodon laitossyksiköillä tehtiin vuosihuoltoseisokeissa useita laitossyksiköiden turvallisuutta parantavia muutoksia.

Valvontansa perusteella STUK katsoo, että laitossyksiköiden käyttö oli turvallista.

STUK, Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja Euratomien ydinmateriaalitoimisto ESO tarkastivat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksella ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat valvontakameroiden huoltotoimet ja sinetöinnit.

Vuosineljänneksen aikana Suomessa ei ollut tilanteita, jotka olisivat vaarantaneet väestön tai ympäristön säteilyturvallisuutta ja antaneet aiheutta ryhtyä suojelutoimiin. Säteilytilanne oli Suomessa normaali koko vuosineljänneksen ajan.

STUK jatkoi lähialueyhteistyötä ulkoasiainministeriön rahoituksella Venäjän ja Baltian maiden ydinturvallisuuden parantamiseksi. STUK toimi hankkeiden suomalaisena koordinoijana ja osallistui turvallisuusviranomaisten tukiohjelman ja osin myös ydinvoimalaitosten parannusohjelmien toteutukseen.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisan voimalaitos	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.1.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	6
2.2 Olkiluodon voimalaitos	8
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	8
2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	12
2.3 Muu STUKin suorittama valvonta	13
3 YDINJÄTEHUOLTO	14
4 YDINMATERIAALIVALVONTA	15
5 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	16
5.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat	16
5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot	17
5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut	19
6 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	20
LIITE 1 YDINVOIMALAITOSTEN VALVONTA	21
LIITE 2 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	22
LIITE 3 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	23
LIITE 4 INES-ASTEIKKO	24

1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Ydinvoimalaitoksiin kohdistuvan valvonta- ja tarkastustoiminnan osa-alueet esitetään liitteessä 1. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevat yleistiedot ovat liitteessä 2.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käyttöä sekä turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Tarpeen mukaan raportoidaan myös muiden maiden ydinvoimalaitosten

merkittävistä tapahtumista. Raportissa esitetään myös merkittäviä Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita. Lisäksi raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Yleiskuvaus valmiustoiminnasta esitetään liitteessä 3.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintaansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiinsa tietoihin ja tekemiinsä havaintoihin. Suomen ydinvoimalaitoksilla sattuneet tapahtumat luokitellaan ydinlaitostapahtumien kansainvälisen vakavuusasteikon (INES, International Nuclear Event Scale) mukaisesti. INES-asteikko esitetään liitteessä 4.

2 Suomen ydinvoimalaitokset

Kirsti Tossavainen, Tapani Eurasto, Timo Eurasto, Timo Karjunen, Nina Lahtinen, Pekka Liuhto, Erik Lönnqvist, Matti Ojala, Ronnie Olander, Hannu Ollikkala, Päivi Salo, Heimo Takala, Keijo Valtonen

2.1 Loviisan voimalaitos

2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan ydinvoimalaitoksen kumpikin yksikkö oli tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Laitosyksiköillä oli useita, enimmillään viikon mittaisia Suomen energiatilanteesta johtuneita tehonalennuksia. Kummankin laitosyksikön energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 94,0 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Kahden eristysventtiilin jääminen koestamatta Loviisa 1:llä vuonna 2001

STUKissa havaittiin huhtikuussa 2002 tehdyssä Loviisa 1:n suojarakennuksen tiiviyskokeiden tulosraportin tarkastuksessa, että reaktorin säätösauvakoneistojen jäähdytysjärjestelmän kaksi peräkkäistä eristysventtiiliä oli jäänyt koestamatta vuosihuoltoseisokissa 2001. Syynä oli epäselvyys vuosihuollossa 2001 koestamatta jätettävien venttiilien listauksissa, mistä aiheutui virhetulkintoja.

Pääsääntöisesti eristysventtiilit koestetaan vuosittain. Kyseisen venttiiliparin koestusväli oli voitu pidentää kahteen vuoteen, koska mm. venttiilien tiiviys oli aikaisemmissa koestuksissa osoittautunut hyväksi. Venttiilit oli koestettu vii-

meksi vuosihuollossa 2000, jolloin niiden todettiin olevan hyvin tiiviitä. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan venttiilit olisi kuitenkin pitänyt koestaa myös vuonna 2001, koska toisen venttiilin (S009) toimilaite oli vaihdettu vuonna 2000. Venttiileille on tehty käytön aikana normaalit toimintakokeet, joissa venttiilien on todettu sulkeutuvan. Koska toiselle venttiilille (S008) ei ollut tehty sen tiiviytteen vaikuttavia muutostöitä, voidaan läpiviennin tiiviiden olettaa säilyneen hyvänä.

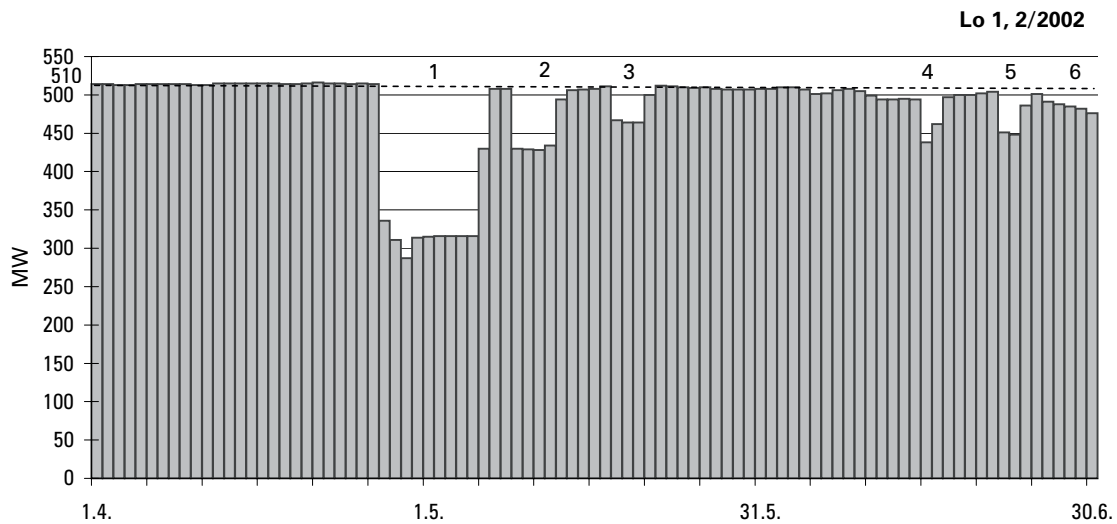
Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Voimayhtiö toimitti toukokuussa tapahtumasta yksityiskohtaisen selvityksen STUKille. Virhetulkintojen ehkäisemiseksi parannetaan tiiviyskokeisiin liittyvien käytäntöjen tuntemusta ja laajennetaan koestusten seuranta palvelevan atk-ohjelman käyttäjäkuntaa. Lisäksi tapahtuman johdosta Loviisan laitoksella kiinnitetään huomiota huoltotöiden ja niiden ajoitusta koskevien asiakirjojen riittävän laajaan jakeluun.

Koska venttiileitä ei voida tiiviyskoestaa käynnin aikana, STUK edellytti, että ne koestetaan seuraavassa seisokissa.

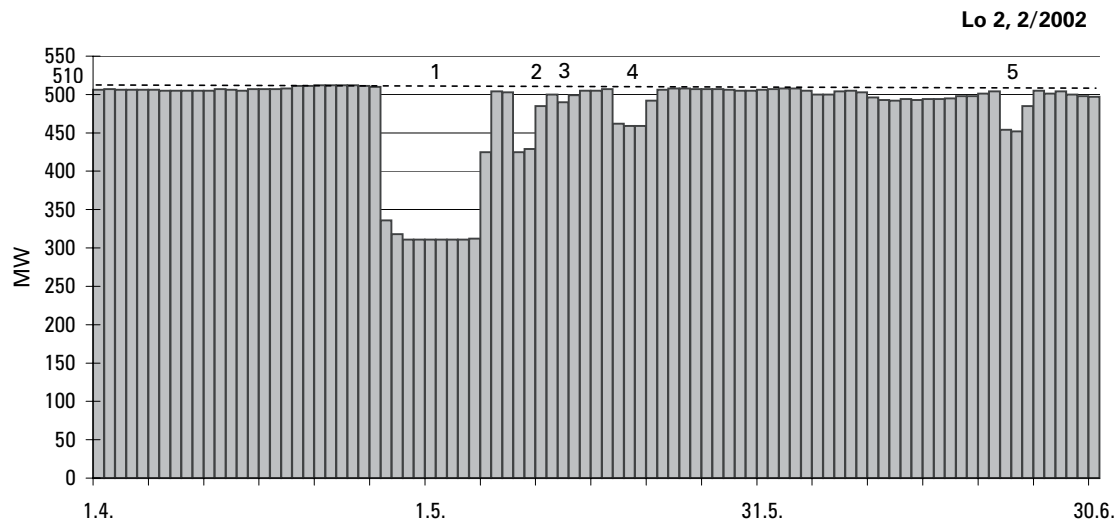
2.1.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

Loviisan laitoksella ei vuosineljänneksellä tehty merkittäviä laitosmuutoksia.



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö ja turbiinin lauhduttimen puhdistusjärjestelmän venttiilin vuodon korjaus. 2. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 3. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. | <ol style="list-style-type: none"> 4. Tuorehöyrylinjojen varoventtiilien vuosikoestus ja energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 5. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 6. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho vähitellen laskenut. |
|--|---|

Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti-kesäkuussa 2002.



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 2. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 3. Turbiinien takuukokeet. | <ol style="list-style-type: none"> 4. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. 5. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö. |
|--|--|

Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti-kesäkuussa 2002.

2.2 Olkiluodon voimalaitos

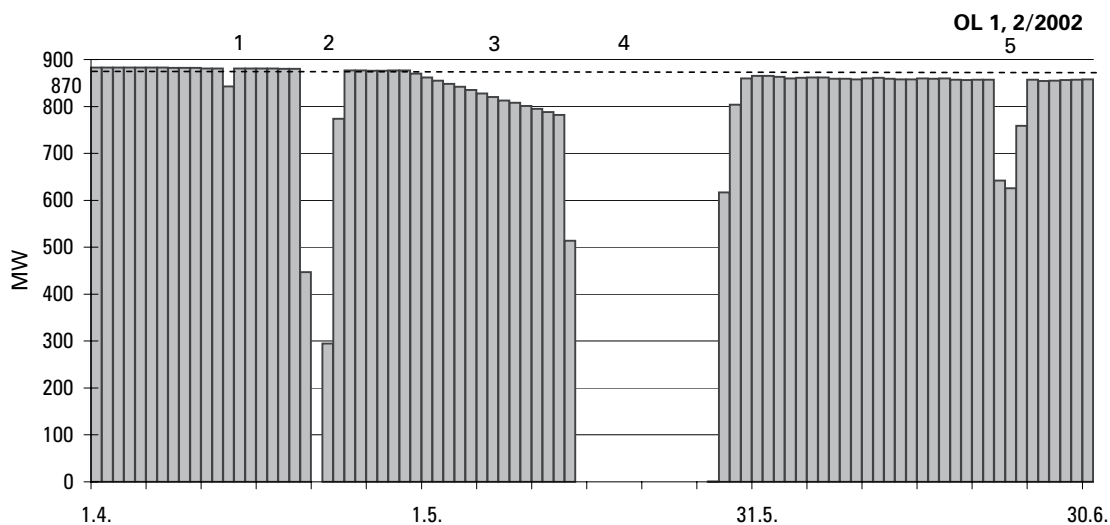
2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokit ajoittuivat tälle vuosineljännekselle. Niiden lisäksi Olkiluoto 1 oli lyhyen aikaa pois sähköntuotannosta reaktorin pikasulun seurauksena ja Olkiluoto 2 ulospuhallusjärjestelmän venttiilitarkistusten ja energiatilanteesta johtuneen tehonsäädön vuoksi. Muun ajan laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin

oli 80,7 % ja Olkiluoto 2:n 89,0 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.

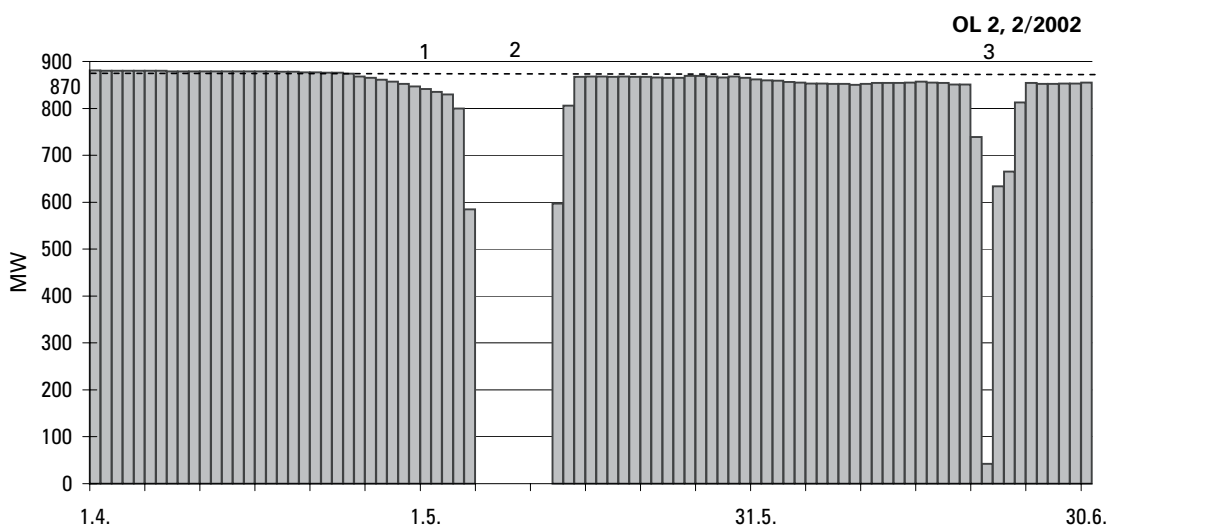
OLKILUOTO 2:N VUOSIHUOLTO

Olkiluoto 2 oli vuosihuollossa 5.–13.5.2002 välisenä aikana. Vuosihuolto oli tänä vuonna ns. polttoaineenvaihtoseisokki, jossa tehtiin polttoaineen vaihdon lisäksi pienehköjä ennakkohuolto-, korjaus- ja muutostöitä. Vuosihuollon aikana erilaisia työmääräimellä tehtäviä töitä oli yhteensä 1340.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita.
2. Reaktorin pikasulku (kuvaus tapahtumasta erikseen tässä luvussa).
3. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho vähitellen laskenut.
4. Vuosihuolto (kuvaus vuosihuoltoseisokista erikseen tässä luvussa).
5. Energiatilanteesta johtunut tehonsäätö.

Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2002.



1. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho vähitellen laskenut.
2. Vuosihuolto (kuvaus vuosihuoltoseisokista erikseen tässä luvussa).
3. Kylmäseisokki ulospuhallusjärjestelmän venttiilien tarkastamiseksi ja energiatilanteesta johtunut tehonsäätö (kuvaus seisokista erikseen tässä luvussa).

Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2002.

Seisokki kesti 7 vuorokautta 7 tuntia, mikä on noin puoli vuorokautta lyhyempi kuin suunniteltu kesto.

Vuosihuoltoseisokissa laitosyksikön reaktorista poistettiin vuotava polttoainenippu. Vuotohavainto oli tehty helmikuussa 2002 (neljännesvuosiraportti 1/2002, STUK-B-YTO 217). Ennen vuosihuoltoseisokin alkua, 4.5.2002, vuotava nippu paikannettiin neljän polttoainenipun muodostamaan alueeseen ja vuosihuoltoseisokissa nippukohtaisella vuodonetsinnällä yhteen polttoainenippuun.

Vuosihuoltoseisokin aikana toteutettuja turvallisuuden kannalta merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan luvussa 2.2.2.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,26 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 2:n vuosihuollossa vuonna 2002 oli 3,95 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv. Kuvassa 5 esitetään Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

STUK valvoi vuosihuoltoseisokkia. Valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon,

voimayhtiön ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin sekä säteilysuojeluun. STUK valvoi myös laitosyksikön pysäytystä seisokitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen. STUK antoi luvan laitosyksikön käynnistämiseen ja totesi käynnistysvalmiuden 12.5.2002. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 13.5.2002. Täydellä teholla laitosyksikkö oli 14.5.2002.

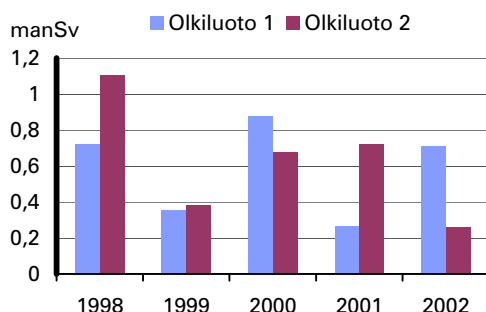
Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1 oli vuosihuollossa 14.–27.5.2002 välisenä aikana. Vuosihuolto oli tänä vuonna ns. huoltoseisokki, jonka aikana tehdään enemmän huolto-, korjaus- ja muutostöitä kuin polttoaineenvaihtoseisokissa. Vuosihuollon aikana työmääräimellä tehtäviä töitä oli yhteensä 2846. Seisokin kesto oli 13 vuorokautta 7 tuntia, joka oli vajaan vuorokauden suunniteltua lyhyempi.

Polttoaineen vaihdon lisäksi vuosihuoltoseisokin merkittävimpiä töitä olivat mm. reaktoritankin yhteiden sisäpuolinen tarkastus uudella tarkastuslaitteistolla, generaattorin korjaus sekä lukuisat sähkö- ja automaatiouudistukset. Turvallisuuden kannalta merkittäviä muutoksia kuvataan luvussa 2.2.2.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,712 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa vuonna 2002 oli 9,05 mSv ja molempien laitosyksiköiden seisokeissa yhteensä 9,25 mSv. Kuvassa 5 esitetään Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

STUK valvoi Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokkia kuten Olkiluoto 2:n vuosihuoltoa. Luvan laitosyksikön käynnistämiseen STUK antoi 26.5.2002. Voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen, kun STUKin tarkastajat olivat samana päivänä todenneet laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 27.5.2002. Täydellä teholla laitosyksikkö oli 29.5.2002.



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset.

Seisokki Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2 pysäytettiin 20.6.2002 kylmäseisokkiin ulospuhallusjärjestelmän kahden varoventtiilin vedynpolttokatalysaattorin tarkistusta varten. Vastaavien katalysaattoreiden oli Olkiluoto 1:llä sen vuosihuollossa tehdyn tarkastuksen perusteella todettu osittain menettäneen toimintakykynsä ikääntymisen johdosta.

Katalysaattoreiden tarkastuksen ja varaosavaihdon lisäksi tehtiin muutkin ennakkoon tiedossa olleet, seisokkia edellyttävät korjaukset ja tarkastukset, jollaisia olivat mm. käynnistysvaiheessa reaktorin neutronivuota valvovan järjestelmän turvallisuusrajoihin tehtyjen muutosten toimintakokeet.

Laitosyksikkö kytkettiin takaisin sähköntuotantoon 21.6.2002. Juhannuksen vähäisen sähkötarpeen vuoksi laitosyksikkö ohjattiin täydelle teholla vasta 24.6.2002.

Reaktorin pikasulku Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä tapahtui valtakunnallisen 400 kV voimansiirtoverkon häiriön seurauksena 20.4.2002 reaktorin pikasulku. Laitosyksikkö oli tapahtumahetkellä täydellä teholla. Tapahtuma sai alkunsa, kun erään vikahälytyksen selvitystyön yhteydessä johtokatkaisijat avautuivat vahingossa Rauman 400 kV kytkinasemalla aiheuttaen Olkiluoto 1:lle kuorman menetyksen.

Olkiluoto 1:n sähkönsyöttö oli kytketty valtakunnan verkkoon Rauman kytkinaseman kautta yhtä voimajohtoa pitkin. Sähkönsyöttöketjun ensimmäinen katkaisija eli laitoskatkaisija sijaitsee Olkiluodon 400 kV kytkinkentällä. Lisäksi Olkiluodon ja Rauman kytkinasemien välinen voimajohto on varustettu molemmissa päissä omin johtokatkaisijoin. Verkkohäiriötilanteessa laitoskatkaisijan avautumisesta tuodaan tieto suojausjärjestelmään. Tällöin laitosyksikkö pyrkii siirtymään omakäyttöajolle alentamalla reaktorin tehoa. Myös Olkiluoto–Rauma-voimajohdon laukeamisesta on mahdollista saada suojaussignaali, joka mahdollistaa omakäytölle siirtymisen, mutta tämä toiminto on rajoitettu eikä kata kaikkia vikatapauksia.

Kun johtokatkaisijat aukesivat Rauman kytkinasemalla, ei kuorman menetyksestä tullut Olkiluoto 1:lle omakäyttöajolle siirtymisen kannalta välttämätöntä reaktorin tehon alennussignaalia, koska katkaisijat olivat auenneet inhimillisen virheen eikä todellisen johtovian seuraukse-

na. Myös vaihtokytkentäautomaatiikan ohjaama sähkönsyötön siirto käyttökunnossa olleesta 110 kV ulkoisesta verkosta laitosyksikölle epäonnistui, koska syötönvaihdon edellytykset puuttuivat vallinneiden suurten jännite- ja taajuuserojen takia. Turbiinin kierrosluvun rajoittamiseksi korkeapaineturbiinin säätöventtiilit sulkeutuivat ja turbiinin ohitusventtiilit avautuivat. Säätöventtiilien sulkeutumisen seurauksena reaktorin paine nousi hetkellisesti, mikä aiheutti reaktorin tehon nousun. Se puolestaan aiheutti pääkiertopumppujen alasajon minimikierroksille reaktorin tehon pienentämiseksi sallitulle tasolle. Tehon lasku ja samanaikainen turbiinin ohitusventtiilien avautuminen johtivat reaktorin paineen nopeaan laskuun. Tästä oli seurauksena reaktorin pikasulku sekä höyryputken eristysventtiilien sulkeutuminen. Edelleen varoventtiilit avautuivat ja varavoimadieselit käynnistyivät. Turvallisuusjärjestelmien sähkönsyöttö oli hetken aikaa varavoimadieselien varassa, kunnes yhteys 110 kV verkkoon saatiin palautettua. Häiriötilanteessa laitosyksikön kaikki turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Pikasulun jälkeisessä seisokissa tehdyissä eristysventtiilien tiiviyskokeissa yhden eristysventtiilin todettiin vuotavan. Venttiili korjattiin ja laitosyksikkö kytkettiin takaisin sähköntuotantoon 22.4.2002.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille välittömästi ja toimitti toukokuussa yksityiskohdallisen raportin tapahtumasta, sen syistä ja tapahtuman johdosta tehdyistä toimenpiteistä. Laitosyksikön säätöjärjestelmien suunnittelussa ei ole otettu huomioon, että syötettäessä sähkötehoa vain yhtä voimajohtoa pitkin valtakunnan 400 kV voimansiirtoverkkoon kuormanpudotustilanteessa saatetaan jäädä ilman reaktorin tehoa alentavaa signaalia. Tapahtuman seurauksena voimailoksen sähkönsyöttö 400 kV voimansiirtoverkkoon muutettiin toistaiseksi tapahtumaan siten, että molemmat Olkiluodon laitosyksiköt syöttävät tuottamansa sähkötehon voimansiirtoverkkoon kolmea 400 kV voimajohtoa pitkin, jolloin edellä esitetyn kaltainen tapahtuma ei voi toistua. Teollisuuden Voima Oy on käynnistänyt yhdessä Fingrid Oyj:n kanssa selvitystyön koskien Olkiluodon laitosyksiköiden liittymistä Suomen voimansiirtoverkkoon.

Kahden polttoainepun virheellinen siirto Olkiluoto 1:llä

Vuosihuollossa 2002 Olkiluoto 1:llä siirrettiin kahta polttoainepippua turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti.

Olkiluodon molempien laitoksiköiden reaktorisydämessä on 500 polttoainepippua, joista noin neljäsosa vaihdetaan vuosittain. Lisäksi reaktoriin jäävien polttoainepippujen paikkoja sydämessä vaihdetaan. Reaktorin pitämiseksi varmasti alikriittisenä polttoaineen siirtojärjestys suunnitellaan etukäteen tarkasti.

Purettaessa polttoainetta reaktorista tehdään samanaikaisesti säätösauvojen toimilaitteiden huoltoja. Huoltoa varten säätösauva ajetaan ulos sydäimestä, jotta säätösauvan alapuolella oleva toimilaitte voidaan irrottaa. Säätösauvat ovat poikkileikkaukseltaan ristin muotoisia ja muodostavat yhdessä neljän ympäröivän polttoainepun kanssa ns. supercellin. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan polttoainepippua ei saa siirtää siinä supercellissä, johon kuuluvan säätösauvan toimilaitte on huollossa.

Vuosihuollossa polttoaineen purkamisen reaktorista ja säätösauvojen toimilaittehuolto oli aloitettu 15.5.2002. Polttoaineen purkamista jatkettiin vuoron vaihdon jälkeen siirtolistan mukaisesti ja aamuyöllä 16.5. poistettiin kaksi polttoainepippua erästä supercellistä reaktorisydämen reuna-alueelta. Koska kyseisen supercellin säätösauvan toimilaittehuolto oli edelleen kesken, ei nippuja olisi saanut vielä siirtää. Tätä polttoainesiirtojen valvoja ei kuitenkaan havainnut.

Voimayhtiö toimitti myöhemmin toukokuussa STUKille raportin tapahtumasta ja sen johdosta tehtävistä toimenpiteistä. Tapahtuma ei vaarantanut kriittisyysturvallisuutta, sillä polttoaineen poistaminen reaktorista päinvastoin syvensi alikriittisyyttä. Tapahtuma kuitenkin osoitti hallinnollisten esteiden haavoittuvuuden. Vastaavan tyyppisen tapahtuman estämiseksi Teollisuuden Voima Oy tarkentaa menettelyjä ja koulutusta.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Neutronivuon valvontajärjestelmän osittainen toimimattomuus Olkiluodon laitoksiköillä

Olkiluoto 1:n 27.5.2002 päättyneen vuosihuollon jälkeisissä kokeissa todettiin, että reaktorisydämen neutronivuon valvontajärjestelmässä kaksi

turvallisuusrajaa ei toiminut suunnitellusti. Järjestelmä valvoo neutronivuota reaktorin käynnistysvaiheessa. Kokeet tehtiin Olkiluoto 2:lla saatujen kokemusten perusteella. Toinen toimimattomista turvallisuusrajoista oli säätösauvojen vedon pois reaktorista pysäyttävä raja ja toinen pikasulakuehdon laukaiseva suojausraja.

Reaktorisydämen neutronivuota valvoo tehokäytön aikana toinen järjestelmä, joka alkaa valvoa neutronivuota, kun reaktorin teho ylittää 10 %:a nimellistehosta. Käynnistysvaiheen nyt toimimattomien turvallisuusrajojen tehtävänä on suojata reaktoria siltä varalta, että tehokäytön aikainen valvonta ei käynnisty asianmukaisesti. Tässä tapauksessa tehoalueen neutronivuon valvonta oli täysin käyttökunnossa.

Syynä turvallisuusrajojen toimimattomuuteen oli se, että käynnistysvaiheen aikaisen valvontajärjestelmän signaalin taso oli liian matala laukaistakseen turvallisuusrajat. Signaalin aleneminen johtui polttoaineen tyyppin ja lataustavan muuttumisesta vuosien mittaan, mikä on aiheuttanut muutoksia myös reaktorin tehokajaan. Lisäksi valvontajärjestelmän neutronidetektorien jännitettä oli muutettu tarkoituksena parantaa niiden kestävyttä. Muutoksiin liittyneet koe-työkset eivät kattaneet kyseisten turvallisuusrajojen oikean toiminnan toteamista. Myös Olkiluoto 2:lla polttoaineen lataukseen on tullut muutoksia ja neutronidetektorien jännitettä oli muutettu samalla tavalla kuin Olkiluoto 1:llä, joten vastaavat turvallisuusrajat olivat olleet toimintakunnottomia myös Olkiluoto 2:lla 13.5.2002 päättyneen vuosihuoltoseisokin jälkeen.

Tapahtuman luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1.

Voimayhtiö laski suojausrajoille uudet arvot, jotta ne toimisivat oikealla tehoalueella. Muutetut rajat ohjelmoitiin Olkiluoto 2:n järjestelmään ennen juhannusseisokkia ja rajojen toiminta koestettiin seisokin yhteydessä. Olkiluoto 1:llä muutos tehtiin 4.7.2002, ja rajojen toiminta on tarkoitettu koestaa seuraavan seisokin yhteydessä. Käynnistysalueen valvontajärjestelmän suojausrajoja tarvitaan vasta seisokin yhteydessä.

Voimayhtiö toimitti STUKille kesäkuussa yksityiskohtaisen raportin tapahtumasta sekä sen johdosta suunnitelluista toimenpiteistä. STUK hyväksyi raportin ja tarkasti järjestelmän korjauksia koskevat suunnitelmat ja valvoi järjestelmään tehtyjen muutosten toteuttamisen.

2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

Säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän uudistaminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:n reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmä uudistettiin vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa. Uudistuksella tarkennettiin säätösauvojen ohjausta, parannettiin asentotietojen ja testien raportointia ja vähennettiin häiriöitä. Lisäksi muutoksella pienennetään todennäköisyyttä, jolla säätösauvojen virheellinen ulosveto tapahtuisi, ts. säätösauvat liikkuisivat tarkoitettua enemmän ulos reaktorista.

Olkiluoto 2:llä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmä uusittiin vastaavalla tavalla vuosihuollossa 2001. Saatujen kokemusten perusteella järjestelmän toteutusta korjattiin joiltakin osin, mutta järjestelmän rakenne ja toiminta vastaavat neljännesvuosiraportissa 2/2001 (STUK-B-YTO 211) esitettyä. Vastaavat korjaukset tehtiin vuosihuoltoseisokissa myös Olkiluoto 2:lla.

STUK on valvonut säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmien uudistamista tarkastamalla muutoksia koskevat suunnitelmat ja valvomalla asennusten toteutusta, toimintakokeita ja koekäyttöä ja niitä koskevat tulosasiakirjat.

Suojarakennuksen henkilösulun vahvistaminen Olkiluoto 2:lla

Olkiluodon laitoksilla on useana vuonna tehty muutoksia, joilla parannetaan varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Tämän vuoden vuosihuoltoseisokissa vahvistettiin Olkiluoto 2:n suojarakennuksen henkilösulku. Muutoksen jälkeen suojarakennus kestää aiempaa huomattavasti voimakkaampia yksittäisiä paineiskuja. Niitä saattaisi esiintyä vakavassa onnettomuudessa, jos reaktorisydän sulaisi ja sulaa kulkeutuisi reaktoripainesäiliön läpi suojarakennuksen kuivatilassa olevaan vesialtaaseen. Tietyissä olosuhteissa sulan materiaalin ja veden reagointi voisi synnyttää ns. höyryräjähdysten. Olkiluoto 1:llä vastaava muutostyö tehtiin vuonna 2001.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän venttiilien avautumisehdon muutos Olkiluodon laitosyksiköillä

Olkiluodon laitosyksiköiden keskusvalvomoiden pulpetteihin lisättiin vuosihuoltoseisokeissa vent-

tiilikohtaiset valintakytkimet, joiden avulla voidaan muuttaa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän reaktorin pinnankorkeudesta riippuvaa toimintaväliä hätäjähdytyksen varmistamiseksi eräissä onnettomuustilanteissa.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä huolehtii reaktorin hätäjähdytyksestä suojarakennuksen sisäpuolisten suurten putkien katkeamisissa. Järjestelmän pumpput imevät vetensä suojarakennuksen ns. märkätilan lauhdutusaltaasta siellä olevien imusihtien kautta. Laitosyksiköiden 1990-luvun lopulla tehtyjen tehokorotusten yhteydessä uusittujen onnettomuusanalyysien perusteella havaittiin, että eräissä harvinaisiksi arvioitavissa onnettomuustilanteissa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän toiminta saattaa vaarantua lauhdutusaltaan pinnankorkeuden laskiessa imusihtien tasolle. Analyysien mukaan tämä olisi mahdollista putken katkeamiskohdan sijaitessa reaktorin ja sen termisen suojan välisessä raossa. Tällöin suuri osa vuotovedestä valuisi reaktorin alapuolella olevaan suojarakennuksen kuivatilaan loukkuuntuen sinne eikä olisi ruiskutusjärjestelmän käytettävissä. STUKin kiinnitettyä asiaan huomiota Teollisuuden Voima Oy esitti tilanteen hoitamista siten, että reaktorialtaasta valutetaan onnettomuustilanteen aikana vettä lauhdutusaltaaseen sen riittävän pinnankorkeuden turvaamiseksi. Tämän ratkaisun käyttökelpoisuuden osoittamiseksi tehtiin vuonna 2000 kokeita. Niiden tulokset eivät kuitenkaan tukeneet valitun menettelyn riittävyttä, joten STUK edellytti voimayhtiöltä uutta suunnitelmaa tilanteen hoitamiseksi.

Uuden suunnitelman mukaan reaktorin jäähdytys voidaan turvata muuttamalla reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän reaktorin pinnankorkeudesta riippuvaa toimintaväliä onnettomuustilanteen niin vaatiessa. Jos lauhdutusaltaan pinta onnettomuustilanteessa laskee lähelle reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän imusihtien yläreunaa, ohjaaja voi valvomossa olevilla venttiilikohteisilla valintakytkimillä muuttaa järjestelmän toimintatapaa siten, että järjestelmä ei syötä vettä reaktoriin pinnankorkeuden laskiessa alle normaalin rajan. Reaktoriin syöttää vettä onnettomuustilanteessa myös apusyöttövesijärjestelmä, joka ottaa vetensä suojarakennuksen ulkopuolelta. Apusyöttövesijärjestelmän kapasiteetti riittää onnettomuuden alkuvaiheen jälkeen reaktorin

jäähdyttämiseen ja reaktorin pinnan pitämiseen niin korkealla, että ruiskutusjärjestelmä ei syötä vettä reaktoriin. Jos reaktorin pinta kuitenkin laskee lähelle sydämen yläreunaa, ruiskutusjärjestelmä käynnistyy automaattisesti syöttämään vettä reaktoriin.

STUK hyväksyi uuden periaateratkaisun lauhdutusaltaan pinnankorkeuden hallitsemiseksi onnettomuustilanteessa. Muutos toteutettiin vuoden 2002 seisokissa molemmilla laitossyksiköillä. STUK hyväksyi valintakytkimet ja painonapit käyttöön vuoden 2003 vuosihuoltoseisokkiin saakka, jolloin ne on tarkoitus vaihtaa korkeamman laatuvaatimustason täyttäviin laitteisiin.

Pyörivien muuttajakoneiden korvaaminen UPS-laitteistoilla

Olkiluodon laitossyksiköillä käynnistyi vuosihuolloissa 2001 muutostyöprojekti, jonka tarkoituksena on korvata ikääntyvät pyörivät tasa-/vaihtosähkömuuttajakoneet nykyaikaisilla UPS-laitteistoilla (UPS, Uninterruptible Power System, katkeamaton jännitteensyöttö). Pyörivä muuttajakoneyksikkö koostui tasavirtamoottorista, joka pyöritti vaihtosähkögeneraattoria. UPS-laitteisto koostuu tasa- ja vaihtosuuntaajayksiköstä sekä varavoimalähteenä toimivasta akustosta. Muuttajakoneen samoin kuin UPS-laitteiston tehtävänä on huolehtia paristovarmennetun 400 voltin vaihtosähköjärjestelmän sähkötehon saannista kaikissa laitossyksiköiden käyttötilanteissa.

Kummallakin Olkiluodon laitossyksiköllä oli yhteensä neljä muuttajakonetta. Muuttajakoneiden uusimisen syynä olivat koneiden kohonneet huoltokustannukset, huono hyötysuhde ja ikääntymisen aiheuttamat vikautumiset.

Vuoden 2001 vuosihuoltoseisokeissa Olkiluoto 1:llä asennettiin ja otettiin käyttöön yksi ja Olkiluoto 2:lla kaksi uutta UPS-laitteistoa. Loput viisi UPS-laitteistoa asennettiin ja otettiin käyttöön laitossyksiköiden vuoden 2002 vuosihuoltoseisokkien aikana.

STUK valvoi muutostöiden toteutusta ja teki muutostöille käyttöönottotarkastukset.

Prosessitietokoneiden prosessiliitynnän modernisointi Olkiluoto 1:llä

Vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:n prosessitietokonejärjestelmän vanhimmat tietokoneet prosessiliityntälaitteistoinen uusittiin ja va-

rustettiin käyttöliittymillä. Liityntälaitteisto kerää ja välittää mittausta- ja tilatietoja prosessitietokonejärjestelmään ja prosessiautomaation käyttöliittymäjärjestelmään. Uusittu laitteisto muodostaa analogiatiedon keruun osalta uuden järjestelmän "Tiedonkeruu- ja lämpötilavalvontajärjestelmä". Sen prosessorien sähkönsyötöt ja tietoliikenneväylät on kahdennettu käyttövarmuuden lisäämiseksi. Uusi järjestelmä tekee myös lämpötilamittauksiin liittyviä ohjauksia. Lisäksi järjestelmä suorittaa signaalien rajavalvontaa ja hälytystoimintoja sekä jälleenantoa valvomon ohjaus- ja hälytystauluihin, sähkömoottoreiden käyntiaikalaskentaa sekä trendien keruuta ja laskentaa.

Samalla ajanmukaistettu hälytystietokone muodostaa oman järjestelmänsä. Se kerää prosessien binääriset tapahtumatiedot ja lähettää ne prosessitietokoneelle uuden järjestelmän kautta.

Vastaavat muutokset toteutetaan Olkiluoto 2:lla vuosihuollossa 2003. Tätä varten vuoden 2002 vuosihuollossa tehtiin valmistelevat työt.

Prosessitietokonejärjestelmällä ja sen tiedonkeruujärjestelmällä on vain välillistä turvallisuusmerkitystä, joten STUKin valvonta on rajoittunut muutoksen ennakkosuunnitelman tarkastamiseen ja muutostyön yleisvalvontaan vuosihuoltoseisokin aikana.

2.3 Muu STUKin suorittama valvonta

STUK teki sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla tarkastusohjelmaansa kuuluvia tarkastuksia. Ohjelman mukaiset tarkastukset toteutetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuoden 2002 tarkastusohjelma sisältää 14 tarkastusta Loviisan laitokselle ja 15 Olkiluodon laitokselle. Loviisan voimalaitoksella tehtiin tällä vuosineljänneksellä neljä tarkastusta ja Olkiluodon laitoksella yksi tarkastus.

Ydinvoimalaitostapahtumia koskevan valvonnan lisäksi STUKissa tarkastettiin erilaisia voimayhtiöiden toimittamia suunnitelmia, analyysyjä ja raportteja. STUK hyväksyi Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta niiden palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä. STUK hyväksyi voimayhtiöiden hakemukselta myös testauslaitoksia ja niiden palveluksessa olevia henkilöitä tekemään ydinvoimalaitosten mekaanisten laitteiden tarkastuksia ja testauk-

sia. Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksyttiin Tarkastuslaitos Loviisa YVL suorittamaan mekaanisten laitteiden ja rakenteiden tarkastuksia. Lisäksi Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksyttiin hakijan palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan Lo-

viisan laitoksen sähkö- ja automaatioteknisten korjaus- ja muutostöiden käyttöönottotarkastuksia.

Vuosineljänneksellä tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita Loviisan eikä Olkiluodon laitosesiköiden käyttötoiminnassa.

3 Ydinjätehuolto

Ei raportoitavia asioita vuoden 2002 toiselta neljännekseltä.

4 Ydinmateriaalivalvonta

Marko Hämäläinen

Vuoden 2002 toisella neljänneksellä STUK teki neljä tarkastusta Olkiluodon voimalaitoksella. Kesäkuussa tehdyssä tarkastuksessa mitattiin GBUV-menetelmällä (Gamma Burn-Up Verification) 20 polttoainenippua käytetyn polttoaineen varastossa. Mittauksilla todennettiin voimayhtiön ilmoittamien ydinmateriaalitietojen oikeellisuus. Kolme muuta tarkastusta Olkiluotoon STUK teki IAEA:n ja ESO:n (Euratom Safeguards Office) tarkastusten yhteydessä. Loviisan ydinvoimalaitoksella STUK teki kolme tarkastusta, joista yksi tehtiin IAEA:n ja ESO:n tarkastuksen yhteydessä. Kahdella muulla tarkastuksella STUK tarkasti tutkittavana olleen nipun, jota oli tutkimusten yhteydessä purettu.

Tarkastuksissa STUK, IAEA ja ESO tarkastivat ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat sinetöin-

nit ja valvontakameroiden huoltotoimet. Olkiluodossa STUK, IAEA ja ESO lisäksi identifioivat vuosihuoltojen yhteydessä molempiin reaktoreihin ladatut polttoaineniput.

STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle sen hakemuksesta ydinenergiain mukaisen luvan säätösauvakoneiston suojausputken ja välitankojen (10 kpl) tuontiin Tshekin tasavallasta. Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksyttiin myös ydinpolttoaineen kuljetussuunnitelma, joka koski Espanjasta Loviisan voimalaitokselle tuotavaa tuoreen polttoaineen erää. STUK hyväksyi myös venäläisen tuoreen polttoaineen pakkaustyypin käytettäväksi Suomessa tuoreen polttoaineen kuljetukseen. Loviisan voimalaitokselle tuotiin toukokuussa Venäjältä 90 ja kesäkuussa Espanjasta 102 tuoretta polttoainenippua.

STUK hyväksyi kolme uutta ESO:n tarkastajaa tekemään tarkastuksia Suomen ydinlaitoksilla.

5 STUKin valmiustoiminta

Anne Weltner, Teemu Siiskonen, Pertti Niskala

5.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat

Vuoden 2002 toisella neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä 33 kertaa. Kolmessa tapauksessa yhteydenotot koskivat käyttötapahtumia Suomen ydinvoimalaitoksilla. Suomen ydinvoimalaitosten tapahtumia selvitetään luvussa 2. Ulkomaisia tapahtumia oli yksi. Muut päivystäjän vastaanottamat ilmoitukset liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mitausasemilla, yhteyskokeiluihin ja erilaisiin tiedotusluonteisiin asioihin.

Tapahtumat ulkomailla

Greenpeacen aktivistit tunkeutuivat ydinvoimalaitokseen Espanjassa

Euroopan komissio ilmoitti 26.4.2002 jäsenmaille, että Espanjan ydinturvallisuusviranomaisilta saadun tiedon mukaan Greenpeacen aktivistit olivat tunkeutuneet José Cabreran ydinvoimalaitokseen 25.4.2002. Laitos sijaitsee noin 70 km Madridista itään. Laitoksesta käytetään myös nimeä Zorita.

Kuusi Greenpeacen aktivistia oli tunkeutunut ydinvoimalaitoksen aidan yli ja kiivennyt reaktorirakennuksen kupolin päälle. He vaativat ydinvoimalaitoksen pysyvää sulkemista. Espanjan ydinturvallisuusviranomainen CSN sai tapahtumasta tiedon välittömästi. Laitoksella käynnistettiin turvasuunnitelmien mukaiset toimenpiteet ja reaktori pysäytettiin. Muutaman tunnin jälkeen aktivistit luopuivat reaktorin valtauksesta. Koko välikohtauksen ajan ydinvoimalaitoksen turvallisuus oli taattu. Espanjan ydinturvallisuusviranomainen edellytti, että ennen laitoksen käynnistämistä tulee varmistaa turvallisuusjärjestelmien kunto sekä tarkastaa laitos.

Joulukuussa Ruotsista USA:han lähetetty iridiumpakkkaus säteili jo Pariisissa

Edellisessä neljännesvuosiraportissa (1/2002) kerrottiin, että ruotsalainen Studsvik Nuclear AB oli lähettänyt joulukuussa 2001 USA:han iridium-192:ta sisältävän pakkauksen. Määränpäässään New Orleansissa pakkauksen havaittiin säteilevän. Radioaktiiviset metallista iridium-192:ta sisältävät rakeet oli pakattu kolmeen alle 0,5 cm korkeaan kapseliin. Kapselit oli pakattu paksun säteilysuojapakkauksen sisään ja se vastaavasti suurempaan kuljetuslaatikkoon. Kuljetuksen aikana kahden kapselin korkki oli auennut ja iridiumrakeita oli päässyt kapselien ulkopuolelle sisempään säteilysuojaan. Iridiumrakeiden aiheuttama hyvin kapea säteilykeila pystyi tunkeutumaan sisemmän säteilysuojapakkauksen kannen raosta ulomman kuljetuspakkauksen ulkopuolelle yhdeltä kannen puoleiselta sivulta. Radioaktiivinen aine pysyi koko ajan sisemmän säteilysuojan sisällä. Kapseleiden aukeamisen ajankohtaa ei pystytty määrittämään. Silloisen tiedon mukaan Euroopan puolella ei ollut todettu kohonneita säteilyannoksia tai annosnopeuksia.

Ranskan ydinturvallisuusviranomainen ASN sai tiedon asiasta tammikuussa ja määräsi säteilysuojelu- ja ydinturvallisuusinstituutin (IRSN) selvittämään pakkauksen käsittelyyn osallistuneen, kuriiripostia kuljettavan yhtiön Federal Expressin henkilökunnan saamia säteilyannoksia. Toukokuussa ASN raportoi, että Roissyn lentokentällä Pariisissa työskenteleville henkilöille oli tehty tarkempi annosarvio, joka osoitti kahden virkailijan saaneen 15 mSv:n suuruusluokkaa olevan säteilyannoksen. Neljälle henkilölle tehtiin tarkemmat veren kromosomianalyysit, jotka valmistuivat kesäkuussa. Analyysit osoittivat, että yksi henkilöistä oli saanut noin 100 mSv:n (30–170 mSv) suuruisen säteilyannoksen. ASN:n mukaan voidaan vahvasti olettaa, vaikka täyttä var-

muutta ei olekaan, että annos johtui nimenomaan säteillestä iridium-pakkauksesta. Kun säteilevä pakkaus havaittiin USA:ssa tammikuussa, pakkausta kuljettaneen autonkuljettajan annokseksi arvioitiin 3,4 mSv.

Vastaisen varalta ASN määräsi koulutusta ja antoi ohjeita Federal Expressin henkilökunnalle, jotta pakkausten käsittelyssä mahdollisesti saatavat säteilyannokset jäisivät niin pieniksi kuin kohtuullisin toimin on mahdollista. ASN tiedotti asiasta Ranskan ilmailuviranomaiselle sekä Ruotsin ja USA:n säteilyturvallisuusviranomaisille.

Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI selvitti pakkausta käsitelleiden henkilöiden saamia säteilyannoksia. Seitsemän ruotsalaisen verinäytteet analysoitiin STUKissa kromosomianalyysimenetelmän avulla, mutta tutkimuksissa ei havaittu määritysrajan (noin 150 mSv) ylittäviä säteilyannoksia.

Säteilytyössä työntekijän suurin sallittu annos on yhteensä 100 mSv viiden vuoden aikana siten, että yhden vuoden aikana säteilyannos saa olla korkeintaan 50 mSv.

5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot

Ympäristön säteilyvalvonta on STUKin tehtävä. Säteilytilannetta tarkkaillaan jatkuvasti koko maassa ja pienistäkin muutoksista saadaan tieto välittömästi. Säteilytilanne Suomessa oli vuosineljänneksellä normaali.

Ulkoisen säteilyn annosnopeus Suomessa

STUKin päivystäjä sai vuosineljänneksellä yhdeksän ilmoitusta ulkoisen säteilyn mittausasemilta. Yksi hälytys liittyi mittausaseman testaukseen. Muut hälytykset aiheutuivat vikaantuneista mittareista, joista viisi oli STUKin ja kolme Puolustusvoimien.

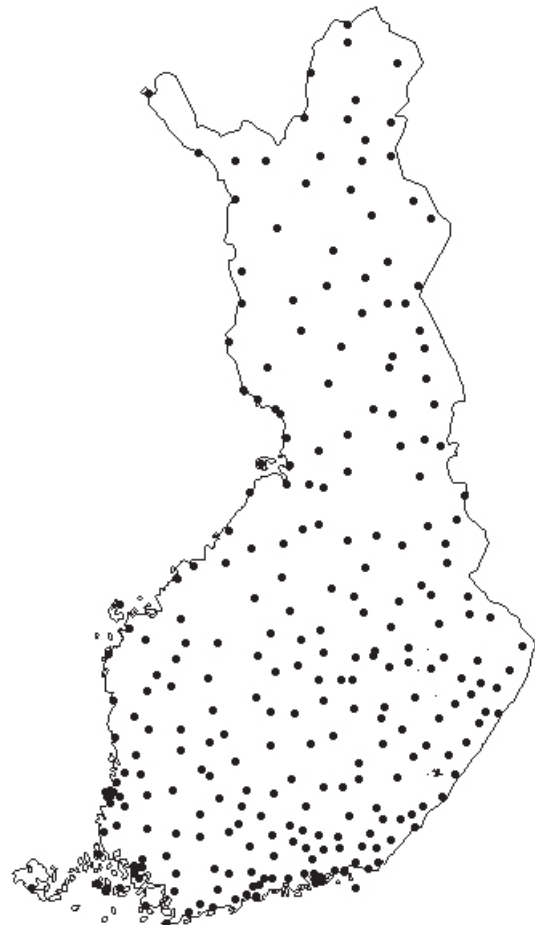
Suomen automaattiset mittausasemat hälyttävät, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää 0,4 $\mu\text{Sv/h}$. Taustasäteily vaihtelee Suomessa paikakunnittain ollen välillä 0,04–0,30 $\mu\text{Sv/h}$. Vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin Suomessa mitattu ulkoisen säteilyn annosnopeus oli lyhytaikaisesti 5 $\mu\text{Sv/h}$. Sisätiloihin on aiheellista suojautua, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus on yli 100 $\mu\text{Sv/h}$.

Ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämällä valvontaverkolla, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mittausasemaa. Mittausasemien sijainnit ilmenevät kuvasta 6. Jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon, niin STUKin päivystäjä saa heti tiedon ylityksestä. Säteilytietoja eri puolilta Suomea raportoidaan päivittäin STUKin Internet-sivulla www.stuk.fi/sateilytilanne.

Leningradin ydinvoimalaitoksen säteilyvalvontaverkko

STUKin päivystäjä ei saanut yhtään hälytystä Leningradin ydinvoimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevilta säteilyn mittausasemilta.

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen säteilyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat



Kuva 6. Automaattiset ulkoisen säteilyn mittausasemat.

Suomeen satelliitin välityksellä. Myös näiltä asemilta hälytys tulee samalla tavalla kuin Suomen asemilta suoraan STUKin päivystäjälle.

Ulkoilman radioaktiiviset aineet

Vuosineljänneksellä havaittiin Kajaanissa koboltti-60:tä viikon pituisella jaksolla ja Jyväskylässä jodi-131:tä kolmella viikon pituisella jaksolla. Havainnot esitetään taulukossa I. Vastaavanlaisia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa. Havaittujen radioaktiivisten aineiden määrät ovat niin vähäisiä, että niistä ei aiheudu terveyshaittoja. Esimerkiksi joditablettien nauttimista suositellaan, jos ¹³¹I-pitoisuus on tuhansia becquerelejä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m³) eli miljardikertainen havaittuihin määriin nähden. Pienten määrien alkuperää on usein vaikea osoittaa.

STUKilla on ilmanäytteiden kerääjiä kahdeksalla paikkakunnalla, jotka ilmenevät kuvasta 7. Ulkoilman sisältämät radioaktiiviset aineet määritetään imemällä suuri määrä ilmaa suodattimen läpi ja analysoimalla suodattimeen jääneet radioaktiiviset aineet laboratoriossa. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa.

STUK seuraa radioaktiivisten aineiden pitoisuutta myös laskeumassa ja elintarvikkeissa. Ihmisen elimistöön joutuneet radioaktiiviset aineet havaitaan kokokehomittauksilla. Kaikki valtakunnallisen säteilyvalvonnan tulokset esitetään STUKin raporttisarjassa STUK-B-TKO.

Rajavalvonta ja kuljetukset

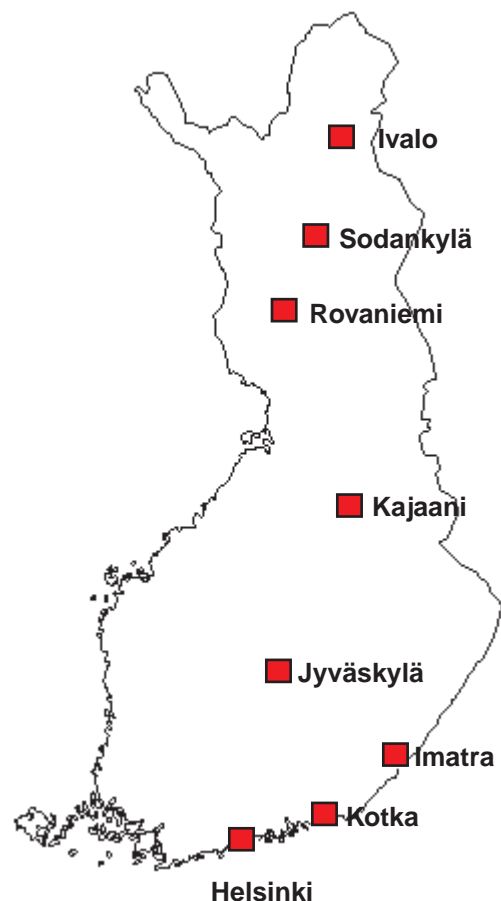
Vuosineljänneksen aikana rajavalvontaan tai kuljetuksiin liittyen ei ollut tapauksia, joissa olisi otettu yhteyttä STUKin päivystäjään.

Tullin säteilyvalvonta kattaa rautatieliikenteen, maantieliikenteen, laiva- ja lentoliikenteen, mukaan lukien matkatavarat ja postilähettykset. Tarkoituksena on estää luvattomien kuljetusten saapuminen maahan. Tullin kiinteiden säteilyvalvontalaitteiden sijaintipaikat esitetään kuvassa 8.

Tulli ilmoittaa STUKin yhdyshenkilölle poikkeavista säteilyhavainnoista. Virka-ajan ulkopuolella yhteydenottoja tulee myös päivystäjälle.

Taulukko I. STUKin keräysasemilla huhti-kesäkuussa tehdyt poikkeavat havainnot. Radionuklidien pitoisuus on ilmoitettu yksikössä $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Mittausepätaarkkuus on suluissa.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radionuklidi	Pitoisuus, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
8.4.–15.4.2002	Jyväskylä	¹³¹ I	2,1 (19 %)
9.4.–15.4.2002	Kajaani	⁶⁰ Co	0,14 (18 %)
27.5.–3.6.2002	Jyväskylä	¹³¹ I	1,2 (24 %)
3.6.–10.6.2002	Jyväskylä	¹³¹ I	0,8 (26 %)



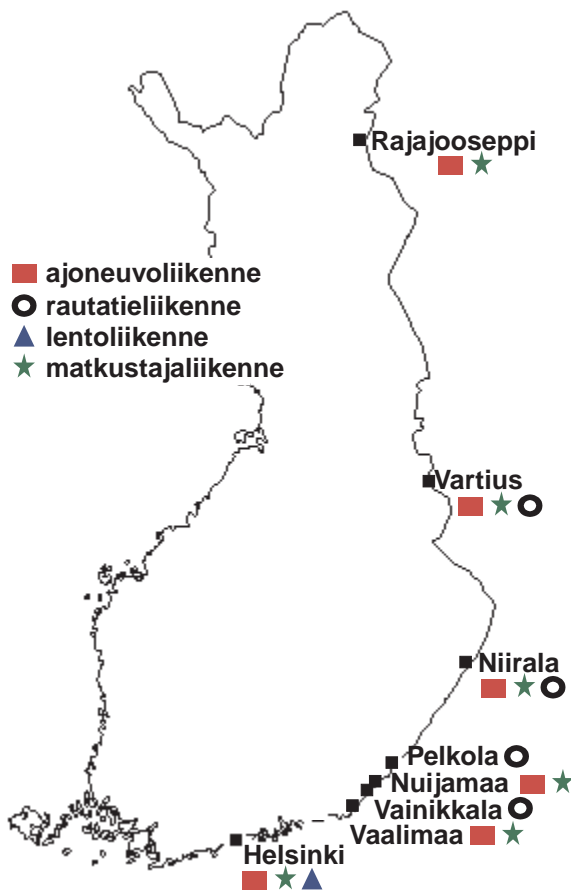
Kuva 7. STUKin keräysasemat ilmanäytteiden keräämistä varten.

5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut

Valmiusharjoitukset

Säteilyturvakeskus osallistui 28.5.2002 kansainväliseen harjoitukseen, jossa testattiin ydinvoimalaitosonnettomuuden yhteydessä käytettäviä päätöksenteon tukijärjestelmiä (ARGOS, RODOS ja RECASS). Tukijärjestelmien avulla arvioidaan onnettomuuden aiheuttamia haittavaikutuksia sekä eri suojelutoimenpiteiden hyötyjä.

Harjoitus oli toinen EU:n rahoittamasta neljän harjoituksen sarjasta (neljännesvuosiraportti 1/2002). Tämän harjoituksen päätavoite oli arvioida mitä tietoa tarvitaan ja voidaan vaihtaa naa-



Kuva 8. Tullin kiinteät säteilyvalvontalaitteet.

purimaiden välillä tilannekuvan luomiseksi ja päätöksenteon tueksi. Harjoitukseen osallistui 18 maata Euroopasta. STUKista mukana oli 18 henkilöä.

Harjoitustilanteessa jokaisessa osallistujamaassa oli samanlainen kuvitteellinen ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttama säteilytilanne. Tilanne- ja teknisen tiedon välitystä testattiin Internetin ja sähköpostin välityksellä.

Tanskan johdolla on kehitetty ARGOS-järjestelmää, joka on käytössä Tanskassa, Irlannissa, Puolassa, Virossa, Liettuassa ja Latviassa. RODOS-järjestelmää on kehitetty EU:n tuella. Se on käytössä Saksassa, Suomessa, Slovakiassa ja Unkarissa sekä testikäytössä useassa Keski- ja Itä-Euroopan valtiossa. RECASS on kehitetty Venäjällä.

Yhteyskokeilut

Vuoden 2002 toisen neljänneksen aikana STUKin päivystäjä sai yhteensä 14 yhteydenottoa, jotka liittyivät kansainvälisiin yhteyskokeiluihin. Yhteyskokeiluja lähettivät niin virka-aikana kuin virka-ajan ulkopuolellakin Norja, Ruotsi, Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitokset, Pietarin valmiuskeskus ja Euroopan komissio. STUKin päivystäjä vastasi yhteyskokeiluihin välittömästi. STUK puolestaan testasi yhteyksiä Moskovan valmiuskeskukseen. Yhteyskokeilut perustuvat säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta tehtyihin sopimuksiin, joita Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa. Yhteyksiä testataan säännöllisesti.

STUKissa tehtiin kesäkuussa STUKin gsm-puhelinten haltijoille tavoitettavuuskokeilu virka-ajan ulkopuolella. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 89 % testatuista. STUKissa siirryttiin vuoden 2002 alussa gsm-pohjaiseen hälytysjärjestelmään, joka korvasi entisen hakulaitteisiin perustuvan järjestelmän. STUKin henkilökunnan tavoitettavuutta testataan vähintään neljä kertaa vuodessa.

6 Lähialueen ydinvoimalaitokset

Leif Blomqvist, Marko Hämäläinen

Ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävä lähialueyhteistyö Venäjän ja Baltian maiden ydinturvallisuuden parantamiseksi jatkui. STUK toimi hankkeiden suomalaisena koordinoijana ja osallistui toisaalta itse turvallisuusviranomaisten tukiohjelman ja osin myös ydinvoimalaitosten parannusohjelmien toteutukseen.

Leningradin ydinvoimalaitoksen turvallisuusanalyysijä tukevan kansainvälisen projektin (LISA) teknisen komitean kokous pidettiin STUKissa huhtikuussa. Sen jatkona oli Leningradin ydinvoimalaitoksen primääripiirin eheyttä tarkastelevan projektin (PCI) valmisteleva kokous. PCI-hanke on sovittu sisällytettäväksi LISA-projektiin. RBMK-tyyppisten reaktorien, jollainen mm. Leningradin laitoksen reaktori on, primääripiirien austeniittisten rautaputkien kunto on pitkään ollut huolenaineena. PCI-hankkeen toivotaan nyt tuottavan puolueettoman asiantuntija-arvion Leningradin laitoksen primääripiirin kunosta.

Leningradin laitoksen radiopuhelinjärjestelmään liittyen järjestettiin koulutusta Turengissa toukokuussa. Pohjoismaisena yhteishankkeena on suunnitteilla laitoksella kohta 10 vuotta toimineen radiopuhelinjärjestelmän uusimista digitaalisiksi. Hanketta valmisteleva kokous oli toukokuussa Ruotsissa.

Leningradin laitoksen kansainvälinen osasto vieraili STUKissa sekä Fortumilla toukokuussa. Vieraat tutustuivat suomalaiseen turvallisuusviranomais- ja yrityskulttuuriin ja loivat suoria kontakteja STUKin henkilöihin, joiden kanssa ovat säännöllisesti tekemisissä. Samalla vieraat pystyivät valaisemaan käytännön seurauksia Leningradin voimalaitoksen käyttöorganisaation su-lauttamisesta Rosenergoatomiin.

Kuolan ydinvoimalaitokselle kesäkuussa teh-

dyllä vierailulla STUKin edustajat tutustuivat laitoksen säteilymittausautoon sekä kävivät keskustelut kuluvan ja seuraavan vuoden yhteistyö-ohjelmista.

Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen GANin Leningradin ja Kuolan paikallistarkastustoimistojen päälliköt vierailivat STUKissa toukokuussa. Vierailun aikana kuultiin mm. alustukset Leningradin laitoksen halkaisijaltaan 300 mm putkien säröistä sekä grafiitin paisumista polttoainekana-vissa eri laitosyksiköillä ja kriteereitä kanavien vaihtamistarpeelle.

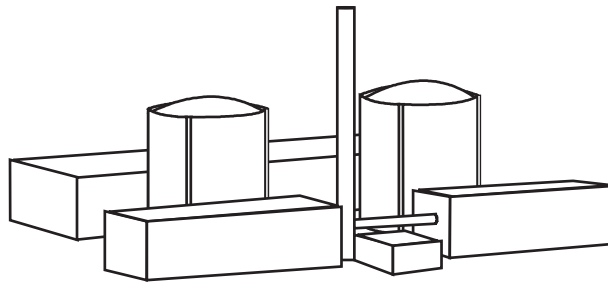
Pohjoismaisten lähialueyhteistyöohjelmien koordinoitiryhmän (NNCG) kokous pidettiin STUKissa huhtikuussa. Ryhmään kuuluvat pohjoismaiset organisaatiot, jotka ovat vastuussa maidensa kahdenvälisistä säteily- ja ydinturvallisuusalan tukiohjelmista Venäjälle ja Baltian maihin. Pääaiheina kokouksessa olivat kansallisten katsausten lisäksi Luoteis-Venäjän ongelmat ydinjätteiden ja käytetyn polttoaineen käsittelyssä, erityisesti ns. Andrejeva-lahden hanke.

Venäjän yhteistyöohjelman puitteissa STUKin edustajat olivat asiantuntijoina huhtikuussa Moskovassa järjestetyssä ydinterrorismin vastaista toimintaa käsitelleessä Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen GANin järjestämässä seminaarissa. Venäjän rajavalvontaviranomaisille järjestettiin "Radioaktiivisuuden valvonta rajoilla"-kurssi huhtikuussa Helsingissä. Kurssilla luennoitiin mm. radioaktiivisuus- ja ydinmateriaalivalvonnan sekä säteilyltä suojautumisen perusteista ja järjestettiin radioaktiivisten aineiden etsintäharjoituksia. Kesäkuussa ryhmä GANin ja Venäjän atomienministeriön asiantuntijoita oli työvierailulla STUKissa ja valmisteli ydinmateriaalivalvonnan ohjetta tilastollisten sovellusten käytöstä ainetta rikkomattomissa mittauksissa.

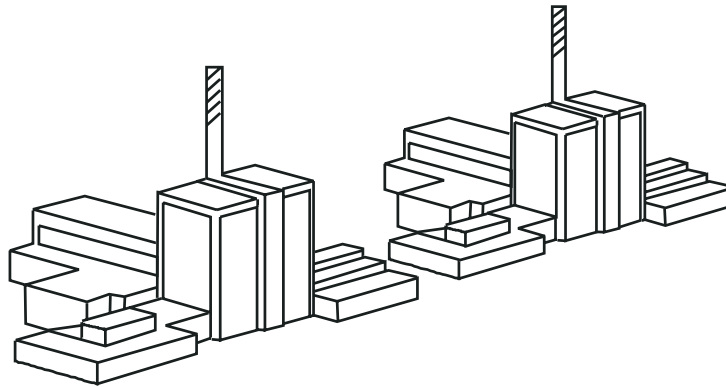
<i>Valtioneuvoston päätökset</i>	Säteilyturvakeskuksen valvonnan ja tarkastustoiminnan kohteet
<i>Periaatepäätös</i>	Ydinvoimalaitoshankkeen valmistelu
	<ul style="list-style-type: none"> • Alustavat laitossuunnitelmat ja turvallisuusperiaatteet • Sijaintipaikka ja ympäristövaikutukset • Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestäminen
<i>Rakentamislupa</i>	Suunnittelu
	<ul style="list-style-type: none"> • Alustava turvallisuusseloste laitoksen suunnitellusta rakenteesta ja toiminnasta sekä alustavat turvallisuusanalyysit • Laitteiden ja rakenteiden turvallisuusluokittelu • Laadunvarmistussuunnitelma • Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuoltoa koskevat suunnitelmat • Turva- ja valmiusjärjestelyt
<i>Käyttölupa</i>	Rakentaminen
	<ul style="list-style-type: none"> • Laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmat, valmistajat, lopullinen rakenne ja asennus paikoilleen • Järjestelmien toimintakokeet • Lopullinen turvallisuusseloste laitoksen rakenteesta ja toiminnasta ja lopulliset turvallisuusanalyysit • Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi • Käyttöorganisaatio ja sen pätevyys • Turvallisuustekniset käyttöehdot • Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta • Ydinjätehuollon menetelmät • Turva- ja valmiusjärjestelyt
	Käyttö
	<ul style="list-style-type: none"> • Koekäyttö eri tehotasoilla • Laitteiden ja rakenteiden kunnossapito, tarkastukset ja testaukset • Järjestelmien ja koko laitoksen käyttö • Käyttöorganisaatio ja johtaminen • Henkilökunnan koulutus • Henkilöiden pätevyys • Poikkeukselliset käyttötapaukset • Korjaus- ja muutostyöt • Uudet polttoainelataukset • Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta • Ydinjätehuolto • Säteilysuojelu ja ympäristön turvallisuus • Turva- ja valmiusjärjestelyt • Palontorjunta

LIITE 2

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



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



Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehumisvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	870/840	Kiehumisvesireaktori (BWR), Asea Atom

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.

LIITE 3**STUKIN VALMIUSTOIMINTA**

Ydinräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueella voi aiheuttaa säteilyvaaratilanteen, jonka seuraukset pahimmassa tapauksessa vaikuttavat koko yhteiskuntaan. Eri viranomaisten vastuualueiden ja tehtävien selkeä jako on olennaista tilanteen aiheuttamien haittojen torjunnassa.

- Suomessa STUK ottaa vastaan kaikki säteilyyn liittyvät hälytykset ja ilmoitukset. Viestin vastaanottaminen on varmistettu ympäri vuokautisella päivystyksellä. Toiminta käynnistyy 15 minuutissa.
- STUK muodostaa tilannekuvan onnettomuudesta ja säteilytasoista, määrittää vaara-alueen ja arvioi tilanteen aiheuttamat haitalliset vaikutukset väestölle ja ympäristölle sekä antaa suositukset suojelutoimista.
- STUK välittää tietoa tilanteesta koti- ja ulkomaisille yhteistyötahoille ja tiedotusvälineille.
- STUK neuvoo muun muassa teollisuutta, kauppaa sekä liikenne- ja tulliviranomaisia haittavaikutusten vähentämisessä ja selvittää tarpeen elintarvikkeiden käyttörajoituksille.
- STUK vastaa säteilyasiantuntemukseen liittyvästä kansainvälisestä avusta.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

