

YDINTURVALLISUUS

Suomi ja lähialueet

Neljännesvuosiraportti 2/2001

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-463-5
ISSN 0781-2884

Edita Oyj, Helsinki 2001

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). *Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 2/2001. STUK-B-YTO 211. Helsinki 2001. 20 s. + liitteet 4 s.*

ISBN 951-712-463-5

ISSN 0781-2884

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa esitetään tietoja Suomen ja Suomen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista ja yleistä mielenkiintoa herättäneistä tapahtumista. Lisäksi raportoidaan Suomen ydinlaitosten ydinmateriaalivalvontaan ja Säteilyturvakeskuksen (STUK) valmiustoimintaan liittyvistä merkittävistä asioista sekä STUKin toiminnasta ydinlaitosten valvontaviranomaisena.

Suomen ydinvoimalaitokset olivat tuotantokäytössä koko toisen vuosineljänneksen lukuun ottamatta Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokkeja ja Loviisa 1:llä ollutta lyhyttä tuotantokatkosta laitosyksikön höyrystintilan tarkistamiseksi pääkiertopumpun moottorin voiteluöljyn vuodon jälkeen. Vuosineljänneksen käyttötapahtumilla ei ollut merkitystä turvallisuuden kannalta. Valvontansa perusteella STUK katsoo, että laitosyksiköiden käyttö oli turvallista.

STUK, Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja Euratomin ydinmateriaalitoimisto ESO tarkastivat Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköillä olevien ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat ydinpolttoaineniput sekä tekivät tarvittavat valvontakameroiden huoltotoimet ja sinetöinnit. Tarkastuksissa ei todettu puutteita voimayhtiöiden ydinmateriaalivalvonnassa. Loviisan voimalaitokselle tuotiin Venäjältä 78 tuoretta ydinpolttoainenippua. STUK hyväksyi nippujen kuljetussuunnitelman.

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

Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA tiedotti Panamassa tapahtuneesta säteilyonnettomuudesta. Virhe sädehoitolaitteen käytössä oli aiheuttanut 28 potilaalle liian suuria säteilyannoksia Panaman kansallisessa syöpäinstituutissa. Suomessa ei käytetä samanlaista tietokonepohjaista annosten suunnittelua kuin Panamassa.

STUK osallistui Ranskan järjestämään kansainväliseen JINEX-valmiusharjoitukseen, joka pidettiin 22.-23.5.2001. Harjoitukseen osallistui 55 maata sekä viisi kansainvälistä järjestöä. Harjoituksessa simuloitiin tilanne, jossa Pohjois-Ranskassa sijaitsevassa kuvitteellisessä ydinvoimalaitoksessa tapahtuu vakava onnettomuus.

STUK jatkoi ulkoasiainministeriön rahoituksella yhteistyötä Suomen lähialueiden ydinturvallisuuden parantamiseksi. STUK toimi parannushankkeiden koordinoijana ja osallistui itse niiden toteutukseen.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisan voimalaitos	6
2.2 Olkiluodon voimalaitos	6
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	11
2.3 Valvontatoiminta	13
3 YDINMATERIAALIVALVONTA	14
4 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	15
4.1 Tapahtumat	15
4.2 Säteilyvalvonta	15
4.3 Rajavalvonta ja kuljetukset	17
4.4 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut	17
5 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	19
5.1 Käyttötapaukset	19
5.2 Suomen lähialueyhteistyö	19
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 merkittävimpiä tapahtumia. Raportissa esitetään myös merkittävimpiä Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita. Lisäksi

raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Yleiskuvaus valmiustoiminnasta esitetään liitteessä 3. Yhteenvedot ydinvoimalaitosten työntekijöiden ja ympäristön säteilyturvallisuudesta esitetään vuoden viimeisen neljänneksen raportissa, ellei normaalista poikkeavaa ole havaittu.

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

2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET

Kirsti Tossavainen, Kirsi Alm-Lytz, Tapani Eurasto, Timo Karjunen, Nina Lahtinen, Ronnie Olander, Hannu Ollikkala, Pentti Rannila, Rainer Rantala, Heikki Saarikoski, Heimo Takala, Tapani Virolainen

2.1 Loviisan voimalaitos

Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat yksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen lukuun ottamatta Loviisa 1:llä toukokuussa ollutta lyhyttä tuotantokatkoa, joka oli tarpeen laitossyksikön höyrystintilan tarkastamiseksi pääkiertopumpun moottorin öljyvudon jälkeen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin tällä vuosineljänneksellä oli 97,8 % ja Loviisa 2:n 97,5 %. Laitossyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2. Laitossyksiköillä ei vuosineljänneksellä ollut turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia.

2.2 Olkiluodon voimalaitos

2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

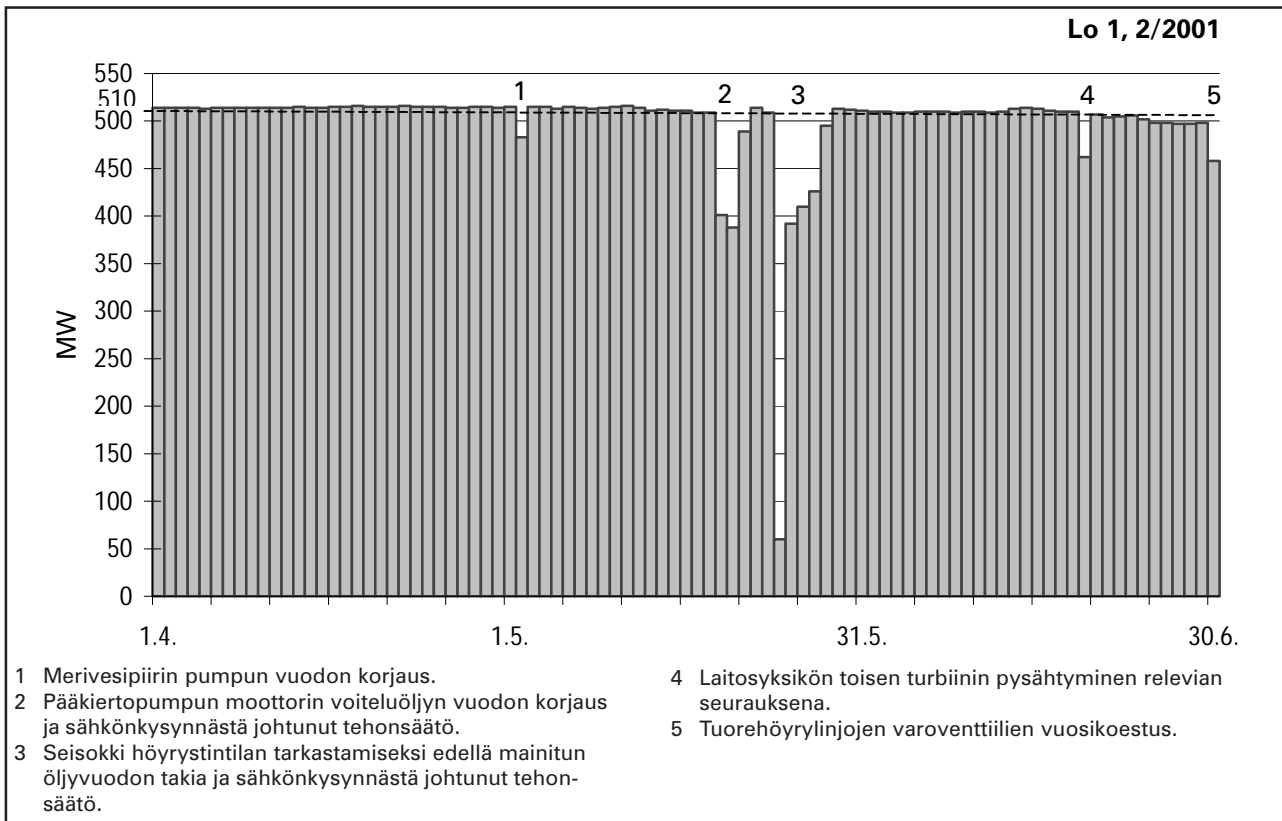
Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat yksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen lukuun ottamatta laitossyksiköiden vuosihuoltoseisokkeja. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 89,5 % ja Olkiluoto 2:n 82,2 %. Laitossyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.

Olkiluoto 2:n vuosihuolto

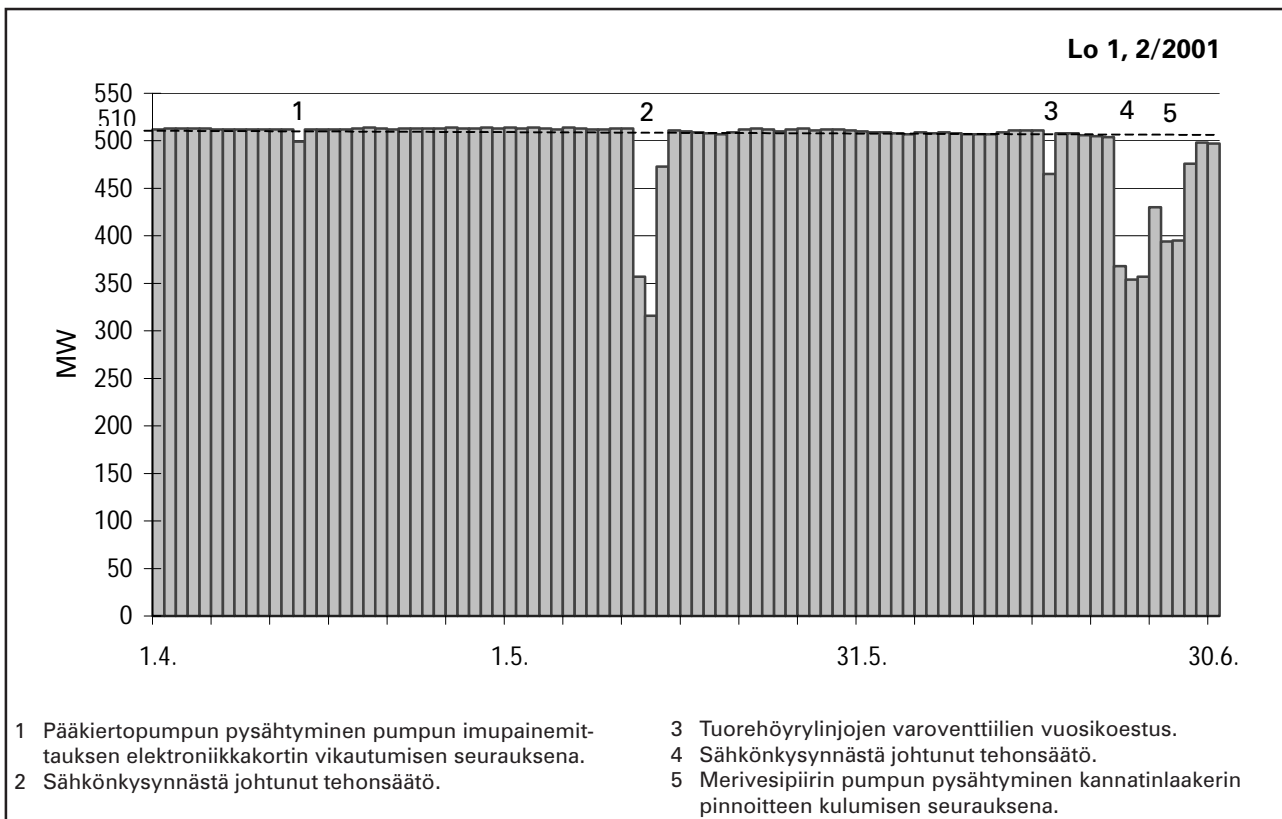
Olkiluoto 2 oli vuosihuollossa 6.–21.5.2001. Laitossyksikkö oli poissa sähköntuotannosta siis noin 15 vuorokautta. Teollisuuden Voima Oy:n oman henkilökunnan lisäksi vuosihuoltoseisokkiin osallistui enimmillään 800 ulkopuolista työntekijää. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoainenvaihdon lisäksi monia laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä. Turvallisuuden kannalta merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan luvussa 2.2.2.

Yhtenä merkittävänä kunnossapitotoimenpiteenä olivat onnettomuustilanteessa tarvittavien venttiilien toimilaitteiden vaihdot, tarkastukset ja koestukset. Reaktorisydämen hätäjäähdytysjärjestelmän toimilaitteiden bakeliittimuovisissa hammaspyörissä oli viime syksyn ja talven aikana havaittu vaurioita ja säröjä, jotka olisivat saattaneet estää venttiilin suunnitellun toiminnan tarvetilanteessa (STUK-B-YTO 209, 2001). Vikojen johdosta voimayhtiö on korvannut toimilaitteita uuden sukupolven laitetyypeillä, jotka eivät enää sisällä bakeliittimuovisia hammaspyöriä. Lisäksi toimilaitteiden bakeliittimuovisia hammaspyöriä on korvattu uusilla varaosilla sekä messinkisillä hammaspyörillä. Venttiilitoimilaitteiden kunnossapitotoimintaa on myös tarkennettu. Olkiluoto 2:lla vaihdettiin seisokissa neljän toimilaitteen hammaspyörät uusiin bakeliittimuovisiin hammaspyöriin ja toimilaitteista poistetut hammaspyörät tarkastettiin. Hammaspyörät todettiin hyväkuntoisiksi eikä niissä myöskään havaittu säröjä. Lisäksi testipenkissä tehtiin eräälle uudella bakeliittihammaspyörällä varustetulle toimilaitetyypille toimintakokeita hammaspyörän kestävyden selvittämiseksi. Kokeiden jälkeen tehdyissä tarkastuksissa hammaspyörä todettiin hyväkuntoiseksi. Bakeliittimuovisia hammaspyöriä sisältävien venttiilitoimilaitteiden ja niiden hammaspyörien seuranta ja vaihtotyötä jatketaan kummallakin Olkiluodon laitossyksiköllä myös tulevana vuosina. STUK teki vuosihuollon aikana venttiilitoimilaitteiden muutostöille tarkastuksia ja seurasi toimilaitteiden ja niiden hammaspyörien testauksia.

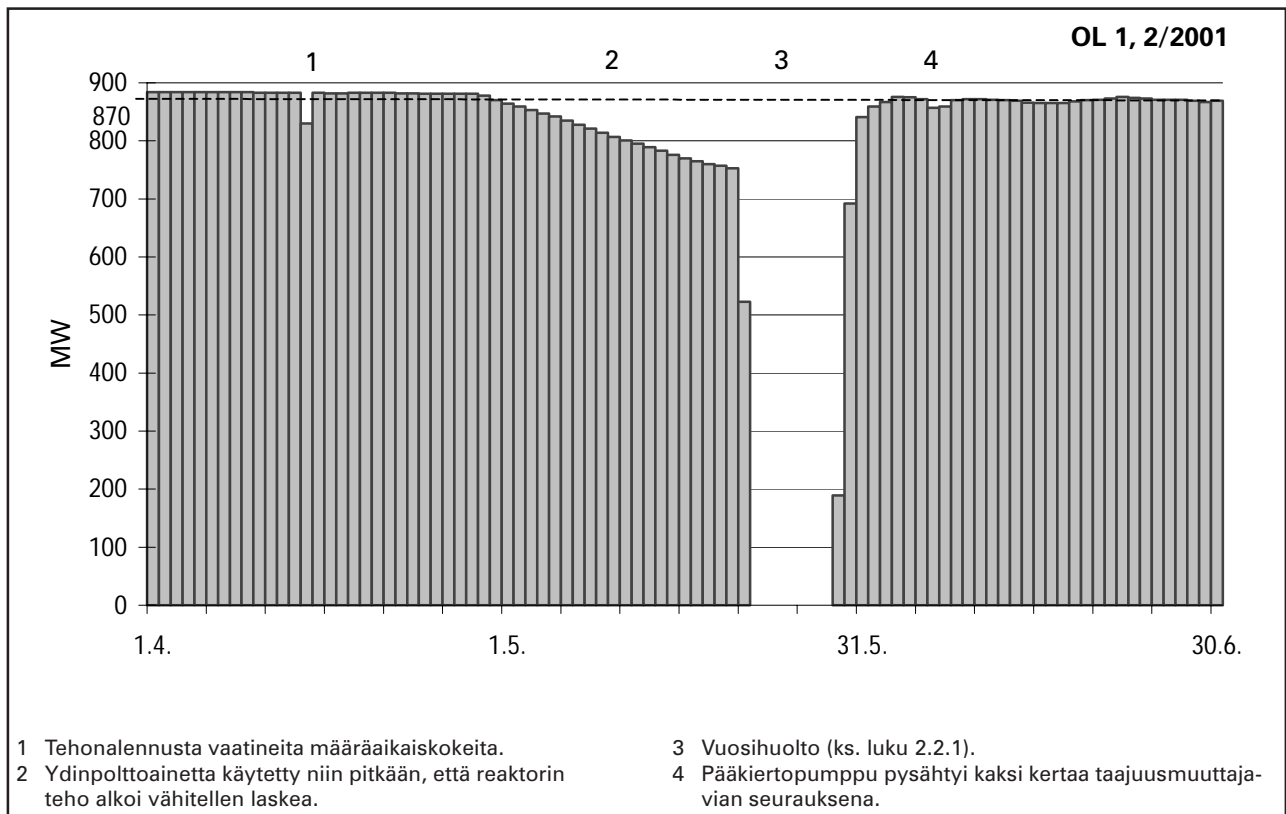
Merkittäviä seisokissa tehtyjä töitä oli myös muutamia neliömetrejä käsittänyt merivesitunnelin lattian betonirakenteen korjaus. Lattiarakenne oli halkeillut betoniterästen korroosion johdosta. Syynä betoniterästen korroosioon on ollut meriveden sisältämä suola sekä rakennusaikainen



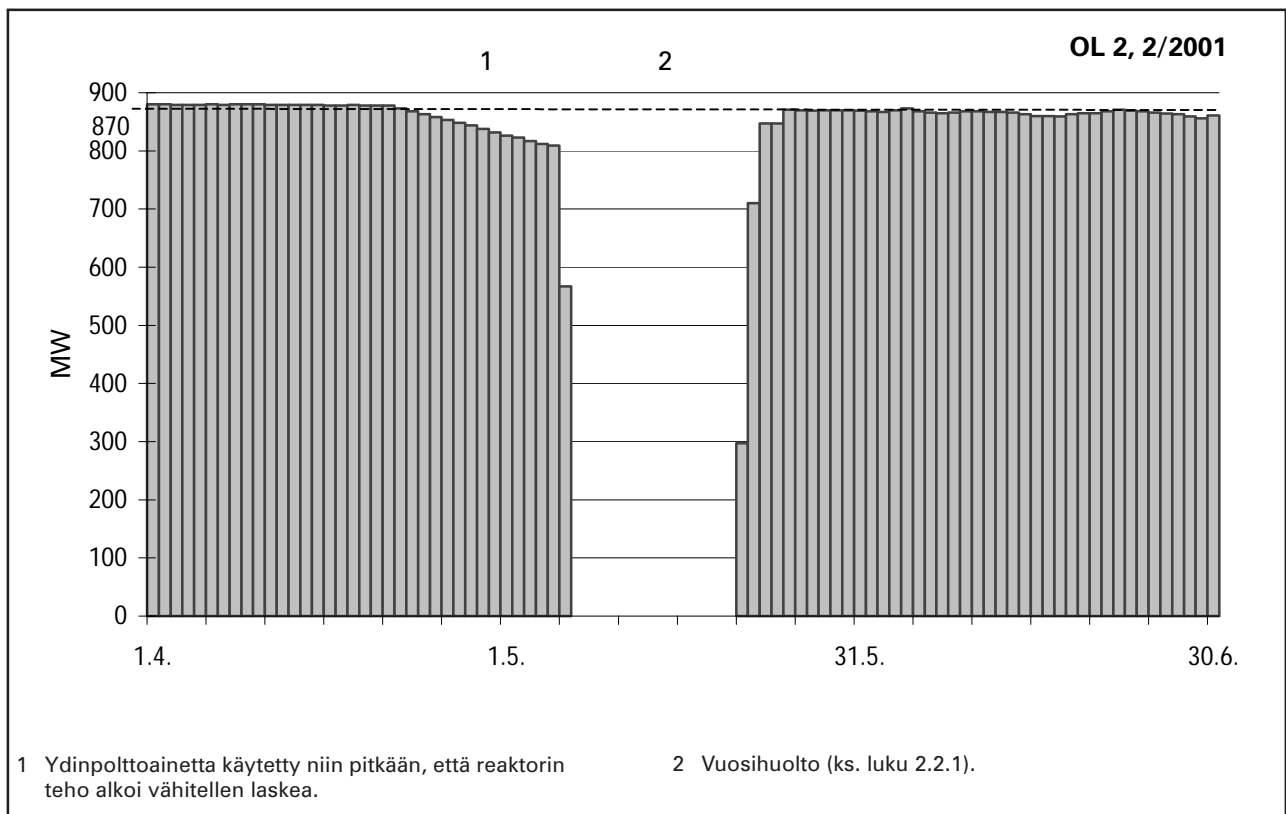
Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2001.



Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2001.



Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2001.

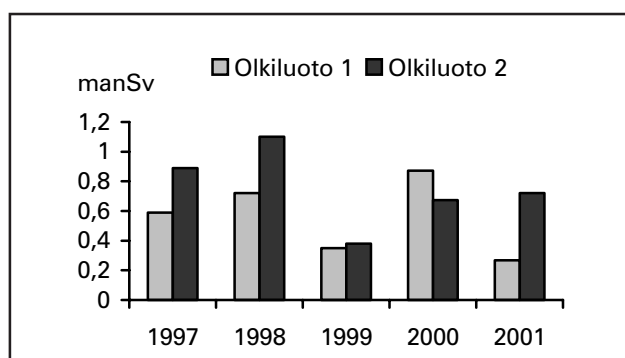


Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2001.

työvirhe, sillä teräksiä suojaava betonikerros oli vauriokohdassa jäänyt alun perin ohueksi. STUK tarkasti korjaussuunnitelman ja korjauksen sen valmistuttua. Vuosihuollossa merivesitunneleihin asennetusta betoniterästen korroosiosuojajärjestelmästä kerrotaan luvussa 2.2.2.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,72 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 2001 oli 7,8 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 18.5.2001. STUKin tarkastajat totesivat seuraavana päivänä laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 21.5.2001. Täydellä teholla laitosyksikkö oli 23.5.2001.



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1 oli pysäytettynä ydinpolttoaineen vaihtoa varten 21.5.–29.5.2001. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta siis noin kahdeksan vuorokautta. Teollisuuden Voima Oy:n oman henkilökunnan lisäksi vuosihuoltoseisokkiin osallistui enimmillään 640 ulkopuolista työntekijää. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi eräitä laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä. Voimayhtiö teki myös Olkiluoto 1:llä onnettomuustilanteessa tarvittavien venttiilien toimilaitteiden vaihtoja, tarkastuksia ja koestuksia. Olkiluoto 1:llä yhden venttiilin toimilaitteen bakeliittimuovinen hammaspyörä vaihdettiin uuteen bakeliittimuoviseen hammaspyörään ja kahden toimilaitteen hammaspyörät tarkastettiin. Tarkastuksissa hammaspyörät todettiin hyväkuntoisiksi. Turvallisuuden kannalta merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan luvussa 2.2.2.

Voimayhtiö tarkasti seisokissa reaktoripaineastian sisäpuolella sijaitsevat hätäjähdytysjärjestelmän putkiosuudet, joissa oli vuosina 1998 ja 1999 havaittu termisen väsymisen aiheuttamia säröjä (STUK-B-YTO 181, 1998 ja STUK-B-193, 1999). Säröt on korjattu ja putkiin on asennettu lämpösuojat uusien säröjen muodostumisen estämiseksi. Nyt tehdyissä tarkastuksissa yhden lämpösuojan todettiin hieman liikkuneen. Lämpösuoja oli liikkunut myös aikaisemmin ja se oli kiristetty takaisin paikoilleen viime vuoden vuosihuollossa. Koska viimevuotinen korjausmenetelmä ei ollut riittävän hyvä ja koska työ on tehtävä sukeltajien avulla ja on työntekijöiden säteilyaltistusta lisäävä toimenpide, voimayhtiö pyrkii ensi vuoden vuosihuoltoon mennessä kehittämään nykyistä paremman ratkaisun lämpösuojan paikallaan pysymiseksi. STUK hyväksyi lämpösuojan kiinnityksen korjaamisen siirron ensi vuoden vuosihuoltoseisokkiin, koska mahdollisuus lämpökilven siirtymiseen kokonaan pois paikaltaan laitosyksikön käynnin aikana on pieni. Lämpösuojan havaittu pieni siirtymä ei oleellisesti kasvata termisen väsymisen riskiä hätäjähdytysputkissa.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,27 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Suu-

rin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa vuonna 2001 oli 8,8 mSv. Olkiluoto 1:n ja 2:n vuosihuoltoseisokeissa suurin yhden henkilön saama säteilyannos oli 11,5 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 28.5.2001. Voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen, kun STUKin tarkastajat olivat samana päivänä todenneet laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 29.5.2001. Täydellä teholla laitosyksikkö oli 31.5.2001.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset tilanteet Olkiluoto 2:lla säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän muutostyön aikana

Olkiluoto 2:n vuosihuoltoseisokissa oli kaksi tilannetta, joissa laitosyksikkö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa. Toisessa tapahtumassa reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävä automatiikka oli ohitettu eli otettu pois toimintavalmiudesta ja toisessa tiedot säätösauvojen asemasta reaktorissa puuttuivat valvomosta. Tapahtumat sattuivat reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän muutostöiden yhteydessä. Muutostöitä kuvataan luvussa 2.2.2.

Reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohitus sattui ydinpolttoaineenvaihdon aikana, kun laitosyksiköllä tehtiin uudistetun järjestelmän toimintakokeita samanaikaisesti reaktorisydämen sisäisten polttoainesiirtojen kanssa. Voimayhtiö oli 13.5.2001 hakenut STUKilta luvan reaktorin ruuvipysäytysautomaatiikan ohittamiseen toimintakokeiden ajaksi, koska kokeita ei olisi muuten voitu tehdä. Ruuvipysäytysautomaatiikka on hydraulisesti tapahtuvaa reaktorin pikasulkua varmentava toiminto, joka pikasulun tarvetilanteessa ajaa säätösauvat sydämeen sähkömoottorien avulla. Laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan ruuvipysäytysautomaatiikan tulee olla laukaistuna sydämen sisäisten polttoainesiirtojen aikana. Aamulla 14.5.2001 STUKin tarkastajat havaitsivat, että

siihen mennessä tehdyissä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän toimintakokeissa myös reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävä automatiikka oli jouduttu ohittamaan. Säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan tulee turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan olla täydessä toimintavalmiudessa mm. polttoaineenvaihdon aikana. Automaatiikan tarkoituksena on estää säätösauvojen ulosveto reaktorista tavalla, joka voisi johtaa tarkoituksettomaan kriittisyyteen.

Tapahtuman syynä oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen määräysten virheellinen tulkinta. Virheellisen tulkinnan on arvioitu osaltaan johtuneen kahta päivää aikaisemmin eli 11.5.2001 sattuneesta tapahtumasta, jolloin sähköisen erotuksen vuoksi valvomosta olivat hävinneet tiedot kaikkien säätösauvojen asemasta reaktorissa. Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja tulkittiin laitosyksiköllä niin, että tässä tilanteessa voitiin jatkaa säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän toimintakokeita. Myöhemmin todettiin, että säätösauvojen asematiedot olisi pitänyt palauttaa ja että töiden jatkaminen olisi edellyttänyt STUKin lupaa. Näin ollen tämänkin tapahtuman yhteydessä poikettiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksesta.

Reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohittamisella eikä säätösauvojen asematietojen puuttumisella ollut käytännössä merkitystä turvallisuudelle kyseisessä tilanteessa, jossa kaikki säätösauvat olivat täysin sisäänajettuina reaktorisydämessä ja säätösauvojen liikkumisen estämiseksi niiden toimilaitteiden sulakkeet oli poistettu ja sähkön syöttökatkaisijat avattu. STUK hyväksyi 14.5.2001 voimayhtiön hakemuksesta säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohitukset säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän jäljellä olevien toimintakokeiden ajaksi. Lisäksi voimayhtiö toimitti STUKille kesäkuussa yksityiskohtaisen raportin tapahtumista ja niihin johtaneista syistä sekä toimenpiteistä vastaavien tapahtumien toistumisen estämiseksi. Tapahtumat luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtumien analysoinnissa havaitut kehittämistoimenpiteet on tarkoitettu ottaa käyttöön ennen vastaavien asennustöiden tekemistä Olkiluoto 1:llä vuonna 2002.

Reaktorin syöttöveden kahden johtokykymittauksen toimintakunnottomuus Olkiluoto 2:lla

Käyttöhenkilöstö havaitsi Olkiluoto 2:lla 23.5.2001 prosessitietokoneen trendiseurannan perusteella, että kaksi reaktorin syöttöveden johtokykymittausta näyttää virheellistä arvoa. Vikaa selvitetessä kävi ilmi, että johtokykylähettimiltä tulevat signaalit puuttuivat, mikä teki mittaukset toimintakunnottomiksi. Irti olleet sähköiset liittimet kytkettiin kiinni ja mittaukset saatiin kuntoon samana päivänä. Mittaukset olivat toimintakunnottomia noin kolme vuorokautta.

Reaktoriin syötettävän veden johtokykyä mitataan jatkuvasti neljästä mittauspisteestä. Veden korkea johtokyky ilmaisee merivesivuotoa turbini-lauhduuttimessa. Mikäli syöttöveden johtokyky ylittää asetetun raja-arvon, lähettimet antavat signaalin, joka sulkee syöttövesilinjojen venttiilit, jolloin veden syöttö reaktoriin estyy. Tällä suojataan reaktoripaineastiaa, sen sisäosia ja instrumentointia syövyttäviltä klorideilta. Suojaussignaali tulee voimaan, jos kahdessa mittauspisteessä on liian korkea arvo. Laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan kaikkien neljän mittauksen tulee olla toimintakunnossa laitosyksikön käydessä. Tässä tilanteessa suojaussignaalin voimaantulo oli kahden johtokykymittauksen varassa.

Sähköiset liittimet olivat olleet irti 21.5.2001 päättyneestä vuosihuoltoseisokista lähtien. Vuosihuoltoseisokissa johtokykymittaukset kalibroitiin, missä toimenpiteessä sähköiset liittimet joudutaan irrottamaan. Kalibroinnin jälkeen liittimet jäivät kytkemättä takaisin. Liittimien irtio oli merkitty epävirallisesti käytössä olevaan seurantalistaan, mutta puutetta ei huomattu ennen laitosyksikön käynnistystä tehdyssä tarkastuksessa.

Tapahtuman johdosta menettelytapoja tarkistetaan niin, ettei vastaava tapahtuma toistuisi. Mm. liittimien tarkastukset lisätään yhdeksi kohteeksi relekaappien tarkastusta koskevaan ohjeeseen ja johtokykymittausten toimivuus kalibrointien jälkeen varmistetaan tietokoneen trendinäytöltä.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille 24.5.2001 toimittamassaan vuorokausiraportissa ja toimitti kesäkuussa yksityiskohtaisen selvityksen tapahtumasta, sen syistä ja suunnitelluista

toimenpiteistä vastaavan tapahtuman toistumisen estämiseksi. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

Laitosmuutokset vakavien onnettomuuksien varalle

Vuosihuoltoseisokeissa kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä tehtiin muutoksia, joilla parannetaan varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Muutoksista suuritöisin oli Olkiluoto 1:n suojarakennuksen henkilösulun vahvistaminen. Muutoksen jälkeen suojarakennus kestää aiempaa huomattavasti voimakkaampia yksittäisiä paineiskuja. Ne ovat mahdollisia vakavassa onnettomuudessa, jossa reaktorisydän sulaisi ja sulaa kulkeutuisi paineastian läpi suojarakennuksen kuivatilassa olevaan vesialtaaseen. Olkiluoto 2:lla muutostyö on suunniteltu tehtävän vuonna 2002.

Toinen merkittävä muutos oli uuden lipeäsäiliön asentaminen vesilaitokselle. Säiliöstä voidaan onnettomuustilanteessa johtaa lipeää suojarakennukseen ja näin säätää suojarakennuksessa olevan veden pH niin, että ydinpolttoaineesta onnettomuustilanteessa mahdollisesti vapautuva jodi pidättyy suojarakennukseen mahdollisimman tehokkaasti. Säiliö on yhteinen molemmille laitosyksiköille.

STUK on käsitellyt molempiin muutoksiin liittyneet suunnitteluasiakirjat. Jodipäästöjen hallinnan parantamiseksi tehdyn lipeäsäiliön asennuksen tarve osoitettiin tutkimuksessa, jonka STUK teetti Valtion teknillisellä tutkimuskeskuksella. Tutkimuksessa tarkasteltiin jodin käyttäytymistä onnettomuustilanteissa Olkiluodon laitoksella. Tutkimuksessa voitiin kokeellisesti osoittaa, että ellei suojarakennuksen vesialtaiden pH:ta säädetä esim. lipeän avulla, saattaa altaiden vesi happamoitua. Tällöin huomattava osa suojarakennukseen vapautuneesta jodista kaasuuntuu ja voi muodostaa myös orgaanisia yhdisteitä, jotka eivät pidäy tehokkaasti suojarakennuksen suodatetun ulospuhalluslinjan suodattimeen. Voimayhtiön suunnittelemalla laitosmuutoksella pyritään estämään tällaisten epäedullisten olosuhteiden syntyminen.

Reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussjärjestelmän uudistaminen Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2:n reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussjärjestelmä uudistettiin vuoden 2001 vuosihuoltoseisokissa. Uudistuksen periaatteena on ollut sijoittaa liikuteltavien säätösauvojen valinta ja mittaustietojen keruu ja käsittely uuteen ohjelmitavaan automaatiojärjestelmään. Uudistuksella tarkennetaan säätösauvojen ohjausta, parannetaan asentotietojen ja testien raportointia sekä vähennetään häiriöitä. Lisäksi muutoksella pienennetään todennäköisyyttä, jolla säätösauvojen virheellinen ulosveto tapahtuisi, ts. säätösauvat liikkuisivat tarkoitettua enemmän ulos reaktorista.

Säätösauvojen asennonosoitussjärjestelmä kerää ja välittää tiedot reaktorin säätösauvojen asemasta reaktorissa sekä reaktorin ohjaajalle että laitossyksikön prosessitietokonejärjestelmään. Uudistetun järjestelmän tietojenkäsittelyprosessorit muodostavat myös säätösauvojen ohjaussjärjestelmään syötettävät signaalit liikuteltaviksi valituista sauvoista. Signaalien muodostus tapahtui aikaisemmin prosessitietokoneella.

Säätösauvojen ohjaussjärjestelmä ohjaa reaktorin 121 säätösauvan toimilaittejärjestelmää, kun reaktorin tehojakaumaa säädetään. Järjestelmä muodostaa ajosignaalit paitsi säätösauvojen asennonosoitussjärjestelmän antamista signaaleista myös reaktorin ohjaajan ajokäskystä. Järjestelmä välittää lisäksi turvallisuusjärjestelmissä muodostetut tai ohjaajan antamat suojaussignaalit reaktorin pysäyttämiseksi tai reaktorin tehon rajoittamiseksi. Järjestelmää käytetään myös yhdessä säätösauvojen asennonosoitussjärjestelmän kanssa säätösauvojen toimintakokeissa ja vuosihuoltoseisokkien aikaisissa reaktorin pikasulkukokeissa.

Säätösauvatoimilaitteiden moottoreiden sähkönsyötön kytkinlaitososat uusittiin. Säätösauvan ulosvedon kytkävä kontaktori kahdennettiin, jolloin kontaktoriaviasta aiheutuvan virheellisen ulosvedon todennäköisyys pieneni. Samalla parannettiin säätösauvojen ohjaussjärjestelmän valvontaa järjestelmän sisäisten vikojen aiheuttamien tarpeettomien ulosvetojen varalta.

Valvomoon liittyvissä elektroniikkatiloissa oleva säätösauvojen paikallishjaussjärjestelmä laa-

jennettiin nelipaikkaiseksi, kun vanhassa järjestelmässä oli kaksi ohjauspaikkaa. Samalla uudistettiin paikallishjauksessa liikuteltavien säätösauvojen valinta, joka uudistuksen jälkeen tehdään asennonosoitussjärjestelmään kuuluvalla ohjelmitavalla käyttöliittymällä.

Olkiluoto 1:llä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussjärjestelmän uusiminen on tarkoitus toteuttaa vuosihuollossa 2002.

Voimayhtiö havaitsi uusittujen järjestelmien toimintakokeiden ja käyttöönoton aikana jonkin verran aiheettomia häiriöilmoituksia ja virheellisiä mittaustietoja. Säätösauvojen valinta ei myöskään aina onnistunut eräissä erikoistilanteissa. Viat ovat johtuneet pääasiassa erilaisten järjestelmän osien välisiin kytkentöihin liittyneistä epätarkkuuksista. Käytön kannalta oleellimmat viat on korjattu ohjelmistomuutoksin ja loppujen korjaukselle on voimayhtiössä asetettu aikataulu.

STUK on valvonut säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussjärjestelmien uudistamista tarkastamalla muutoksia koskevat suunnitelmat ja valvomalla asennusten toteutusta, toimintakokeita ja koekäyttöä sekä tarkastamalla niitä koskevat tulosasiakirjat. Havaituista virhetoiminnoista ja niitä koskevista korjaavista toimenpiteistä on pyydetty voimayhtiöltä selvitykset.

Olkiluodon laitossyksiköiden mittaustietokonejärjestelmien uusiminen

Olkiluoto 2:n mittaustietokonejärjestelmä uusittiin vuoden 2001 vuosihuoltoseisokissa. Mittaustietokonejärjestelmä on laitteisto, jonka tehtävänä on helpottaa käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan työtä laitossyksiköiden häiriötilanteiden tapahtumakulun seurannassa ja selvityksessä sekä mahdollistaa kerätyn tiedon analysointi.

Vanha järjestelmä on ollut normaalisti valmiustilassa ja käynnistynyt tietyistä hälytyssignaaleista keräämään tietoa laitossyksikön tärkeistä parametreista häiriötilanteiden aikana. Järjestelmää on käytetty myös tallentamaan laitossyksikön toimintaa erityistilanteissa kuten tärkeissä kokeissa. Järjestelmä on kerännyt tietoa yli 200 analogisesta ja 16 binäärisestä signaalista. Käytettävyyden ja ylläpidettävyyden parantamiseksi voimayhtiö on uusinnut järjestelmän tiedonkeruun ja käsittelylaitteiston. Vastaava muutos tehtiin Olkiluoto 1:llä vuoden 2000 vuosihuollossa.

Uudessa järjestelmässä mittaustiedot kerätään ohjelmoitavilla prosessoreilla. Tällöin analogisia sisäänmenoja voi olla 416 ja digitaalisia 128 kappaletta. Prosessoreilta tieto siirretään erillisiin työasemiin. Ne keräävät tietoa jatkuvasti siten, että muistissa on koko ajan viikon tapahtumahistoria. Mittaustietojen tutkimista varten työasemilla on käytettävissä soveltuvia analysointi-ohjelmistoja.

Mittaustietokonejärjestelmällä on vain välillistä turvallisuusmerkitystä, joten STUKin valvonta on rajoittunut muutoksen turvallisuusselosteen tarkastamiseen ja muutostyön yleisvalvontaan vuosihuoltoseisokin aikana.

Pyörivien muuttajakoneiden korvaaminen UPS-laitteistoilla

Olkiluodon laitosyksiköillä käynnistyi vuosihuolloissa 2001 muutostyöprojekti, jonka tarkoituksena on korvata ikääntyvät tasa-/vaihtosähkömuuttajakoneet nykyaikaisilla UPS-laitteistoilla (UPS, Uninterruptible Power System, katkeamaton jännitteensyöttö). Pyörivä muuttajakoneyksikkö koostuu tasavirtamoottorista, joka pyörittää vaihtosähkögeneraattoria. Muuttajakoneen tehtävänä on huolehtia paristovarmennetun 400 voltin vaihtosähköjärjestelmän sähkötehon saannista kaikissa laitosyksiköiden käyttötilanteissa. Kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä on yhteensä neljä muuttajakonetta.

Muuttajakoneiden uusimisen syynä ovat olleet koneiden kohonnut 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 laitteistoa on suunniteltu asennettaviksi lähivuosina.

STUK valvoi muutostöiden toteutusta ja teki muutostöille käyttöönottotarkastukset.

Merivesikanavien katodinen suojaus

Vuosihuollossa Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä asennettiin merivesitunneleissa muutama kohtiin ulkoisella virtalähteellä toimiva katodinen betoniterästen korroosiosuojaus. Katodi-

nen suojaus on sähkökemiallinen korroosionestomenetelmä. Siinä sähkövirtaa hyväksi käyttäen suojattavan metallin pinta saatetaan sellaiseen tilaan, jossa se ei voi syöpyä. Olkiluodon laitosyksiköillä sähkövirta syötetään tasavirtalähteestä liukenemattomien apuanodien kautta betoniteräksiin. Lisäksi järjestelmään kuuluu vertailuelektrodeja, jotka ohjaavat tasavirtalähteen toimintaa.

Betonirakenteisten merivesitunnelien ongelmana on se, että merivedessä oleva suola kulkeutuu betoniin aiheuttaen betonin sisässä olevan raudoituksen korroosiota. Olkiluodon laitosyksiköiden tarvitsema merivesi johdetaan turbiinilauhduksille sekä apurakennuksen merivesitunneleihin ja sieltä pois osittain kalliorakenteisia, osittain betonirakenteisia tunneleita myöten.

Voimayhtiön tarkoituksena on myöhemmin laajentaa katodista suojausta siten, että se kattaa kaikki betonirakenteiset merivesikanavat.

STUK valvoo merivesikanavien kuntoa osana laitosten käytön valvontatoimintaansa.

2.3 Valvontatoiminta

STUK teki sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla tarkastusohjelmaansa kuuluvia tarkastuksia. Ohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuoden 2001 tarkastusohjelma sisältää 16 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 myös Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta yhtiön palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä tai ohjaajaharjoittelijana. STUK hyväksyi myös testauslaitoksia ja niiden palveluksessa olevia henkilöitä tekemään ydinvoimalaitosten mekaanisten laitteiden tarkastuksia ja testauksia.

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

3 YDINMATERIAALIVALVONTA

Elina Martikka, Marko Hämäläinen

Vuoden 2001 toisella neljänneksellä STUK teki neljä tarkastusta Olkiluodon ydinvoimalaitoksella. Toukokuussa STUK tarkasti laitoksen ydinmateriaalivalvontajärjestelmän. Tarkastuksessa varmistettiin, että voimalaitoksen ydinmateriaalivalvonta on hyväksyttävällä tasolla. Kesäkuussa STUK mittasi GBUV-menetelmällä (Gamma Burn-Up Verification) 21 polttoainenippua käytetyn polttoaineen varastossa. Mittauksilla STUK todensi laitoksen ilmoittamien ydinmateriaaliteitojen oikeellisuuden. Muut kaksi tarkastusta STUK teki IAEA:n ja ESO:n (Euratom Safeguards Office) tarkastusten yhteydessä. Loviisan ydinvoimalaitoksella STUK teki kaksi tarkastusta, joista toisen IAEA:n ja ESO:n (Euratom Safeguards Office) tarkastuksen yhteydessä. Toinen tarkastus kohdistui tutkittavana olleeseen polttoainenippuun, jonka suojakotelo oli poistettu. Ydinmateriaalitarkastuksen aikana suojakotelo laitettiin paikalleen.

STUK, IAEA ja ESO tarkastivat ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat valvontakameroiden huoltotoimet ja sinetöinnit. Olkiluodossa STUK, IAEA ja ESO lisäksi identifioivat vuosihuoltojen yhteydessä molempiin reaktoreihin ladatut polttoaineni-

put. Olkiluoto 1:n vuosihuollossa reaktoriin ladattiin 134 tuoretta nippua ja Olkiluoto 2:n vuosihuollossa 130 tuoretta nippua. Lisäksi molempiin reaktoreihin ladattiin takaisin neljä reaktorista aikaisemmin poistettua käytettyä polttoainenippua. Vuoden 2001 vuosihuoltojen jälkeen Olkiluoto 1:llä on varastossa 96 tuoretta polttoainenippua ja Olkiluoto 2:lla 110 tuoretta nippua.

Tarkastuksissa ei todettu puutteita voimayhtiöiden ydinmateriaalivalvonnassa.

STUK myönsi huhtikuussa Fortum Power and Heat Oy:lle vuoden 2005 loppuun saakka voimassa olevan luvan BNFL:n (British Nuclear Fuels Ltd.) toimittaman tuoreen ydinpolttoaineen maahantuontiin ja kuljetukseen. STUK hyväksyi vuosineljänneksellä Fortum Power and Heat Oy:n toimittaman kuljetussuunnitelman, joka koski Venäjältä Loviisan voimalaitokselle tuotavaa tuoreen polttoaineen erää. STUK hyväksyi myös venäläisen tuoreen polttoaineen pakkaustyyppin käytettäväksi Suomessa tuoreen polttoaineen kuljetukseen. Loviisan voimalaitokselle tuotiin Venäjältä kesäkuussa 78 tuoretta polttoainenippua.

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

4 STUKIN VALMIUSTOIMINTA

Anne Weltner

4.1 Tapahtumat

Vuoden 2001 ensimmäisellä neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä 33 kertaa. Viisi yhteydenotoista koski Suomen ydinvoimalaitoksia. Loviisan ydinvoimalaitokselta ilmoitettiin kolmesta laitevian aiheuttaneesta tehonalennuksesta sekä Loviisa 1:n pysäyttämisestä laitoksen höyrystintilan tarkastamiseksi pääkiertopumpun moottorin voiteluöljyn vuodon jälkeen. Olkiluodon laitokselta päivystäjään otettiin yhteyttä Olkiluoto 2:n turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin haettavan poikkeusluvan vuoksi. Kolme yhteydenottoa koski ulkomaisia tapahtumia. Muut päivystäjän vastaanottamat ilmoitukset liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla sekä yhteyskokeiluihin ja valmiusharjoituksiin.

Tapahtumat ulkomailla

Panaman säteilyonnettomuus

Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ilmoitti 22.5.2001 Panamassa tapahtuneesta säteilyonnettomuudesta. Panaman hallitus oli pyytänyt IAEA:lta asiantuntija-apua tapauksen selvittämiseksi. Onnettomuus oli tapahtunut Panaman kansallisessa syöpäinstituutissa, jossa virhe sädehoitolaitteen käytössä oli aiheuttanut 28 potilaalle liian suuria säteilyannoksia. IAEA:n antamien tietojen mukaan potilaista kahdeksan oli kuollut, viisi heistä liian suurten säteilyannosten takia. Yhden kuoleman aiheutti syöpä ja kahdesta tapauksesta ei ole riittävästi tietoja, jotta tarkka kuolinsyy voitaisiin määrittää. Joillakin vielä elossa olevista potilaista oli vakavia säteilyn aiheuttamia oireita.

Onnettomuuden syy oli IAEA:n asiantuntijaryhmän mukaan se, että sädehoitolaitetta ohjaa tietokonetta oli käytetty väärin. Koska hoitotiedot syötettiin koneelle väärässä järjestyksessä, se laski väärät säteilyannokset ja säteilytysajat. Virhettä lisäsi se, että sädehoitolaitteen käyttötapaa oli muutettu elokuussa 2000, mutta uudesta käytännöstä ei ollut tehty kirjallisia ohjeita. Laitteen toimintaa ei ollut myöskään varmistettu, kun tietojen syöttötapa muutettiin.

Suomessa tällainen virhe ei ole mahdollinen, koska Suomessa ei käytetä samanlaista tietokonepohjaista annosten suunnittelua kuin Panamassa.

Muut tapahtumat

Toukokuussa STUKilta tiedusteltiin Murmanskin alueella Kantalahdessa sattuneesta säteilyonnettomuudesta, jossa metallivarkaiden haltuun oli joutunut säteilylähde.

Kesäkuussa STUKiin otettiin yhteyttä epäillyn säteilyonnettomuuden johdosta. Venäjällä kalسيومia valmistavassa tehtaassa oli tapahtunut räjähdysonnettomuus, josta ei kuitenkaan aiheutunut vaaraa ympäristölle säteilystä eikä kemikaaleista.

4.2 Säteilyvalvonta

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

Ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisen ylläpitämällä valvontaverkolla, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mitta-asemaa

(kuva 6). Jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon, niin STUKin päivystäjä saa heti viestin hakulaitteeseen ja gsm-puhelimeen.

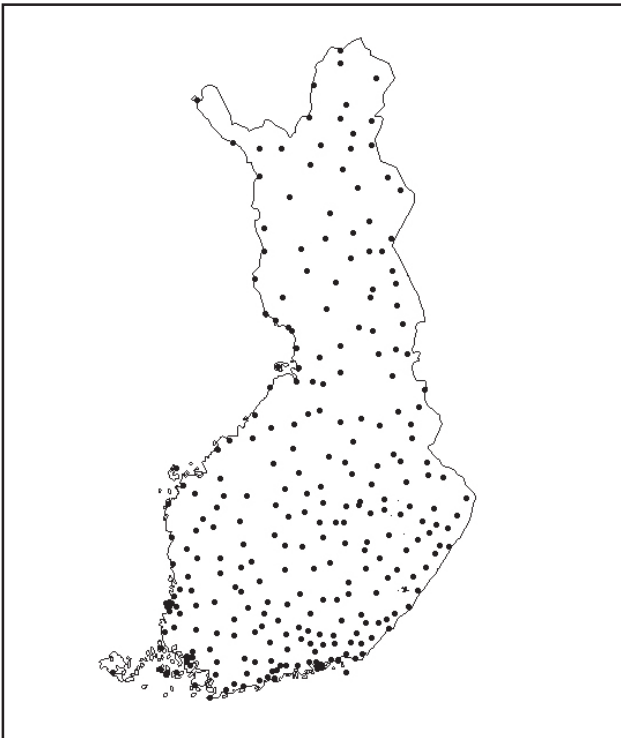
Vuosineljänneksellä päivystäjä sai kuusi ilmoitusta, joista kolme aiheutui vikautuneista mittareista ja kolme mittarin lukua hoitavassa ohjelmassa olevasta viasta.

Suomessa taustasäteily vaihtelee 0,04–0,30 $\mu\text{Sv/h}$. Suomen automaattiset mittausasemat hälyttävät, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää 0,4 $\mu\text{Sv/h}$. 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 $\mu\text{Sv/h}$.

Yhdeksän automaattisen aseman mittaustulokset raportoidaan päivittäin STUKin Internet-sivuilla www.stuk.fi.

Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen säteilyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Myös näiltä asemilta STUKin päivystäjä saa heti viestin haku-



Kuva 6. Automaattiset ulkoisen säteilyn mittausasemat.

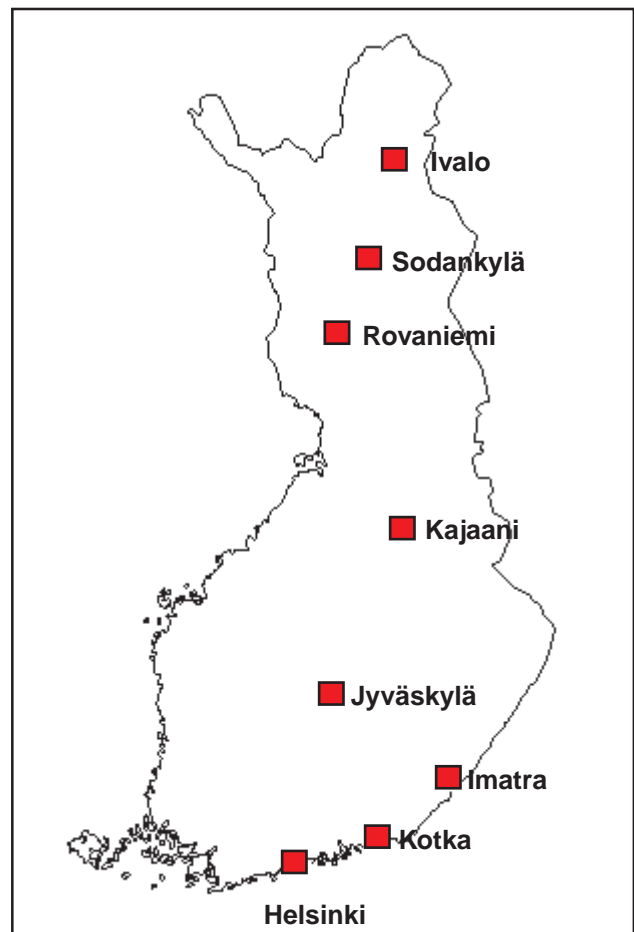
laitteeseen ja gsm-puhelimeen, jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon. Näiltä mitta-asemilta ei saatu yhtään hälytystä.

Ulkoilman radioaktiiviset aineet

Ulkoilman sisältämät radioaktiiviset aineet määritetään imemällä suuri määrä ilmaa suodattimen läpi ja analysoimalla suodattimeen jääneet radioaktiiviset aineet laboratoriossa. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa.

STUKilla on kerääjiä kahdeksalla paikkakunnalla (kuva 7). Erittäin pieni määrä radioaktiivista jodia havaittiin Jyväskylässä viikon pituisella jaksolla. Helsingissä havaittiin koboltti-60:tä vuorokauden pituisella mittausjaksolla. 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 jodi-



Kuva 7. STUKin keräysasemat ilmanäytteiden keräämistä varten.

Taulukko I. STUKin keräysasemilla huhti-kesäkuussa 2001 tehdyt poikkeavat havainnot. Radionuklidien pitoisuus on ilmoitettu yksikössä $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Mittausepätaarkkuus on suluissa.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radionukklidi	Pitoisuus $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
16.4.–23.4.2001	Jyväskylä	jodi-131	1,0 (20 %)
16.5.–17.5.2001	Helsinki	koboltti-60	2,2 (16 %)

131-pitoisuus on tuhansia becquerelejä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m^3) eli miljardikertainen havaittuihin määriin nähden. Pienten määrien alkuperää on usein vaikea osoittaa.

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.

4.3 Rajavalvonta ja kuljetukset

Tullin säteilyvalvonta kattaa rautatie-, maantiesekä laiva- ja lentoliikenteen mukaan lukien matkatavarat ja postilähettykset. Tarkoituksena on estää luvottomien kuljetusten saapuminen maahan. Kiinteiden säteilyvalvontalaitteiden sijaintipaikat esitetään kuvassa 8.

Tulli ilmoittaa STUKin yhdyshenkilölle poikkeavista säteilyhavainnoista. Virka-ajan ulkopuolella yhteydenottoja tulee myös päivystäjälle. Vuosineljänneksellä STUKin päivystäjään ei otettu kertaakaan yhteyttä rajavalvontaan tai kuljetuksiin liittyvissä tapauksissa.

4.4 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut

Valmiusharjoitukset

EU-jäsenmaiden tiedonvaihtoharjoituksia

STUK osallistui 4.5.2001 ja 18.5.2001 EU:n järjestämiin kansainvälisiin CoDecS-harjoituksiin (Coding Decoding Software). Harjoituksiin osallistui 16 jäsenmaata.

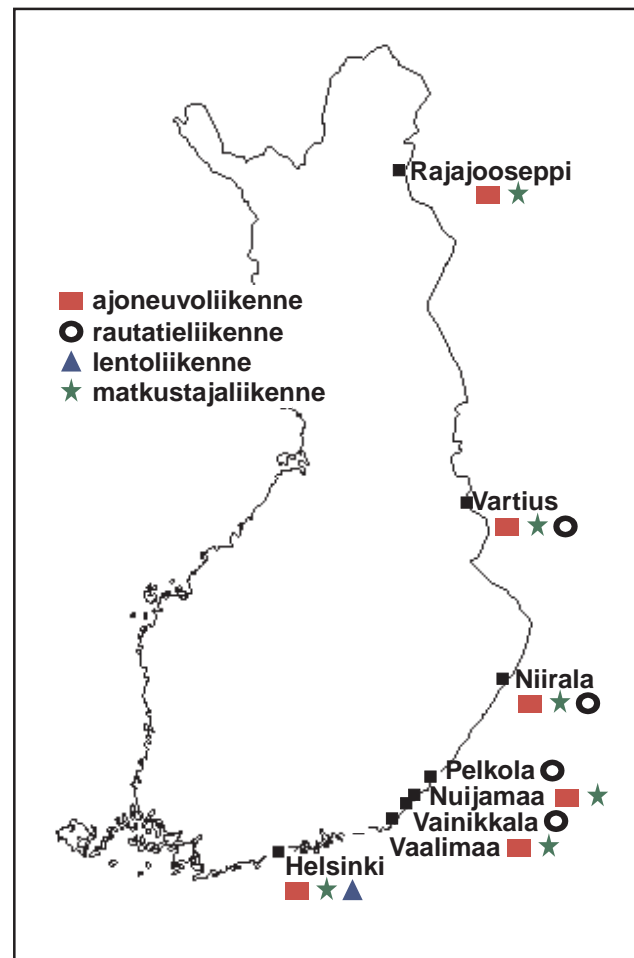
CoDecS-järjestelmällä toteutetaan ECURIE-tiedonvaihto (European Commission Urgent Radiological Information Exchange) sähköisessä muodossa käyttäen ISDN- tai Internet-yhteyksiä.

Heinäkuun alusta lähtien CoDecS-järjestelmä on ollut virallisesti käytössä ECURIE-viestien vaihtamiseksi valmiustilanteissa EU:n ja sen jäsenmaiden välillä.

JINEX-valmiusharjoitus

STUK osallistui Ranskan järjestämään kansainväliseen JINEX-valmiusharjoitukseen, joka pidettiin 22.–23.5.2001. Harjoitukseen osallistui kaikkiaan 55 maata. Mukana olivat myös seuraavat kansainväliset järjestöt: Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA, EU:n valmiustoiminnasta vastaava osasto, OECD:n ydinenergiajärjestö NEA, Maailman terveysjärjestö WHO ja Maailman ilmatieteen järjestö WMO. Suomesta harjoitukseen osallistuivat STUK ja Ilmatieteen laitos. STUKista harjoitukseen osallistui yli 40 henkilöä, jotka harjoittelivat 2–3 vuorossa.

Reilun vuorokauden mittaisessa harjoituksessa simuloitiin tilanne, jossa Pohjois-Ranskassa Englannin kanaalin rannalla olevassa ydinvoima-



Kuva 8. Tullin kiinteiden säteilyvalvontalaitteiden sijainti.

laitoksessa tapahtuu vakava onnettomuus.

Eri maissa ja kansainvälisissä järjestöissä kehitetään jatkuvasti valmiusjärjestelyjä ja -menetelmiä ydinonnettomuuksien varalle. Yhteisissä harjoituksissa voidaan testata menetelmien toimivuutta ja yhteensopivuutta todellisen kaltaisessa tilanteessa. Viime aikoina etenkin Internet on parantanut tiedonkulun mahdollisuuksia. Tietoa Ranskan kuvitteellisesta ydinvoimalaitosonnettomuudesta saatiin sekä Ranskan että IAEA:n valmiustilanteissa käytettäviltä suojaueilta Internet-sivuilta. EU:n kanssa kommunikointiin Co-DecS-tiedonvaihtojärjestelmän välityksellä.

Yhteyskokeilut

Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa sopimuksia säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta. Tavoitteena on, että tieto mahdollisesta onnettomuudesta saadaan ennen kuin säteilymittarit hälyttävät Suomessa. Yhteyksiä testataan säännöllisesti. Vuoden 2001 toisen neljänneksen aikana STUKin

päivystäjä sai yhteensä 11 yhteydenottoa, jotka liittyivät yhteyskokeiluihin ja valmiusharjoitukseen. STUKin päivystäjä vastasi kaikkiin yhteyskokeiluihin tavoiteajassa.

Kuolan ydinvoimalaitos testasi yhteyksiä ja harjoitteli sanomien lähettämistä kolme kertaa. Myös Leningradin ydinvoimalaitos teki kaksi testiä. Lisäksi Leningradin ydinvoimalaitoksen hälytyspaneelia testattiin parannustöiden yhteydessä.

STUK vastasi kahteen ulkomaiseen yhteyskokeiluun. Kokeilujen lähettäjinä olivat Pietarin valmiuskeskus sekä EU. STUK puolestaan testasi kesäkuussa hälytysyhteyksiä Moskovan valmiuskeskukseen.

STUKissa tehtiin maaliskuussa hakulaitteiden haltijoille ennalta ilmoittamatta tavoitettavuuskokeilu virka-aikana. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 60 henkilöä eli 67 % testatuista. Lomalla ja ulkomaan työmatkalla olleita ei testattu. Hakulaitteiden haltijoiden (noin 120 STUKin henkilöä) tavoitettavuutta sekä laitteiden toimintakuntoa testataan vähintään neljä kertaa vuodessa.

5 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET

Kim Söderling, Leif Blomqvist, Marko Hämäläinen

5.1 Käyttötapahtumat

Leningradin ydinvoimalaitos

Leningradin ydinvoimalaitoksen nelosyksikön pitkä korjausseisokki loppui kesä–heinäkuun vaihteessa. Seisokin aikana vaihdettiin mm. 363 polttoainekanavaa. Nelosyksikön seisokin päätyttyä kaikki neljä laitosyksikköä olivat ensimmäistä kertaa useaan vuoteen yhtä aikaa toiminnassa. Laitosyksiköt eivät kuitenkaan voineet toimia täydellä teholla, koska Pietarin sähkölaitos Lenenergo on asettanut rajoituksia verkkoon toimitettavalle sähkölle.

Vuosineljänneksellä kakkosyksikön tehoa rajoitettiin kahdesti myös kovan tuulen takia merivesipumppaamolle kertyneen levän tukkiessa suodattimia ja täten hidastaen virtausta.

Kuolan ydinvoimalaitos

Kuolan laitosyksiköiden käytön ylärajan asettivat sähköverkon rajoitukset. Runsaiden vesivarojen ja vähäisen kysynnän vuoksi laitosta ei ajettu täydellä teholla. Siirtoyhteydet Lenenergon alueelle puolestaan ovat kapasiteetiltaan riittämättömät tehon siirtämiseksi korkean kulutuksen alueelle.

Kuolan ydinvoimalaitoksen nelosyksiköllä tapahtui 7.5.2001 sähkökatkos turvallisuusjärjestelmän testauksen yhteydessä. Sähkökatkoksen aiheutti vaurioitunut ohjauskaapeli, joka käynnisti aiheettomasti sähköisen suojaustoiminnon. Tapahtumalla ei ollut vaikutusta laitosyksiköiden sähköntuotantoon. Toisessa Kuolan laitoksen nelosyksikön tapahtumassa 29.4.2001 yksi turbiini pysähtyi sen tehonsäätäjävian vuoksi. Vikautuneiden elektroniikkakomponenttien vaihdon jälkeen turbiini käynnistettiin uudelleen noin tunnin kuluttua. Kumpikin tapahtuma on alustavasti

luokiteltu INES-luokkaan 0. (Lähde: <http://www.kolanpp.ru/english/>).

5.2 Suomen lähialueyhteistyö

STUK jatkoi ulkoasiainministeriön rahoituksella yhteistyötä Suomen lähialueiden ydinturvallisuuden parantamiseksi sekä ydinmateriaalivalvonnan osalta entisen Neuvostoliiton valtioiden ydinmateriaalivalvonnan kehittämiseksi. STUK toimi parannushankkeiden koordinoijana ja osallistui itse niiden toteutukseen.

Leningradin ydinvoimalaitoksen kakkosyksikön turvallisuusanalyysiprojektin (LISA-2) loppuunsaattamisen johdosta Pietarissa pidettiin 28.–29.6.2001 teknillis-tieteellinen konferenssi. Tehty turvallisuusanalyysi toi esille uusia näkemyksiä, jotka voivat johtaa laitoksen turvallisuustason paranemiseen edelleen. Turvallisuusanalyysiin liittyen vuosineljänneksellä pidettiin lisäksi kansainväliset kokoukset Suomessa ja Leningradin laitoksella.

STUK osallistuu laajaan EU:n RAMG-projektiin, jossa tuetaan Venäjän ydinturvallisuusviranomaista, Gosatomnadzoria (GAN). STUKin panos on länsimaisten organisaatioiden joukossa toiseksi suurin saksalaisen GRS:n (Gesellschaft für Reaktorsicherheit) jälkeen. STUK on mukana kaikkiaan kymmenessä osatehtävässä ja vetovastuussa GANin koulutusta koskevassa osatehtävässä. Projektin aloituskokous pidettiin Kölnissä ja Senior Expert Groupin kokous Moskovassa. STUKissa pidettiin ydinturvallisuusohjeistoa koskevan osatehtävän kokous.

Leningradin ydinvoimalaitoksella parannettiin turvajärjestelyjä ottamalla käyttöön TV-valvontajärjestelmän IV-vaihe. Järjestelmään liitettiin myös monitorit ja ohjauspaneelit reaktorin latauskoneen kuljettajille kaikilla neljällä laitosyksi-

köllä. Paineastioiden ja putkistojen eheyttä koskevien tarkastusten hallintaa varten kehitettävän tietokannan tekninen järjestelmämäärittely saatiin valmiiksi. Laitoksen käyttöhenkilökunnalle järjestettiin Olkiluodon ydinvoimalaitoksella seminaari koulutusmenetelmistä. Lisäksi toimitettiin laitteita Leningradin laitoksen koulutuskeskuksen opintotiloihin. Huoltoseisokkien hallintaa palveleviin, aikaisemmin toimitettuihin tietokoneohjelmiin toimitettiin päivityksiä ja henkilökunnalle annettiin niiden käyttöä koskevaa koulutusta.

Kuolan ydinvoimalaitokselle aiemmin lähialueyhteistyössä toimitetun APROS-simulaattorin tietokoneet uusittiin. Simulaattoria käytetään laitoksen koulutuskeskuksessa uusien ohjaajien kouluttamiseen sekä vanhojen ohjaajien vuosittaisessa kertauskoulutuksessa. Laitosyksikön turvallisuuden kannalta tärkeiden prosessiarvojen seurantajärjestelmän (SPDS, Safety Parameters Display System) toimitus kolmos- ja nelosyksiköille aloitettiin. Hanke toteutetaan yhteistyössä hankkeen päärahoittajan Norjan säteilyturvallisuusviranomaisen Statens strålevernin kanssa. Norjasta hankkeen toteuttajana on Institutt for Energiteknikk (IFE), jonka osuuteen kuuluvat

laitteet ja perusohjelmistot; Suomesta hankkeeseen osallistuva Fortum Nuclear Services Oy tekee sovellussuunnittelun ja käyttöönoton. Vastava toimitus on aikaisemmin tehty ykkös- ja kaksoyksiköille. Yhteispohjoismainen hanke Kuolan ydinvoimalaitoksen varahätävesipumppaamon toimittamiseksi jatkui laitoksen vastuulla olevien rakennusten ja putkiyhteiden rakentamisella.

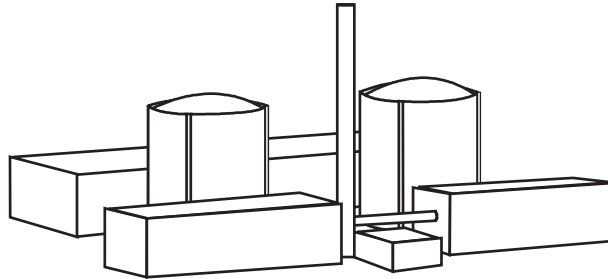
Ukrainan ministeriöiden ja virastojen edustajille järjestettiin Helsingissä kesäkuussa luentotilaisuus ydinturvallisuusviranomaisen toiminnasta Suomessa. Luennoilla korostettiin viranomais toiminnan avoimuutta ja riippumattomuutta. Tilaisuus liittyi Ruotsin EU-puheenjohtajuusohjelman mukaiseen Euroopan-kiertueeseen, jonka tavoitteena oli edistää Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisen rakenteellista ja toiminnallista kehitystä kohti länsimaisia standardeja. Muut kiertueen kohdemaat olivat Saksa, Tshekki, Slovenia ja Ruotsi.

Kesäkuussa ryhmä Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen GANin edustajia teki STUKiin työvierailun. Vierailun aikana he kehittivät ja viimeistelivät ohjetta siitä, kuinka GAN valvoo ydinmateriaaleja.

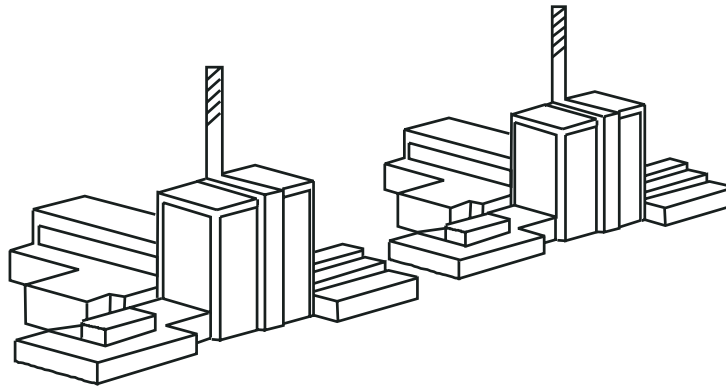
<i>Valtioneuvoston päätökset</i>	Säteilyturvakeskuksen valvonnan ja tarkastustoiminnan kohteet
<i>Periaatepäätös</i>	<p style="text-align: center;">Ydinvoimalaitoshankkeen valmistelu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alustavat laitossuunnitelmat ja turvallisuusperiaatteet • Sijaintipaikka ja ympäristövaikutukset • Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestäminen
<i>Rakentamislupa</i>	<p style="text-align: center;">Suunnittelu</p> <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>	<p style="text-align: center;">Rakentaminen</p> <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
	<p style="text-align: center;">Käyttö</p> <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 käyttötapahtumat • 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	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	870/840	Kiehutusvesireaktori (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.

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)

