

Säteily- ja ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 4/2006

Erja Kainulainen (toim.)

Säteily- ja ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 4/2006

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-203-6 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2007
ISBN 978-952-478-204-3 (pdf)
ISBN 978-952-478-205-0 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2006. STUK-B 73. Helsinki 2007. 28 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto, ydinmateriaalit, valmiustoiminta, lähialueyhteistyö, säteilyn käyttö, ympäristön säteilyvalvonta

Tiivistelmä

Raportissa esitetään tietoja STUKin toimialalla yleistä mielenkiintoa herättäneistä säteily- ja ydinturvallisuuden tapahtumista vuoden 2006 viimeiseltä neljännekseltä. Raportissa kerrotaan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista ja Suomen uuden ydinvoimalaitoshankkeen etenemisestä ja hankkeeseen kohdistuneista STUKin valvontatoimista. Raportissa on selvitys Suomen ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyturvallisuudesta vuonna 2006. Lisäksi raportoidaan ydinjätehuollon ja ydinmateriaalivalvonnan tapahtumista. Teollisuuden ja terveydenhuollon säteilyn käytön sekä ionisoimattoman säteilyn käytön osalta esitetään STUKin valvontatoiminnan tapahtumia ja kerrotaan poikkeavista tapahtumista säteilyn käytössä. Raporttiin on koottu yhteenvedot STUKissa tehtävän ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista, valmiustoiminnan tapahtumista ja STUKissa valmistuneista tutkimuksista viimeiseltä vuosineljännekseltä.

Loviisa 1 ja 2 sekä Olkiluoto 1 ja 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Laitosyksiköillä vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Olkiluoto 3:n rakentamisessa merkittävimmät työt vuosineljänneksellä olivat suojarakennuksen teräsvuorauksen sisäpuolisen pohjalaatan betonointi ja sen yläpuolisten rakenteiden raudoitustyöt.

Ydinjätteiden loppusijoituslaitoksen maanalaisten tutkimustilojen rakennustyömaalla STUK teki kaksi rakentamisen tarkastusohjelman tarkastusta ja erillisen ydinsulkuvalvonnan tarkastuksen.

Vuosineljänneksellä STUKin tietoon tuli kolme poikkeavaa tapahtumaa ionisoivan säteilyn käytössä. Tapahtumista kaksi koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja yksi säteilyn käyttöä teollisuudessa. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin. Vuoden 2006 viimeisellä neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi. Säteilytilanne Suomessa oli normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten tapahtumista mikään ei vaarantanut laitosyksiköiden turvallisuutta.

Sisällysluettelo

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| 1 JOHDANTO | 5 |
| 2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET | 6 |
| 2.1 Loviisa 1 ja 2 | 6 |
| 2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat | 6 |
| 2.1.2 Työntekijöiden säteilyaltistus vuonna 2006 | 8 |
| 2.2 Olkiluoto 1 ja 2 | 8 |
| 2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat | 8 |
| 2.2.2 Työntekijöiden säteilyaltistus vuonna 2006 | 10 |
| 2.3 Olkiluoto 3 | 11 |
| 3 YDINJÄTEHUOLTO | 12 |
| 4 YDINMATERIAALIVALVONTA | 13 |
| 5 SÄTEILYN KÄYTTÖ | 14 |
| 5.1 Ionisoiva säteily | 14 |
| 5.2 Ionisoimaton säteily | 15 |
| 6 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA | 17 |
| 6.1 Ulkoinen säteily | 17 |
| 6.2 Ilman radioaktiivisuus | 18 |
| 6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot | 18 |
| 7 STUKIN VALMIUSTOIMINTA | 19 |
| 7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään | 19 |
| 7.2 Poikkeavat tapahtumat Suomessa | 20 |
| 7.3 Poikkeavat tapahtumat ulkomailla | 20 |
| 7.4 Valmiusharjoitukset | 22 |
| 7.5 Yhteenvedo yhteyskokeiluista ja yhteydenotoista STUKin päivystäjään vuonna 2006 | 23 |
| 8 TUTKIMUS | 24 |
| 8.1 Valmistuneet hankkeet | 24 |
| 8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit | 26 |
| 9 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET | 27 |
| LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA | 29 |
| LIITE 2 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKISSA | 30 |

1 Johdanto

Säteilyturvakeskus (STUK) on turvallisuusviranomaisen, joka valvoo säteilytoiminnan ja ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Turvallisuusvalvonnan ja valmiustoiminnan tueksi sekä säteilyn terveyshaittoja ja luonnonsäteilyä koskevan uuden tiedon tuottamiseksi STUK harjoittaa alansa tutkimustoimintaa. STUK tuottaa lisäksi alansa mittaus- ja asiantuntijapalveluja. STUKin toiminta-ajatuksena on ihmisten, yhteiskunnan, ympäristön ja tulevien sukupolvien suojeleminen säteilyn haitallisilta vaikutuksilta.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten tapahtumia. Lisäksi raportissa esitetään Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita ja kerrotaan ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön liittyvistä tapahtumista ja STUKin valvontatoimista. Raportti sisältää yhteenvedot STUKin valmiustoiminnasta, valtakunnallisen ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista ja vuosineljänneksellä valmistuneista STUKin tutkimushankkeista.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintaansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin.

2 Suomen ydinvoimalaitokset

Janne Liuko, Riku Mattila, Veli Riihiluoma, Suvi Ristonmaa, Petteri Tiippana, Eero Virtanen

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisan kummatkin laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 101,0 % ja Loviisa 2:n 98,9 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhtuttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvis- sa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Paineistimen suurikapasiteettisten puhalluslinjojen koestuksen jääminen tekemättä

Loviisan voimalaitoksella molempien laitosyksiköiden paineistimissa on vakavien reaktorionnettomuuksien varalle kaksi suurikapasiteettista puhalluslinjaa, joissa kummassakin on kaksi peräkkäistä venttiiliä. Puhalluslinjoja käytetään vakavan reaktorionnettomuuden aikana laskemaan reaktoripiirin painetta, jottei reaktoripiiri rikkoudu korkeassa paineessa. Linjojen kapasiteetti on mitoitettu niin, että yhden linjan avautuminen riittää laskemaan paineen riittävän alas.

Loviisan laitosyksiköiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan puhalluslinjat tulee koestaa kahden vuoden välein. Ennen vuoden 2005

vuosihuoltoa Loviisan voimalaitos päätti muuttaa koestusvälin neljään vuoteen. Muutos tehtiin koestuksen ohjeeseen ja vuosihuollon aikana tehtävien koestusten seurantaohjeeseen. Tarvittavia muutoksia ei tehty TTKE:hin.

Vuoden 2005 vuosihuollossa alettiin noudattaa uutta neljän vuoden koestusväliä. Loviisa 1:llä koestettiin vuonna 2005 yksi linja ja vuoden 2006 vuosihuollossa Loviisa 2:lla yksi linja. TTKE:n mukaan Loviisa 1:llä olisi pitänyt koestaa molemmat linjat vuonna 2005 ja Loviisa 2:lla vuonna 2006. Puhalluslinjoissa oleville venttiileille on tehty kunnonvalvontamittauksia vuoden 2006 vuosihuolto- seisokissa molemmilla laitosyksiköillä, joten venttiilien toimivuus on todettu. Koestuksesta on näin ollen jäänyt pois ainoastaan linjojen kapasiteetin mittausta ja vakavien onnettomuuksien varavalmiosta tapahtuvan ohjauksen toimintakunnan toteaminen.

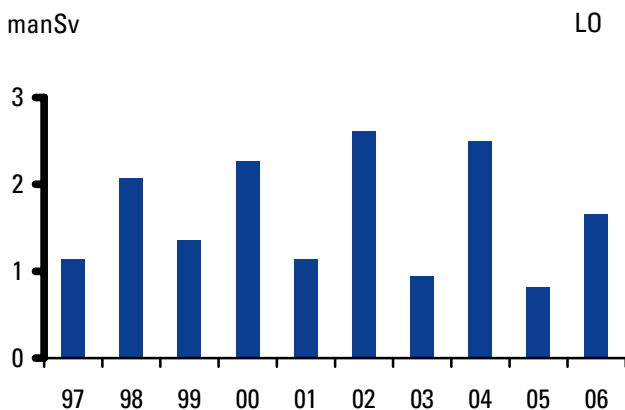
Tapahtuman johdosta Loviisan voimalaitos on tarkastanut, että vastaavanlaisia ristiriitaisuuksia ei löydy vuosihuollossa tehtävien koestusten seurantaohjeen ja TTKE:n välillä. Ennen seuraavia vuosihuoltoja varmistetaan menettelyohjeiden, koestusohjeiden ja TTKE:n yhdenmukaisuus kyseessä olevien koestusten osalta. Koestusvälin TTKE-muutoksesta toimitetaan hakemus STUKille. Voimalaitos arvioi vuosittain koestusmenettelyjä ja koestuksissa ilmenneitä muutostarpeita. Tämän tapahtuman jälkeen arviointikouksessa käsitellään myös koestuksiin esitettyjen muutosten hyväksyttävyyttä TTKE:n kannalta. Mikäli koestusohjeiden koestusväliä muutetaan, ohjeen tarkastaa myös voimalaitoksen turvallisuusinsinööri.

2.1.2 Työntekijöiden säteilyaltistus vuonna 2006

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2006 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2006 esitetään taulukossa 1. Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos oli 18,4 mSv. Annos kertyi työskentelystä Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos viisivuotiskaudella 2002–2006 oli 70,4 mSv. Annos kertyi Loviisan, Olkiluodon ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilta.

Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 13,6 mSv.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,68 manSv ja Loviisa 2:lla 0,98 manSv eli yhteensä 1,66 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosihuoltojen aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,65 manSv ja Loviisa 2:lla 0,94 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitosesikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee yhdelle Loviisan laitosesikölle 1,22 manSv säteilyannosta. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosesiköllä. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 3.



Kuva 3. Loviisan ydinvoimalaitoksen työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset vuosina 1997–2006.

Taulukko 1. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2006.

| annosväli (mSv) | henkilöiden lukumäärä annosvälillä | | |
|-----------------|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Loviisa | Olkiluoto | yhdistelmä* |
| alle 0,1 | 642 | 1166 | 1725 |
| 0,1 – 0,49 | 208 | 528 | 701 |
| 0,5 – 0,99 | 106 | 281 | 372 |
| 1,00 – 1,99 | 135 | 297 | 388 |
| 2,00 – 2,99 | 55 | 184 | 236 |
| 3,00 – 3,99 | 41 | 93 | 138 |
| 4,00 – 4,99 | 37 | 46 | 79 |
| 5,00 – 5,99 | 34 | 27 | 62 |
| 6,00 – 6,99 | 20 | 13 | 41 |
| 7,00 – 7,99 | 15 | 13 | 37 |
| 8,00 – 8,99 | 13 | 8 | 22 |
| 9,00 – 9,99 | 8 | 3 | 13 |
| 10,00 – 10,99 | 7 | 3 | 18 |
| 11,00 – 11,99 | 6 | 2 | 7 |
| 12,00 – 12,99 | 6 | 1 | 11 |
| 13,00 – 13,99 | 5 | — | 8 |
| 14,00 – 14,99 | — | — | — |
| 15,00 – 15,99 | — | — | — |
| 16,00 – 16,99 | — | — | — |
| 17,00 – 17,99 | — | — | — |
| 18,00 – 18,99 | — | — | 1 |
| 19,00 – 19,99 | — | — | — |
| 20,00 – 20,99 | — | — | — |
| 21,00 – 24,99 | — | — | — |
| 25,00 - | — | — | — |

* Tähän sarakkeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

Lähde: STUKin annosrekisteri

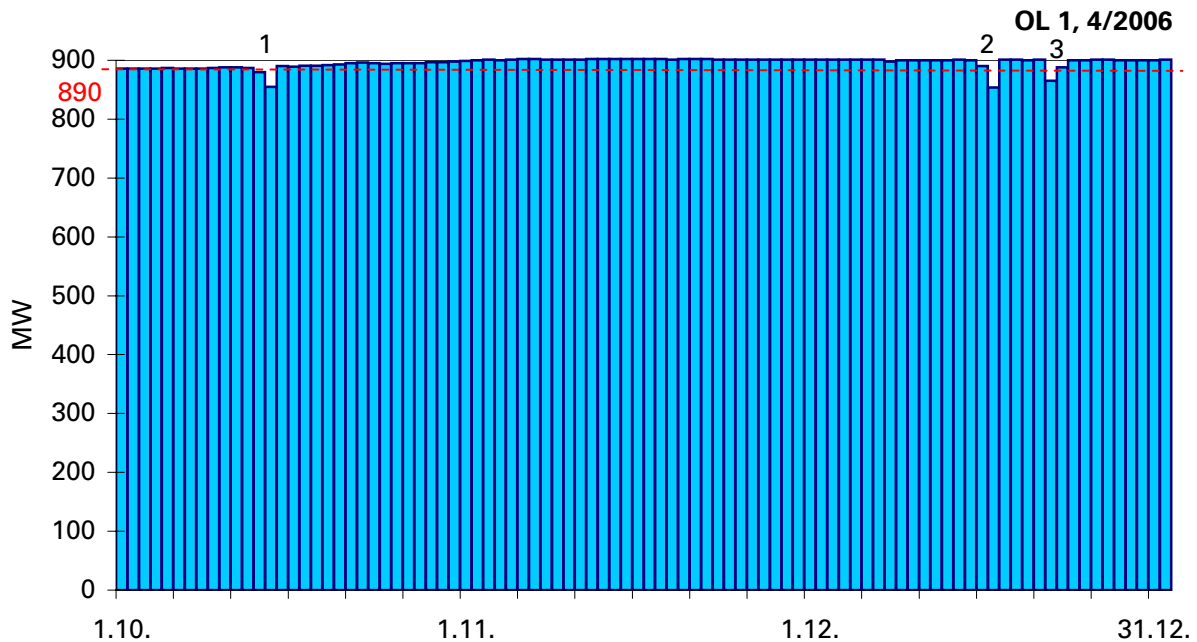
2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötahtumat

Olkiluodon laitosesiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,7 % ja Olkiluoto 2:n 100,3 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosesikö olisi toiminnut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn me-

riveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu läm-

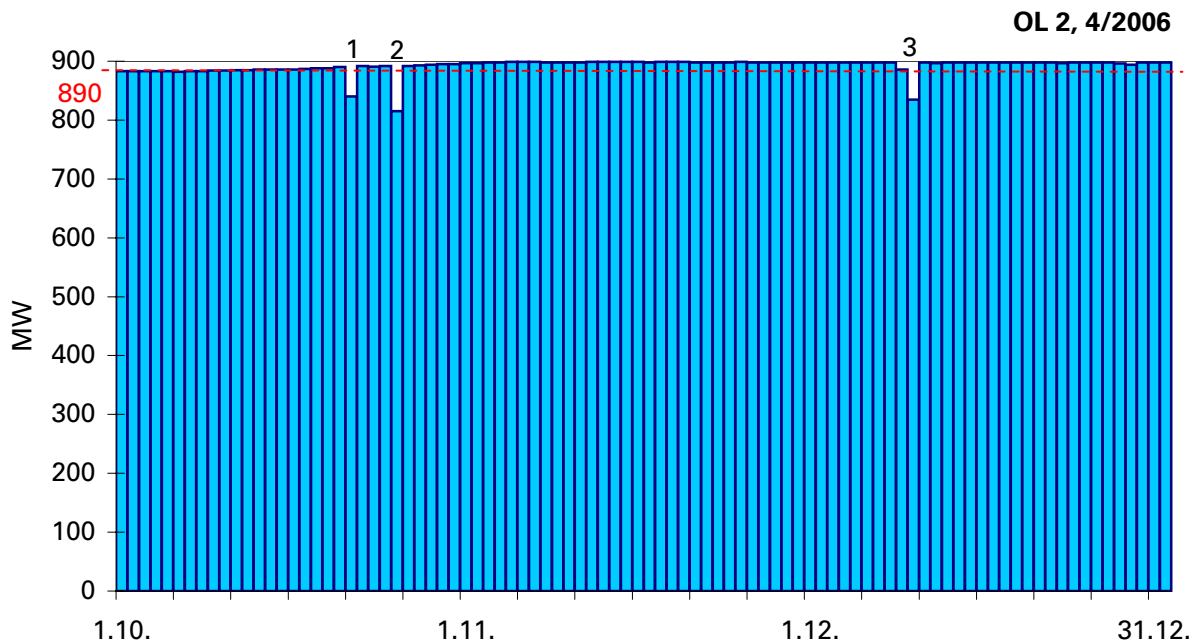
pöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvis- sa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljän- neksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 4 ja 5.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita.
2. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita.

3. Syöttövesipumpun liukurengastiivisteiden vaihto.

Kuva 4. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka–joulukuussa 2006.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita.
2. Välitulistimen lauhdetankin höyryvuodon korjaus.

3. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita.

Kuva 5. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka–joulukuussa 2006.

Poistokaasupiipun säteilyannosnopeusmittalaitteen määrääkiskokeen jääminen tekemättä Olkiluoto 1:llä

Olkiluodon laitossyksiköillä on poistokaasupiipussa useita päästöjen mittaamiseen käytettäviä säteilymittalaitteita. Osa mittalaitteista on suunniteltu käytettäväksi ensisijaisesti laitoksen normaalin käytön aikana. Mikäli niiden mitta-alue kuitenkin joissain poikkeusolosuhteissa ylittyy, on poistopiipussa korkean säteilyannosnopeuden mittalaitteita, joilla poistokaasujen aktiivisuusmittaus voidaan varmistaa.

Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määritellään poistokaasupiipun säteilymonitoreille tehtävät koestukset. Koestuksia ovat mm. koko mitta-alueen kalibrointi, kalibroinnin tarkastus, mittaustalaitteiston kalibrointi mittaussignaali-kaapissa sekä päivittäinen tarkastus.

Vuoden 2006 lopulla voimayhtiö havaitsi, ettei yhdelle korkean säteilyannosnopeusalueen mittarille ollut vielä tehty kahden vuoden välein tehtäväksi määriteltyä mittaustalaitteiston kalibrointia mittaussignaali-kaapissa. Myös vuonna 2004 sama koestus oli jäänyt tekemättä. Syyksi osoittautui kahden eri huoltotyön yhdistäminen saman työluvan alle. Työvaiheita ei ollut eritelty, jolloin toisen työn kuittaaminen oli virheellisesti tulkittu tarkoittavan myös toisen työn tekemistä.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys on vähäinen. Tarvittaessa muilla säteilymittauksilla olisi voitu korvata nyt yhden testin osalta koestamatta jäänyt säteilymittaus.

Voimayhtiön toimittamassa erikoisraportissa todetaan, että kyseisen mittarin koko mitta-alueen kalibrointi ja mittaustalaitteiston kalibrointi mittaussignaali-kaapissa jaetaan erillisiksi työtehtäviksi. Vuoden 2007 aikana voimayhtiö käy läpi asiaan liittyviä kokouskäytäntöjä ja ohjeita, jotta jatkossa välttyttäisiin vastaavilta tilanteilta. Tekemättä jäänyt koestus tehtiin 23.11.2006.

Dryout-ajan alitus Olkiluoto 1:n tehonalennusten aikana

Polttoaineen jäähtymisen riittävyttä kuvaava ns. dryout-kerroin alitti Olkiluoto 1:llä pienimmän sallitun arvonsa n. 20 minuutin ajan, kun reaktorin tehoa alennettiin pääkiertovirtausta pienenen-

tämällä määrääkiskokeita varten 13.10.2006. Laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) on annettu kahden tunnin määrääkiskorjata havaittu dryout-ajan alitus. Tehonalennusta suunniteltaessa tulkittiin virheellisesti, että ko. määrääkiskorjata sallii myös raja-arvon lyhytaikaisen suunnitellun alituksen reaktorin tehonmuutoksen yhteydessä.

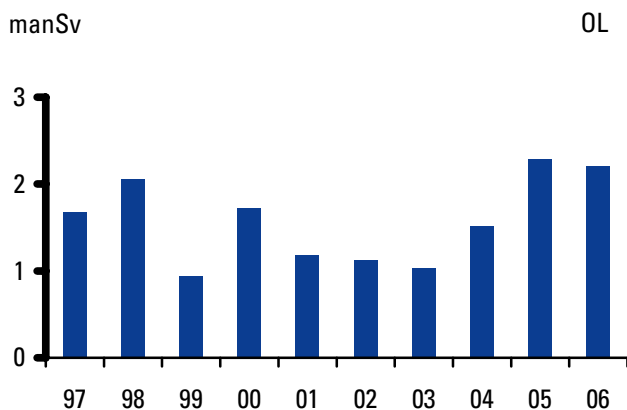
Tapahtumalla ei ole suoraa turvallisuusmerkitystä, koska polttoaineen riittävä jäähtymisolosuhteissa tehoon olisi heikentynyt. Dryout-ajan alituksen kanssa olisi tapahtunut merkittävä laitoshäiriö, jonka seurauksena reaktorin jäähtymisolosuhteissa tehoon olisi heikentynyt. Dryout-ajan alituksen määrityksessä on rajoittavana tapahtumana tarkasteltu paineensäätäjän häiriötä, jonka odotettu tapahtumataajuus on luokkaa kerran sadassa – kerran tuhannessa vuodessa.

Voimayhtiö laatii tapahtumasta erikoisraportin.

2.2.2 Työntekijöiden säteilyaltistus vuonna 2006

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työkennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2006 alittivat vuosiansarajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2006 esitetään taulukossa 1. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 12,2 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv vuosiansarajaa vuosina 2002–2006.

Vuonna 2006 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 1,88 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,33 manSv eli molemmilla laitossyksiköillä yhteensä 2,20 manSv. Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 1,77 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,25 manSv. Olkiluoto 1:lla oli henkilö- ja työ- mää- rältään poikkeuksellisen laaja vuosihuoltoseisokki. STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitossyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,15 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitossyksiköllä. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen työntekijöiden säteilyannokset vuosina 1997–2006.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2006 viimeisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja rakennustöiden valvontaa. Teollisuuden Voima Oy ilmoitti joulukuussa, että laitosprojekti on viivästynyt alkuperäisestä aikataulustaan noin 18 kk. Projektin pitkittymisen syiksi ilmoitettiin suunnitteluviiveet, ongelmat pääkomponenttien valmistuksessa sekä rakennustöiden suunniteltua hitaampi eteneminen.

Rakentamisessa merkittävin työ oli suojarakennuksen teräsvuorauksen sisäpuolisen pohjalaatan betonointi ja sen yläpuolisten rakenteiden raudoitustyöt. Lisäksi tehtiin suojarakennuksen seinän ja pohjalaatan välisen nurkka-alueen sekä polttoainerakennuksen ulkoseinän raudoituksia. Nurkka-alueen rauditus ja betonointi on suuren rauditusmäärän vuoksi haasteellinen työvaihe ja sen onnistumisen varmistamiseksi laitospaikalle rakennettiin koerakennelma mittakaavassa 1:1. Koerakennelmalle tehdyn betonoinnin avulla pystyttiin tarkentamaan betonointivaiheiden ohjeita. Syystuuli siirsi laitospaikalla varastoitua teräsvuorauksen lieriöosaa ja aiheutti lieriöosan ja sen helmojen taipumista. Vastaisuuden varalle laitospaikalla parannettiin osien kiinnitystä alustansa. Voimayhtiö toimittaa vaurioiden korjaussuunnitelman STUKille.

STUK arvioi Teollisuuden Voima Oy:n toimenpidesuunnitelman, jonka voimayhtiö on laatinut turvallisuusvaatimusten hallintaan kohdistuneen tutkinnan tulosten johdosta. STUK totesi toimenpidesuunnitelman pääosin riittäväksi, mutta edellytti joidenkin toimenpiteiden osalta täsmennyksiä, joilla varmistetaan oikeiden toimien toteutuminen. Lisäksi STUK edellytti voimayhtiöltä ja laitostoimittajalta yhteistä näkemystä rakentamisprojektin riittävästä asiantuntemuksesta, jolla varmistetaan laitospöytä turvallinen ja hallittu toteuttaminen. Teollisuuden Voima Oy:n vastineessa todettiin mm., että projektin johdossa on lisätty ydinvoimalaitospöytäkokemusta, voimayhtiön ja laitostoimittajan välistä yhteistyötä on tiivistetty ja tutkinnan johdosta on toteutettu toimenpiteitä laadun varmistamiseksi.

Pääkomponenttien valmistus jatkui Japanissa ja Ranskassa. Pääkiertopiirin ja reaktoripainesäiliön välisten yhdekappaleiden hitsaukset yhdekehään valmistuivat. Hitsien tarkastuksissa havaittiin näyttäviä, jotka korjataan normaalien korjauksien mukaisesti. STUK edellytti Teollisuuden Voima Oy:ltä selvitystä korjauksien vaikutuksesta hitsin ominaisuuksiin laitoksen koko käyttöikä silmällä pitäen. Höyrystimien valmistus Chalonin tehtaalla on jatkunut suunnitellusti. Pääkiertopiirin putkiston takeiden tarkastamiseksi ei löydetty luotettavaa tarkastusmenetelmää ja laitostoimittaja päätti ns. kuuman haaran takeiden uudelleen valmistamisesta. Kylmän haaran takeiden hyväksyttävyyden arviointia jatkettiin. STUK hyväksyi kuuman haaran takeiden uuden valmistusohjelman, jolla pyritään pienempään raekokoon takeiden lämpökäsittelyä ja taontaa optimoimalla.

Laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta jatkettiin prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. STUK tarkasti Teollisuuden Voima Oy:n projektin toimintaa rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaisesti. Tarkastuksia kohdennettiin voimayhtiön laadunhallintaan, koulutukseen sekä ilmastointijärjestelmien suunnitteluun.

3 Ydinjätehuolto

Jussi Heinonen, Kai Jakobsson

Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan ja sijoituspaikkatutkimusten valvonta

Posiva Oy jatkoi Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamista. Rakentamiseen kuuluu mm. pilottireiän kairauksia, tunnelin lävistämisen kallion tiivistämistä sementti-injektioinnilla sekä kallion lujittamista teräspultein ja tarvittaessa teräsverkkovahvisteisella ruiskubetonoinnilla. Vuoden 2006 lopussa tunnelia oli louhittu 1680 metrin pituudelta 158 metrin syvyydelle. Louhinnan etenemä viimeisellä vuosineljänneksellä on ollut noin 23 m/viikko johtuen kohtuullisen ehjästä kalliosta ja vähäisestä injektointitarpeesta. Louhinnassa on myös siirrytty käyttämään uutena louhintatekniikkana emulsiopanostusta, jolla räjäytystä pystytään kohdentamaan aiempaa joustavammin. Vuoden viimeisen neljänneksen aikana Posiva louhi tutkimustilaksi ensimmäisen päätunnelista louhitun lyhyen sivutunnelin eli kuprikan,

josta voidaan tehdä kallioperän tuntemusta tarkentavia mittauksia.

Viimeisen vuosineljänneksen aikana STUK teki kaksi rakentamisen tarkastusohjelman tarkastusta. Tutkimustilan valvontaan kuuluu valvontakäyntejä, säännöllisiä seurantakokouksia sekä raporttien ja suunnitteluaineistojen tarkastusta. Rakentamisen valvonnassa kiinnitetään huomiota erityisesti kalliorakentamisen laatuun sekä loppusijoituspaikan suotuisten ominaisuuksien säilymiseen, johon vaikuttaa muun muassa tunneliin vuotavan pohjaveden määrä.

STUK jatkoi varmentavien sijoituspaikkatutkimusten valvontaa. STUK ja sen tukena toimiva asiantuntijaryhmä arvioivat Posivan laatuohjeiston loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudelle tärkeitä toimintoja koskevia ohjeita. Asiantuntijat seuraavat ja arvioivat STUKin tukena myös sijoituspaikkatutkimuksiin liittyvien avoimien kysymysten ratkaisemista.

4 Ydinmateriaalivalvonta

Marko Hämäläinen

Tarkastukset

STUK tekee ydinmateriaaleja koskevia tarkastuksia sekä yksin että yhdessä IAEA:n ja Euroopan komission (Euratom) kanssa. Tarkastusten yhteydessä todennetaan, että laitosten toimittamat raportit ja ilmoitukset ovat yhtäpitäviä todellisen tilanteen kanssa. Valvonnalla varmistetaan, että ydinmateriaaleihin liittyvät toimet on hoidettu lakien ja säädösten mukaisesti ja että Suomen sopimien kansainvälisten sopimusten velvoitteet on voitu täyttää.

Posiva Oy:n loppusijoituslaitoksen maanalaisen tutkimustilojen (ONKALO) rakentaminen Olkiluodossa on ollut ydinmateriaalivalvonnan piirissä koko louhinnan ajan. STUK tarkastaa, että rakennetut tilat vastaavat Posivan ydinsulkuvalvontaa varten toimittamia raportteja. Tarkastukset on tehty systemaattisesti ennen kalliopintojen peittämiseen liittyviä ruiskubetonointeja.

Loviisan voimalaitos

STUK teki määräaikaistarkastuksen yhdessä IAEA:n ja Euroopan komission kanssa Loviisassa 12.12.2006. Käytetyn polttoaineen valvontamittauksissa Loviisan voimalaitoksella 1.–3.11.2006 STUK mittasi 55 polttoainepippua. Tarkastuksissa ei todettu huomautettavaa.

STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle luvat automaatiouudistukseen liittyvän dokumentaation ja laitteiden vientiin Saksaan.

Olkiluodon voimalaitos

STUK teki määräaikaistarkastuksen ja käytetyn polttoaineen varaston inventaarin todennuksen yhdessä IAEA:n ja Euroopan komission kanssa Olkiluodon voimalaitoksella 14.–15.12.2006. Tarkastuksen kohteena olivat Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 ja käytetyn polttoaineen varasto. Tarkastuksissa ei ilmennyt huomautettavaa.

STUK myönsi Teollisuuden Voima Oy:lle luvan zirkoniumsauvojen maahantuontiin Ruotsista.

Loppusijoitustilan ydinsulkuvalvonta

Joulukuussa STUK teki ydinsulkuvalvontajärjestelmän tarkastuksen, jossa aiheina olivat Posiva Oy:n ydinsulkuvalvonnan menetelmät, organisaation sisäinen tiedon kulku ja raportoinnin vastuut. Onkalo-työmaalla todennettiin ajotunnelin eteneminen 1623 m tunnelipituuteen asti. Tarkastuksessa ei todettu huomautettavaa.

Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset raportit ja ilmoitukset

Fortum Nuclear Services Oy vei lokakuussa Suomesta autoklaavin osia Venäjälle. STUK toimitti marraskuussa IAEA:lle ja komissiolle valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisen ilmoituksen, ettei vuoden kolmannella neljänneksellä viety Suomesta lisäpöytäkirjassa mainittuja laitteita.

5 Säteilyn käyttö

*Ritva Bly, Ritva Havukainen, Kari Jokela, Hilikka Karvinen,
Antti Kosunen, Mika Markkanen, Eero Oksanen, Reijo Visuri*

5.1 Ionisoiva säteily

Säteilyn lääketieteellinen käyttö

STUK tarkasti Helsingin yliopistolliseen sairaalaan asennetun positroniemissiotomografian ja röntgentietokonetomografian yhdistelmäkuvauslaitteen (PET-TT). Tähän saakka vastaavaa kuvaustoimintaa on ollut Turun valtakunnallisessa PET-keskuksessa ja muutamissa sairaaloissa on käynyt rekka PET-TT. Laitteiden oletetaan yleistyvän tulevina vuosina.

STUKissa tehdyn tutkimuksen (STUK-A220, J. Karppinen, H. Järvinen, Tietokonetomografialaitteiden käytön optimointi) mukaan Suomessa ollaan siirtymässä ns. yksileikelaitteista monileikelaitteisiin tietokonetomografialaitteiden kehittymisen myötä. Monileikelaitteilla tehtyjen tutkimusten potilasannokset ovat keskimäärin 30 % suurempia kuin yksileikelaitteilla tehtyjen tutkimusten. Potilaan säteilyaltistuksen vaihtelu eri tutkimusyksiköiden välillä on suuri, enimmillään viisinkertainen. Syynä vaihteluun voivat olla puutteet optimoinnissa, mutta myös muut seikat, esimerkiksi indikaatioerot ja tutkimusnimikkeen sisällön erilainen tulkinta. Suurin efektiivinen annos, 12–15 mSv, aiheutuu potilaalle vatsan TT-tutkimuksesta silloin, kun se tehdään sekä natiivina että varjoaineella korostettuna (2 kuvaussarjaa). Kansainvälisessä vertailussa annokset Suomen tietokonetomografiatutkimuksissa ovat samaa suuruusluokkaa kuin Englannissa.

Työntekijöiden säteilyannokset

Ionisoivan säteilyn käyttöön osallistuneiden, anostarkkailussa olleiden työntekijöiden säteilyannokset kirjattiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin. Säteilyn käytöstä aiheutuneet säteilyannokset vastasivat edellisten vuosien vastaavan ajankohdan annoksia. Vuoden 2006 aikana ei ylitetty työntekijöiden vuosiannosrajoja.

Poikkeavat tapahtumat ionisoivan säteilyn käytössä

Terveysthuolto

Potilas sai erehdyksessä toiselle potilaalle tarkoitettua radiolääkeinjektioita isotooppilaboratoriossa. Potilaan piti saada 600 MBq Tc-99m-tetrofosmii-nia sydänperfuusiotutkimusta varten, mutta hän saikin 600 MBq Tc-99m-HMDP-radiolääkettä, joka oli tarkoitettu luustotutkimusta varten. Potilaalle aiheutunut ylimääräinen annos oli noin 4,8 mSv.

Sädehoidossa sattui yksi läheltä piti -tilanne. Annosuunnittelujärjestelmän päivityksessä oli jäänyt ottamatta käyttöön kudosepähomogeenisuuskorjaus. Virhe havaittiin kuukauden jälkeen päivityksestä ja hoidossa olevien potilaiden annokset kompensoitiin tavoitteiden mukaisiksi. Jos virhettä ei olisi havaittu, pahimmillaan yksi potilas olisi saanut keuhkojen alueelle 16 % yliannoksen. Koska virhe havaittiin ja annokset voitiin kompensoida, yhdenkään potilaan saama sädehoitoannos ei ylittänyt suunniteltua annosta.

Teollisuus

Amerikiumia (Am-241) sisältävä säteilylähde joutui sulatukseen terässulatossa. Lähde tuli sulatukseen ulkomailta tuodun kierrätysmetallin mukana.

Sulatolla on käytössä ajanmukaiset kierrätysmetallin säteilymittausjärjestelmät mahdollisten säteilylähteiden varalta. Lähdettä ei kuitenkaan havaittu, koska Am-241:n lähettämä pienienerginen gammasäteily (59 keV) vaimenee helposti, kun lähde on peittyneenä muun metallin alle. Tällaisessa tilanteessa Am-241 lähdettä on käytännössä mahdoton havaita millään säteilymittarilla. Am-241 lähteitä on myös muualla maailmalla joutunut sulatukseen, mutta Suomessa tapaus oli ensimmäinen.

Amerikium höyrystyy noin 2600 °C lämpötilassa. Koska lämpötila sulassa oli huomattavasti

alhaisempi (noin 1600 °C), amerikium pysyi sulan mukana eikä päässyt leviämään esimerkiksi työtilojen hengitysilmaan, lukuun ottamatta hyvin vähäisiä määriä pölyn ja roiskeiden mukana. Sulassa amerikium sitoutuu kuonaan.

Lähteen olemassaolo havaittiin, kun sulan massan pinnalta kuonaa poistavaan laappakoneeseen asennettu säteilymittari hälytti. Tehtaalla on käytössä menettelytapaohjeet tällaisen tilanteen varalta ja sen mukaisesti työntekijöille määrättiin hengityssuojaimet käyttöön ja tapahtuneesta ilmoitettiin Säteilyturvakeskukseen. Sulatolla on käytössä radionuklidin tunnistamiseen soveltuva mittalaite, jonka avulla lähde tunnistettiin Am-241:ksi.

STUKin tarkastajat kävivät seuraavana päivänä varmistamassa säteilytilanteen sulatossa. Normaalisti taustasäteilystä poikkeavaa säteilyä ei havaittu lukuun ottamatta kyseisen sulatuserän kuonaa, joka oli siirretty säilytykseen muualle tehdasalueella. Vaikka oli erittäin todennäköistä, että tapahtuneesta ei ollut aiheutunut merkittävää säteilyaltistusta työntekijöille, sen mahdollista suuruutta arvioitiin tarkemmin selvityksin. Säteilyaltistusta olisi voinut aiheutua siitä, että amerikiumia olisi kulkeutunut hengityksen mukana elimistöön.

Yksi tapahtumahetkellä työvuorossa olleista työntekijöistä kävi STUKissa kokokehmittauksessa ja kahdelle työntekijöistä järjestettiin virtsankeräys radionuklidianalyysia varten. Näissä mittauksissa ei löydetty amerikiumia. Muiden tehtyjen mittausten (pinnoille laskeutuneesta pölystä ja hengityssuojaimista) perusteella arvioitiin, että työntekijöiden altistukset ovat voineet olla suuruusluokaltaan korkeintaan joitakin kymmeniä mikrosieverttejä.

Merkittävin tapahtuman seuraamus on kuonaerä, johon amerikium on sitoutunut. Kuonan aktiivisuuspitoisuus on noin 200 Bq/g ja sitä on yhteensä noin 120 tonnia. Kuona on toistaiseksi varastoitu tehdasalueelle ja toiminnanharjoittaja selvittää parhaillaan eri loppusijoitusmahdollisuuksia. Varastoitu kuona on ulospäin hyvin heikosti säteilevää (voidaan havaita säteilymittarilla vain aivan pinnasta mitattuna) eikä siitä aiheudu vaaraa työntekijöille tai kenellekään muulle.

Tapahtumalla ei ollut kovin merkittävää vaikutusta sulaton toimintaan kokonaisuudessaan, eikä tuotantoa tarvinnut keskeyttää. Tapahtuman

johdosta jouduttiin tekemään mm. huomattava määrä jatkomittauksia, joilla varmistettiin tehtaalta lähtevien tuotteiden ja jatkojalostukseen menevien aineiden puhtaus. Kyseisen sulatuserän teräksessä ei havaittu amerikiumia.

5.2 Ionisoimaton säteily

Maankäyttö voimajohtojen lähellä

STUK vastasi kansanedustaja Erkki Pulliaisen kyselyyn Oulun Saarelan kaupunginosassa kulkevista 220 kV ja 110 kV voimajohdoista. Alueen asukkaat olivat lähestyneet Pulliaista kyseisellä asialla. STUKin vastauksessa selvitettiin vallitsevaa lainsäädäntöä ja STUKin suosituksia ja kannanottoja voimajohdoista ja maankäytöstä niiden läheisyydessä. Oikeudellisia perusteita Saarelan aluetta koskeviin huomautuksiin kentänvoimakkuuksista johtuen ei ole.

Espoon kaavoitusviranomaisille annettiin lausunto, jossa STUK suosittelee, että autopaikoitusalueita ei sijoitettaisi niin, että autot ovat 400 kV voimajohtojen alapuolella.

Lausunto magneettikuvauslaitteiden läheisyydessä työskentelevien suojaamiselta sähkömagneettisilta kentiltä

Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto kysyi STUKin kantaa magneettikuvauslaitteiden läheisyydessä työskentelevien henkilöiden työturvallisuuden huomioimisesta valmisteilla olevassa valtioneuvoston päätöksessä. STUK totesi lausunnossaan, että asetuksessa esitettyjä altistumisrajoja ei tulisi soveltaa hoitotyöntekijöihin sillä edellytyksellä, että altistumisen aiheuttamat riskit muuten ehkäistään ja altistumista rajoitetaan ALARA-periaatteen mukaisesti. Teknisessä tuotekehitys- ja tuotantoympäristössä tarvittavat kokeet vapaaehtoisilla koehenkilöillä tulisi suorittaa samoin perustein kuin terveillä koehenkilöillä tehtävät lääketieteelliset kokeet, joihin tarvitaan asianmukainen eettisen toimikunnan lausunto.

Kuuleminen viestintämarkkina-alaista

STUKin edustaja oli marraskuussa eduskunnassa viestintävaliokunnan kuultavana, kun viestintämarkkinalain muutosta käsiteltiin. STUKin lähtökohtana on, että puhelinviestinnän teknisen infrastruktuurin kehitysratkaisut ovat poliittisia päätöksiä. Poliittisen ratkaisun sisällöstä riippumatta

olisi kuitenkin hyvin tavoiteltavaa, että puhelimia käytävillä kansalaisilla on mahdollisuus henkilökohtaisiin valintoihin varovaisuusperiaatteen huomioon ottamiseksi jokapäiväisessä elämässä.

Langatonta verkkoa (matkapuhelinta) käytettäessä altistuminen radiotaajuiselle säteilylle voidaan minimoida kiinteistökohtaisella liittymäratkaisulla, jossa puhelimen käyttäjä voi kytkeä säteilytehon rakennuksen katolle tai seinään kiinnitettyyn antenniin. Ratkaisu on teknisesti verrattain yksinkertainen.

Laserprojektorit vedettiin pois markkinoilta

Markkinoilta määrättiin vedettäväksi pois laserprojektorit, ja tästä silmälle mahdollista vaaraa aiheuttavasta kuluttajatuotteesta tehtiin myös notifikaatio eli RAPEX-ilmoitus EU-komissiolle. Tanskalainen maahantuoja oli markkinoinut laitetta Suomessa luokan 1 laserina lelukäyttöön. Työterveyslaitoksen ja STUKin mittauksissa todettiin, että laite kuuluu luokkaan 3R, jota ei saa käyttää leluna.

6 Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta

Raimo Mustonen

STUK valvoo jatkuvasti keinotekoisien säteilyn ja keinotekoisien radioaktiivisten aineiden esiintymistä elinympäristössä yhteistyössä useiden muiden viranomaisten ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Voimassa olevan säteilyvalvontaohjelman sisältö on kuvattu liitteessä 2.

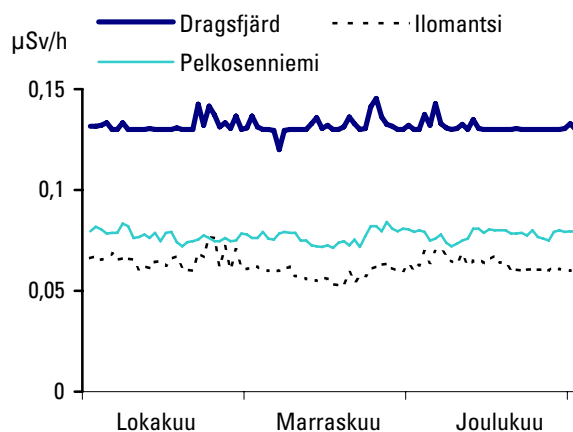
6.1 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa. Kaikki mittausasemat on varustettu automaattisella hälytysjärjestelmällä, joka hälyttää mm. STUKin päivystävän säteilyasiantuntijan, jos säteilyn aiheuttama annosnopeus ylittää asetetun hälytysrajan.

Valvontaverkon uudistaminen on parhaillaan meneillään siten, että verkon kaikki mittausasemat ja niiden tiedonvälitys STUKiin ja alueellisiin hätäkeskuksiin uusitaan. Uudistustyö aloitettiin vuoden 2005 alussa ja vuoden 2006 loppuun men-

nessä oli asennettuna kaikki Länsi-Suomen ja Etelä-Suomen läänien valvonta-asemat, yhteensä 106 asemaa. Verkon uudistus saadaan valmiiksi vuoden 2007 loppuun mennessä.

Vuoden 2006 viimeisellä vuosineljänneksellä ei havaittu yhtään kohonnuttua ulkoisen säteilyn tasoa Suomessa. Kuvassa 7 esitetään ulkoisen säteilyn annosnopeus (mikrosieverttiä tunnissa) Dragsfjärdissä, Ilomantsissa ja Pelkosenniellä. Päivittäiset annosnopeudet eri valvonta-asemilla raportoidaan STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilytilanne).



Kuva 7. Ulkoisen säteilyn annosnopeus kolmella paikkakunnalla vuoden 2006 viimeisellä vuosineljänneksellä.

6.2 Ilman radioaktiivisuus

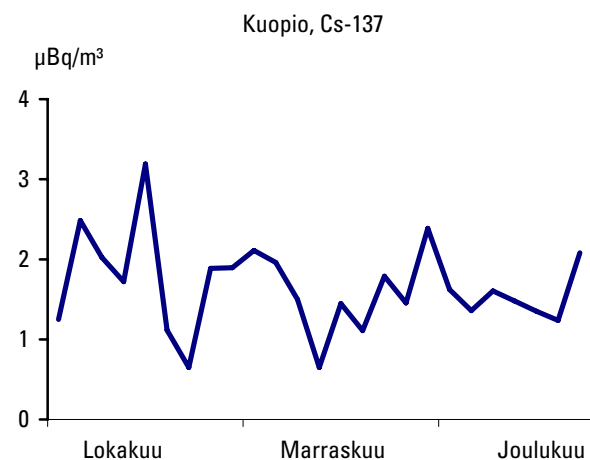
Ulkoilman radioaktiivisten aineiden määriä valvotaan yhdeksällä paikkakunnalla eri puolilla Suomea. Lisäksi molempien ydinvoimalaitospaikkojen ympäristössä – Loviisassa ja Olkiluodossa – on neljä voimayhtiöiden omaa valvonta-asemaa. STUK toteuttaa ilman radioaktiivisuuden valvontaa yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen ja puolustusvoimien kanssa.

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodattimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihiihluodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita ja esim. radioaktiivista jodia. Suodattimet analysoidaan laboratorioissa. Käytetty menetelmä on äärimmäisen herkkä – jos kuutiometrissä ilmaa tapahtuu yksi radioaktiivinen hajoaminen kuukaudessa, voidaan se yleensä havaita.

Kuvassa 8 esitetään ulkoilman cesium-137 pitoisuudet Kuopion valvonta-asemalla vuoden 2006 viimeisellä vuosineljänneksellä (mikrobecquerelliä kuutiometrissä ilmaa). Tänä päivänä cesium-137 on ainoa keinotekoinen radionuklidi, jota havaitaan säännönmukaisesti Suomen ilmatilassa. Se on jäämä vanhoista ilmakehässä tehdyistä ydinpommikokeista ja Tshernobylin onnettomuudesta.

6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot

Vuoden 2006 kolmannella vuosineljänneksellä tehtiin yksi normaalista poikkeava havainto ulkoilman radioaktiivisuudessa. Sodankylässä havaittiin ilmassa 6.–13. marraskuuta 2006 keinotekoisia radionuklideja koboltti-58, koboltti-60, mangaani-54 ja niobium-95 hieman havaitsemisrajoja ylittäviä määriä (0,55, 3,3, 0,36 ja 0,27 mikroBq/m³). Havaitut radionuklidit ovat mitä ilmeisimmin peräisin jostain lähialueen ydinlaitoksesta. Mitatut pitoisuudet olivat erittäin pieniä, eikä niillä ollut mitään terveydellisiä haittavaikutuksia lähiseudun asukkaisiin.



Kuva 8. Cesium-137 pitoisuus ulkoilmassa Kuopion valvonta-asemalla vuoden 2006 viimeisellä vuosineljänneksellä.

7 STUKin valmiustoiminta

Kyllikki Aakko, Raimo Mustonen

7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä kaikkiaan 42 kertaa:

Kotimaiset ydinvoimalaitokset

Loviisan 1:ltä otettiin kolme kertaa yhteyttä päivystäjään. Ensimmäinen yhteydenotto koski boori-hapon pääsyä primääripiiriin ja siitä aiheutunutta tehon alennusta. Toinen ilmoitus koski tehon alennusta, joka johtui höyryn eristysventtiilin kiinni menosta ja pääkiertopumpun pysäyttämistä ja kolmas koski tuotantohäiriötä, joka aiheutui 1-turbiinin alasarjasta turbiinin endoskooppiyhteen laippavuodon korjauksen ajaksi.

Loviisa 2:lta yhteydenottoja oli neljä. Yksi ilmoitus koski generaattorin sähköisen eristeen puutteesta johtunutta lämpötilan nousua generaattorin sähköläpiviennissä. Toinen yhteydenotto koski pyyntöä poiketa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja kolmas syöttövesipumpun laukeamista. Neljäs ilmoitus koski turbiinin ajoa alas venttiilihuoltoon lauhdeventtiilissä havaitun vuodon takia.

Tapahtumilla ei ollut merkitystä laitoksen turvallisuuteen. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevia tapahtumia on kuvattu luvussa 2.

Säteilymittaukset

Yksi päivystäjän vastaanottama ilmoitus liittyi säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla Suomessa ja aiheutui vikaantuneesta mittarista. Tietoja Suomen säteilyvalvonnasta on luvussa 6.

Leningradin ydinvoimalaitoksen ulkoisen säteilyn automaattisilta mittausasemilta tuli viisi ilmoitusta. Ilmoitukset aiheutuivat mittareiden vikaantumisista.

Muut havainnot ja tapahtumat Suomessa

Suomen rajavalvontaan liittyi yksi ilmoitus, joka koski luonnon radioaktiivisuutta tiilikuormassa, eikä edellyttänyt toimenpiteitä.

Yksi ilmoitus koski säteilylähteen joutumista metallinsulattamoon. Kuvaus tapahtumasta on luvussa 5.

Yksi yhteydenotto oli säteilymittaukseen liittyvä asiantuntijapyyntö ja koski havaintoa Sumiaisissa.

Tapahtumat ulkomailla

Kaksitoista ilmoitusta liittyi poikkeaviin tapahtumiin ulkomailla. Euroopan komissio välitti Puolan viranomaisen ilmoituksen Puolan ja Unkarin rajalla rekasta löydetyistä luvattomasta pienestä säteilylähteestä. Kaksi yhteydenottoa koski tapahtumia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla; yksi muuntajapaloa Ringhalsin ydinvoimalaitoksella ja toinen häiriötä Forsmarkin 1-yksiköllä. Yksi yhteydenotto koski Venäjän Leningradin ydinvoimalaitoksen kakkosyksikön alas ajoa, joka tehtiin myrskyn katkaistua sähkönsyötön. Kolme yhteydenottoa liittyi Polonium-210:n käyttöön myrkyttämistaroituksessa Englannissa. Yksi yhteydenotto koski Finnairin koneen pysäytystä Moskovassa radioaktiivisuusepäilyn vuoksi.

Seismologian laitos ilmoitti neljästä seismisestä havainnosta, josta yksi koski Pohjois-Korean tekemää maanalaista ydinasekoetta. Kolme Seismologian laitoksen ilmoitusta koski maanjäristyksiä Etelä-Koreassa, Formosan saaren alueella ja Japanissa.

Yhteyskokeilut, harjoitukset

ja muut yhteydenotot

Kansainvälisiä yhteyskokeiluja STUKin päivystykseen tuli seitsemän. Kaksi yhteydenottoa koski harjoitustilanteisiin liittyviä ensi-ilmoituksia STUKille; ensimmäinen kansainvälistä harjoitusta johon STUK osallistui ja toinen Loviisan ydinvoimalaitoksen pelastustoimintaharjoitusta. Viisi ilmoitusta liittyi erilaisiin kotimaisiin ja kansainvälisiin tiedonantoihin, kyselyihin ja vikasanomiin.

7.2 Poikkeavat tapahtumat Suomessa

Säteilymittaukseen liittyvä asiantuntijapyyntö

Sumiaisissa Keski-Suomessa oli 18.11.2006 havaittu metsässä syvä, noin 3 metriä leveä ja 7 metriä pitkä kuoppa. Alueen pelastusviranomaiset ja poliisi tutkivat tapausta. Alkuhavaintojen perusteella epäiltiin, että maahan oli pudonnut avaruudesta metalliromua. Metalliroimun mahdollisesta säteilystä haluttiin varmistua mittauksin. STUK ohjasi pelastusviranomaisia säteilymittauksissa ja tulosten tulkinnessa. Säteilymittauksissa ei havaittu poikkeavia lukemia. Osoittautui, että kyseessä oli todennäköisimmin pitkään kytenyt turvepalo. Turvepalo sammutettiin.

7.3 Poikkeavat tapahtumat ulkomailla

Pikasulku Leningradin ydinvoimalaitoksella

STUK sai 28.10.2006 Suomen Pietarin konsulaatista yhteydenoton, joka koski häiriötä Leningradin ydinvoimalaitoksella. Laitoksen kakkosyksikkö oli pysäytetty myrskyn aiheuttaman sähkönsyötön katkeamisen takia. STUK oli yhteydessä laitokselle ja tietoa tapahtumasta oli myös voimalaitoksen kotisivuilla. Lisätietoa tapahtumasta on luvussa 9.

Muuntajapalo Ringhalsin ydinvoimalaitoksella Ruotsissa

Ruotsalaisen Ringhalsin ydinvoimalaitoksen kolmosreaktori pysähtyi automaattisesti 14.11.2006 muuntajapalon takia. Palo syttyi toisessa niistä kahdesta muuntajasta, jotka toimittavat laitokselle sähköä, ja jotka sijaitsevat turbiinirakennuksen ulkopuolella. Palo saatiin pian hallintaan. Kukaan ei loukkaantunut palossa. Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI lähetti pohjoismaille tietoa tapahtumasta. Lisäksi tietoa oli voimalaitoksen ja SKI:n kotisivuilla ja STUK oli myös puhelinyhteydessä SKI:hin. Ringhals sijaitsee noin kuusikymmentä kilometriä etelään Göteborgista.

Häiriö Forsmarkin ydinvoimalaitoksella Ruotsissa

STUK sai tiedotusvälineiltä 17.12.2006 tiedustelun Forsmarkin ydinvoimalaitoksella tapahtuneesta häiriöstä. Forsmarkin ydinvoimalaitoksen ykkösreaktori oli pysäytetty sen tehonsäätölaitteis-

tossa (pääkiertopumppujen kierroslukusäädössä) ilmenneen vian selvittämiseksi. Vika ilmeni, kun reaktoria oltiin ajamassa puolelle teholle turbo-generaattoriin liittyvän pienen korjauksen takia. Reaktorin saavutettua 64 % tehon, kääntyi pääkiertopumppujen kierrosluku äkillisesti nousuun ja reaktoriteho nousi 97 %:iin. Tietoa häiriöstä oli voimalaitoksen kotisivuilla. Tiedotusvälineet haastattelivat STUKin asiantuntijaa. Tapahtumalla ei ollut merkitystä laitoksen turvallisuuteen.

Polonium-210:n käyttö myrkyttämis-tarkoituksessa Englannissa

Marraskuun alussa 2006 entinen Venäjän tiedustelupalvelun agentti Alexander Litvinenko sairastui äkillisesti Lontoossa ja kuoli kolme viikkoa myöhemmin akuuttiin säteilynsairauteen lontoolaisessa sairaalassa. Litvinenkolle tehdyssä ruumiinavauksessa selvisi, että hän oli saanut tappavan annoksen radioaktiivista polonium-210-isotooppia kehoonsa. Vielä ei ole tietoa siitä, miten polonium joutui hänen kehoonsa ja poliisit eri puolilla Eurooppaa selvittävät asiaa.

Tapauksen johdosta STUKiin tuli useita kymmeniä yhteydenottoja, joissa kysyttiin neuvoja ja ohjeita mahdollisen polonium-altistuksen varalta. Yhteydenottajat olivat vierailleet samoissa paikoissa, joissa Litvinenkon tiedettiin oleilleen tai käyneen juuri ennen sairastumistaan. He olivat Lontoossa tuolloin vierailleita suomalaisia turisteja, lentohenkilöstöä, joka oli lentänyt samoilla lennoilla kuin Litvinenko, ja suomalaisten yritysten työntekijöitä Lontoossa. Useissa tapauksissa tarkka kuvaus henkilöiden oleskelusta Lontoossa tai lentokoneissa ja mahdollisen altistumisen todennäköisyydestä johti siihen, että jatkotoimenpiteitä ei tarvittu.

Kuitenkin yksi suomalainen lentohenkilö ja kuusi suomalaista Lontoossa kävijää tutkittiin STUKissa mahdollisen altistumisen selvittämiseksi. Kaksi näistä henkilöistä tavoitettiin britti-viranomaisten informaation perusteella. Kuuden henkilön virtsan polonium-210-pitoisuus oli alle havaitsemisrajan. Yhden henkilön virtsan polonium-pitoisuus oli $10 \pm 1,5$ millibecquerelliä litrassa (mBq/l) ja virtsan kautta hänen vuorokausierityksensä oli 20 mBq. Henkilö on tupakoitsija, eikä tämä pitoisuus ollut siten normaalista poikkeava.

Tapauksen johdosta STUKissa kartoitettiin määritys- ja laitekapasiteetti ja valmiudet sekä

ihmismittauksiin että mahdollisiin kontaminaatiomittauksiin. Sosiaali- ja terveysministeriön kanssa sovittiin tiedottamisesta terveyskeskuksille vuorokausivirtsan keräysjärjestelyä ja neuvontaa varten. Polonium-210:lle altistumisen jälkeen aine on mahdollista määrittää ihmisen eritenäytteistä. Virtsa on siihen sopivin. Jotta saatu polonium-annos voidaan arvioida, tarvitaan vuorokausivirtsa (24 tunnin näyte), josta saadaan näytemittauksen tuloksen perusteella laskettua vuorokausieritys ja sen perusteella annosarvio, kun altistumisaikakohta tiedetään. STUK antoi myös asiantuntijapua naapurimaiden viranomaisille ja analytiikasta vastaaville laboratorioille.

Polonium on happiryhmään kuuluva metallinen alkuaine, jonka kaikki isotoopit ovat radioaktiivisia. Useat kiinteät polonium-yhdisteet ovat haihtuvia huoneen lämpötilassa ja reagoivat ilman hapen kanssa muodostaen oksideja. Polonium-210 on alfasäteilijä, jonka puoliintumisaika 138,3 päivää. Polonium-210 lähettää myös gammasäteilyä, mutta sen tuotto on vähäistä, vain 0,001 % yhtä hajoamista kohti. Lähes puhtaana alfasäteilijänä se on ihmiselle vaarallista hengitettynä tai sisäisesti nautittuna tai joutuessaan rikkoontuneelle iholle. Noin puolet elimistöön joutuneesta poloniumista poistuu muutaman ensimmäisen vuorokauden aikana lähinnä ulosteen kautta. Loppuosan biologinen puoliintumisaika vaihtelee 30–50 päivään. Se poistuu sekä ulosteen että virtsan kautta.

Polonium-210 kuuluu luonnon uraanisarjaan (U-238), joten sitä esiintyy hajoamissarjan tuotteena pieniä määriä lähes kaikkialla: ilmassa, maaperässä, vesissä, kasveissa, eläimissä ja ihmisissä. Polonium-210 hajoaa alfasäteilyn kautta pysyväksi lyijy-206 isotoopiksi. Ihmiset saavat polonium-210:ia kehoonsa lähinnä juomaveden ja ravinnon mukana. Suomalaisten vuosittain saama polonium-210-aktiivisuus vaihtelee muutamasta kymmenestä becquerellistä (Bq) muutamaan sataan becquerelliin riippuen heidän käyttämänsä veden ja ruuan luonnollisesta radioaktiivisuudesta. Tupakoitsijat saavat lisäksi noin 30 becquerelliä vuodessa polttaessaan tupakkaa noin askin päivässä. Näillä altistusmäärillä suomalaisten polonium-210:stä saama säteilyannos vaihtelee välillä 0,05–0,7 mSv vuodessa. Suomalaisten keskimääräinen säteilyannos kaikista säteilylähteistä on noin 3,7 mSv vuodessa, suurimman osan siitä aiheuttaa sisäilmassa oleva radon-222.

Litvinenkon saamasta polonium-210 määrästä ei ole tarkkoja tietoja. Jo yhden mikrogramman (= miljoonasosa grammaa) määrä polonium-210:ia kerta-annoksena aiheuttaa kuolemaan johtavan säteilyannoksen. Yksi mikrogramma vastaa polonium-210-aktiivisuutta 166 miljoonaa becquerelliä (166 MBq). Tällaisia polonium-210-määriä voidaan tuottaa vain suhteellisen suuritehoisilla tutkimusreaktoreilla, joita on useilla mailla.

Finnairin koneen pysäytys Moskovassa radioaktiivisuusepäilyn vuoksi

Moskovan lentoaseman säteilytarkastuksessa Helsinkiin matkalla olleessa Finnairin lentokoneessa havaittiin taustasäteilystä poikkeavia säteilyarvoja 2.12.2006. Syynä kohonneisiin säteilyarvoihin olivat lentorahtina Moskovaan kuljetetut teollisuuskäyttöön tarkoitetut Co-60-säteilylähteet. Kun lasti poistettiin koneesta, ei poikkeavia säteilyarvoja ollut havaittavissa. Ulkoisen säteilyn annosnopeus matkustamossa oli ollut korkeimmillaan 2 mikroSv/h, mikä on selvästi taustasta poikkeava, mutta kuitenkin pienempi kuin kosmisesta säteilystä aiheutuva ulkoisen säteilyn annosnopeus lennettäessä 10 kilometrin korkeudessa.

Finnairin koneen matka viivästyi ja matkustajat siirrettiin Helsinkiin lähtevään toisen lentoyhtiön koneeseen. STUK järjesti Finnairin pyynnöstä Suomeen saapuville matkustajille säteilymittauksen Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Poikkeavia säteilyarvoja ei havaittu. Finnairin kone lensi Moskovasta samana iltana ilman matkustajia Helsinki-Vantaalle. STUK teki koneelle välittömästi sen laskeuduttua tarkastuksen, jossa todettiin koneen ulkopuolella ja sisällä säteilyarvot normaaleiksi.

Kaikki STUKin tietoon tulleet seikat ja paikan päällä tehdyt havainnot viittaavat siihen, että Finnair toimi kyseisen radioaktiivisen rahdin kuljetuksessa asianmukaisesti ja kuljetusmääräyksiä noudattaen.

Viranomaiset seurasivat tilannetta ja asiasta uutisoitiin laajasti Suomessa. STUK antoi haastatteluja ja osallistui Helsinki-Vantaan lentoasemalla järjestettyyn tiedotustilaisuuteen.

Pohjois-Korean tekemä maanalainen ydinasekoe

Pohjois-Korea teki maanalaisen ydinasekokeen 9.10.2006. Helsingin yliopiston seismologian lai-

tos ilmoitti ja raportoi kokeeseen liittyvistä, sekä Suomen seismografi-asemilla että kansainvälisen ydinkoekieltosopimuksen seismisen valvontaverkon asemilla tehdyistä havainnoista. Suomen havaintojen voimakkuus oli 4,2 Richterin asteikolla vastaten pientä ydinräjähdystä.

Pohjois-Korea uutisoi ydinkokeesta ja ilmoitti muun muassa että alueella ei tapahtunut radioaktiivisten aineiden vuotoa ilmakehään. Maanalaisen ydinasekokeen yhteydessä ilmakehään voi päästä sellainen määrä radioaktiivisia aineita, että ne ovat havaittavissa koealueen ulkopuolella vain jos räjähdys yhteydessä syntyy suuri vuoto.

Koe tuomittiin maailmalla ja sitä käsiteltiin YK:n turvallisuusneuvostossa. YK:n yleiskokous hyväksyi kaikki ydinasekokeet kieltävän sopimuksen vuonna 1996. Kaikki maat eivät kuitenkaan ole vielä sitoutuneet noudattamaan sopimusta.

7.4 Valmiusharjoitukset

Ruotsin Ringhalsin

ydinvoimalaitoksen harjoitus

Ruotsi järjesti 4.10.2006 Ringhalsin ydinvoimalaitoksen onnettomuutta koskevan Ruotsin viranomaisten yhteistoimintaharjoituksen (FALKEN). Harjoitukseen kutsuttiin kaikki EU-maat, komissio sekä mm. Venäjä ja Norja. FALKEN toimi myös EU-maiden välisenä tiedonvaihtoharjoituksena. Suomesta harjoitukseen osallistuivat STUK ja Ilmatieteen laitos.

Harjoitus oli myös Euroopan komission ja STUKin välinen vuoden 2006 RESPEC-harjoitus. STUKin ja komission välillä on sopimus (RESPEC), jonka mukaan STUK tukee komissiota maailmanlaajuisesti merkittävässä tai EU-maihin vaikuttavassa säteilyvaaratilanteessa, joka ei tapahdu Suomessa. Sopimuskausi alkoi keväällä 2004 ja päättyi keväällä 2007.

Harjoituksessa STUK välitti Euroopan komissiolle muun muassa tietoa onnettomuuskohteesta, asiantuntija-arvioita onnettomuuden kehittymisestä ja radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta sekä avusti komissiota tilanteen turvallisuusarvioinnissa. STUKista harjoitukseen osallistui 16 henkilöä, yksi heistä Ruotsissa ydinturvallisuusviranomaisen valmiustiloissa ja Ilmatieteen laitokselta 6 henkilöä.

Ringhalsin harjoitukseen liittyi erillinen, kentällä tehtävistä puhdistus- ja säteilylähteiden et-

sintäharjoituksista koostunut osuus. Tähän osuuteen STUKista osallistui kolmen hengen kenttämittaustartio. Sekä varsinaista harjoitusta että kenttäosuutta Ruotsissa seurasi kolme STUKin henkilöä

Loviisan ydinvoimalaitoksen harjoitus

Loviisan ydinvoimalaitoksen täysimittainen pelastustoimintaharjoitus järjestettiin 23.11.2006. Harjoitus oli joka kolmas vuosi lääninhallituksen johdolla järjestettävä ydinvoimalaitoksen ja viranomaisten yhteistoimintaharjoitus.

Harjoituksen tavoitteena oli saattaa ajan tasalle, ylläpitää ja kehittää eri viranomaisten ja muiden yhteistoimintatahojen toimintavalmiuksia ydinvoimalaitosonnettomuudessa.

Erityistavoitteena oli testata Loviisan voimalaitoksen vakavan onnettomuuden varalle laadittua pelastussuunnitelmaa ja Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen uutta johtamisjärjestelmää.

Harjoitukseen osallistui yhteensä yli 40 organisaatioita keskushallinto-, alue- ja paikallistasolta sekä toimittajia useista tiedotusvälineistä. STUKista harjoitukseen osallistui 75 henkilöä. Pelastusopiston henkilökunta ja oppilaat simuloivat väestön reaktioita esittäen kysymyksiä osallistuville organisaatioille. Harjoitusta seurasi STUKissa säteily- ja ydinturvallisuusasiantuntijoita Venäjältä ja Ruotsista.

STUK laati suositukset kuvitteellisen tilanteen edellyttämistä suojelutoimista, tilanneraportit ja lehdistötiedotteet suomeksi ja englanniksi. STUK välitti tietoa keskeisille viranomaisille ja muille toimijoille suojatuilla Internet-sivuillaan. Sivulla julkaistuja tilanneyhtenvetoja seurasivat myös Ruotsin ja Venäjän säteily- ja ydinturvallisuusviranomaiset.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen harjoitus

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosittainen harjoitus järjestettiin 18.12.2006. Harjoitus pidettiin Olkiluodossa karttatarjoituksena siten, että kaikki osallistujat toimivat samoissa tiloissa omissa ryhmissään. Tavoitteena oli harjoitella valmiustoiminnan käynnistämistä ryhmittäin, tilanteen kartoitusta kuvitteellisen tilanteen perustietojen pohjalta, tiedon hankintaa ja siirtoa, tilannekuvan ylläpitoa ja käyttöä päätöksenteossa sekä tiedotusasioiden hoitamista tilanteen eri vaiheissa normaalien yhteistoimintamenettelyjen harjoittelun lisäksi.

si. Harjoitukseen osallistui noin 70 Teollisuuden Voima Oy:n henkilöä, STUKista neljän asiantuntijan ryhmä ja paikallinen pelastusviranomaisen.

7.5 Yhteenvedo yhteyskokeiluista ja yhteydenotoista STUKin päivystäjään vuonna 2006

Yhteyskokeilut

Vuonna 2006 STUKin päivystäjä sai 23 yhteydenottoa, jotka liittyivät kansainvälisiin yhteyskokeiluihin. Yhteyskokeilut perustuvat säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta tehtyihin sopimuksiin, joita Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa.

Yhteyskokeiluja lähettivät niin virka-aikana kuin virka-ajan ulkopuolellakin IAEA, EU, Ruotsi, Norja, Tanska, Islanti, Itävalta, Ukraina ja Venäjän Rosatomin Pietarissa sijaitseva valmiuskeskus sekä Leningradin ja Ignalinan ydinvoimalaitokset. STUKin päivystäjä vastasi ohjeiden mukaisesti yhteyskokeiluihin välittömästi. STUKin teki kolme yhteyskokeilua muille maille.

STUKissa tehtiin neljä STUKin sisäistä tavoitettavuuskokeilua gsm-puhelinten haltijoille. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 82 % testatuista. STUKin hälytyslistalla on 149 henkilöä, joiden gsm-puhelimiin saadaan lähes samanaikaisesti ja helposti yhteys vapaamuotoisella tekstiviestillä ja puhelinsoitolla.

Yhteydenotot STUKin päivystäjään

Vuonna 2006 päivystäjä vastaanotti yhteensä 124 ilmoitusta. Eniten tuli ympäristön säteilyvalvontaan liittyviä yhteydenottoja (29 kpl), jotka kahta lukuun ottamatta koskivat laitteiden vikaantumisia ja testejä. Kaikista päivystäjän vastaanottamista yhteydenotoista 18 koski poikkeuksellisia tapahtumia Suomessa ja ulkomailla. Muut päivystäjän vastaanottamat kiireelliset viestit liittyivät valmiusharjoituksiin ja erilaisiin kansainvälisten järjestöjen lähettämiin tiedonantoihin ja yhteyskokeiluihin. Taulukossa 2 esitetään yhteydenotot ja tapahtumat viideltä viimeiseltä vuodelta.

Taulukko 2. Päivystäjän raportoimat yhteydenotot ja tapahtumat vuosina 2002–2006.

| Tapaus | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--|------------------|------------------|------------------|------------|------------|
| Yhteydenotot kotimaisilta ydinvoimalaitoksilta | 13 ¹⁾ | 12 ¹⁾ | 20 ¹⁾ | 27 | 20 |
| • laitteiden vikaantuminen, testit | | | | 9 | 12 |
| • muut hälytykset | | | | 18 | 8 |
| Säteilyn käyttöön liittyvät yhteydenotot Suomessa | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Tapahtumat ulkomailla | 5 | 7 | 4 | 7 | 16 |
| Ympäristön säteilyvalvonta | 34 | 46 | 27 | 26 | 29 |
| • laitteiden vikaantuminen, testit | 33 | 46 | 27 | 24 | 27 |
| • muut hälytykset ²⁾ | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Säteilyvalvonta Suomen rajoilla ja kuljetukset (henkilö- ja tavaraliikenne) | 0 | 0 | 4 | 2 | 3 |
| Seismiset havainnot (maanjäristykset ydinvoimalaitosten lähellä, ydinkoevalvonta yms.) | 2 | 0 | 6 | 7 | 6 |
| Kansainväliset yhteyskokeilut (EU, IAEA, Pohjoismaat, Kuolan, Leningradin, Murmanskin ydinvoimalaitokset, Venäjän valmiuskeskus Pietarissa, yms) | 46 | 40 | 29 | 26 | 23 |
| Valmiusharjoitukset ³⁾ | 4 | 11 | 8 | 6 | 2 |
| Muut yhteydenotot päivystäjään | 29 | 21 | 32 | 23 | 23 |
| Yhteensä | 134 | 137 | 130 | 124 | 124 |

1) Tarkempi jaottelu tehty vuodesta 2005 lähtien.

2) Säteilytason lyhytaikainen nousu, joka johtuu esim. säteilylähteen viemisestä mittarin läheisyyteen, röntgenkeilan osumisesta mittariin yms.

3) Vain ne valmiusharjoitukset, joissa päivystäjä on ollut mukana.

8 Tutkimus

Raimo Mustonen

8.1 Valmistuneet hankkeet

STUK tekee yleistajuisen tiivistelmän kaikista julkaisemistaan kansainvälisistä tai kotimaisista alkuperäisjulkaisuista tiedotusvälineiden ja tutkimusaiheista kiinnostuneiden käyttöön. Seuraavassa on lyhyet kuvaukset vuoden 2006 neljännen vuosineljänneksen aikana ilmestyneistä alkuperäisjulkaisuista.

Auvinen A, Toivo T, Tokola K. Epidemiological risk assessment of mobile phones and cancer: where can we improve? European Journal of Cancer Prevention 2006; 15 (6): 516–523.

Katsausartikkelissa kootaan yhteen matkapuhelimen käytön arvioinnin toistettavuutta ja validiteettia koskevat tutkimukset. Myös epidemiologista riskinarviointia käsitelleiden tutkimuksen tulokset esitellään lyhyesti. Jälkikäteen arvioituun puhelimen käytön määrään liittyy huomattava epävarmuus, jota tapaus-verrokkitutkimuksissa ei voida välttää. Matkapuhelimen käytön määrän ja magneettikentän voimakkuuden välinen yhteys on epäselvä. Kentän voimakkuutta kuvaavia suureita on tarkasteltu vain joissain yksittäisissä tutkimuksissa. Tähänastista luotettavampaa tietoa matkapuhelimen käytön mahdollisesti aiheuttamista terveyshaitoista voidaan saada seurantatutkimuksista.

Belyakov OV, Folkard M, Mothersill C, Prise KM, Michael BD. Bystander-induced differentiation: A major response to targeted irradiation of a urothelial explant model. Mutation Research/ Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 2006; 597 (1–2): 43–49

Naapurisoluvaikutuksia tutkittiin sian virtsanjohdin eksplantaateissa *in vivo* -kaltaisissa olosuhteissa. Kudosfragmentteja säteilytettiin Gray

Cancer Instituutissa alfahiukkasilla (5 MeV; LET 70 keV/μm) ns. microbeam-laitteistolla yhteen ennalta määrättyyn pisteeseen 2 μm:n tarkkuudella. Säteilytyksen jälkeen solujen kasvua seurattiin inkuboimalla kudosta seitsemän päivän ajan. Solujen erilaistumista arvioitiin vasta-ainetutkimuksella Uroplakin III:lle, joka on virtsanjohtimen erilaistumiseen liittyvä spesifinen markkeri. Naapurisoluvaikutuksen aikaansaamaa erilaistumista havaittiin tuhansissa kudoksesta kasvaneissa soluissa, vaikka säteilytys oli kohdistettu vain yhteen tiettyyn kohtaan kudosta. Tämän tuloksena erilaistuneiden solujen osuus kasvoi kokonaisuudessaan $63,5 \pm 5,4$ prosentista $76,6 \pm 5,6$ prosenttiin. Tulos osoittaa merkittävän naapurisoluvaikutuksen. Naapurisoluvaikutuksen aikaansaamalla erilaistumisella saattaa olla tärkeä rooli tutkittaessa pienten annosten säteilyvaikutuksia erityisesti *in vivo* -kaltaisissa kudospäristöissä.

Hakanen A, Kosunen A, Pöyry P, Tapiovaara M. Determination of conversion factors from air kerma to operational dose equivalent quantities for low energy x-ray spectra. Radiation Protection Dosimetry 2006. doi:10.1093/rpd/ncl386

Muunnoskertoimet ilmakehstä ICRU:n operatiivisiin annossuureisiin määritettiin ISO N-15 – N-60 röntgensäteilylaaduille spektrimittauksin. Pulssinkorkeusspektrit mitattiin Ge spektrometrillä ja muunnettiin vuospektreiksi Monte Carlo simuloidun spektrometrin vasteen avulla. Vuospektreille laskettuja ensimmäisiä ja toisia puoliarvoainevahvuuksia (HVL) ja ilmakehän arvoja verrattiin ionisaatiokammioilla mitattuihin arvoihin ja todettiin vastaavuuden olevan mitausten standardiepävarmuuden rajoissa tai parempi. Muunnoskertoimet ilmakehstä suureisiin Hp(10), Hp(0,07), H²(0,07) ja H*(10) lasket-

tiin käyttäen käyttäen ICRU:n monoenergiaisia muunnoskertoimia. Tuloksia tarkasteltiin tuoreen ISO-standardin valossa ja verrattiin aiemmin julkaistuihin tuloksiin ISO N-laaduilla.

Jartti P, Pukkala E, Vartiainen E, Uitti J, Auvinen A. Cancer incidence among physicians occupationally exposed to ionising radiation in Finland. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 2006; 32 (5): 368–73.

Osa lääkäreistä altistuu työssään säteilylle, lähinnä lääketieteellisen kuvantamisen yhteydessä. Säteilyturvakeskuksen annosrekisteristä identifioitiin 1312 annosseurannassa ollutta lääkäriä. Heistä 1029 oli saanut kirjauskynnyksen ylittäneitä annoksia ja puolella työuran aikana saatu säteilyannos oli alle 1 mSv. Kirjauskynnyksen ylittäneiden lääkäreiden uransa aikana saman annoksen keskiarvo oli noin 12 mSv. Vertailuryhmä muodostettiin muista lääkäreistä. Syöpärekisterin tietojen perusteella syöpäilmaantuvuus oli muun väestön tasolla molemmissa lääkäriryhmissä 10 vuoden seurannassa. Rintasyöpä oli altistuneilla naislääkäreillä hieman yleisempi kuin muilla lääkäreillä tai koko väestössä. Muiden syöpien vaara ei ollut suurentunut. Syöpäilmaantuvuus ei ollut yhteydessä saadun säteilyannoksen suuruuteen. Löydökset viittaavat siihen ettei ammatillinen säteilyannos suurena syöpävaaraa, mutta pientä lisäriskiä ei voitu sulkea pois.

Outola I, Filliben J, Inn KGW, La Rosa J, McMahon CA, Peck GA, Twining J, Tims SG, Fifield LK, Smedley P, Antón MP, Gascó C, Povinec P, Pham MK, Raaum A, Wei H-J, Krijger GC, Bouisset P, Litherland AE, Kieser WE, Betti M, Aldave de las Heras L, Hong GH, Holm E, Skipperud L, Harms AV, Arinc A, Youngman M, Arnold D, Wershofen H, Sill D S, Bohrer S, Dahlgaard H, Croudace I W, Warwick PE, Ikäheimonen TK, Klemola S, Vakulovsky SM, Sanchez-Cabeza JA. Characterization of the NIST seaweed Standard Reference Material. Applied Radiation and Isotopes 2006; 64: 1242–1247.

Yhdysvaltojen teknologian standardisointilaitoksen NISTin (National Institute of Standards and Technology) järjestämässä kansainvälisessä vertailumittauksessa kehitettiin merilevänäytteet-

tä standardireferenssimateriaali (SRM). Merilevä on paljon käytetty meriympäristön radionukliidi-indikaattori. Standardoitua vertailumateriaalia tarvitaan meriradioekologian, oseanografian, ympäristön radiokemian ja radioaktiivisuuden monitoroinnin menetelmien validointiin, laadunvarmistukseen ja tulosten vertailuun. Sertifioitu materiaali, yhteensä 500 kg, muodostuu kolmesta eri merilevälajista (*Fucus vesiculosus*, *Laminaria saccharina* ja *Ascophyllum nodosum*), jotka oli kerätty Irlannin länsirannikolta ja Vienanmereltä. Esikäsittelyn (mm. kuivatus, jauhaminen, sterilointi ym.) jälkeen NIST jakoi materiaalin yhteensä 1200 pulloon, joiden tilavuus on 625 ml:n. Näytteistä 120 lähetettiin analysoitavaksi arvostettuihin, metrologiatason laboratorioihin ympäri maailmaa. Yksi 24 laboratoriosta oli STUK, jossa näytettä analysoitiin gammaspektrometrillä ja radiokemiallisilla menetelmillä.

Vaikka vertailumittauksen osallistujat olivat korkeatasoisia laboratorioita, niin silti usean nuklidin kohdalla tulosten hajonta oli huomattava. Tämän vuoksi NIST sovelsi erityisiä tilastollisia menetelmiä materiaalin aktiivisuuspitoisuuksien sertifiointiseksi seuraaville kolmelletoista nuklidille: ^{40}K , ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{238}Pu , ^{239}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am . Kaikki STUKin tulokset ovat epävarmuudet huomioon ottaen yhdenmukaisia sertifioituja arvojen kanssa.

Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Auvinen A, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klæboe L, Lönn S, Salminen T, Tynes T. Medical history, cigarette smoking and risk of acoustic neuroma: An international case-control study. International Journal of Cancer 2006; 120 (1): 103–110.

Kansainvälisen aivokasvaintutkimuksen osana selvitettiin kuulohermokasvainten elintapoihin liittyviä riskitekijöitä pohjoismais-englantilaisesta aineistosta. Elintapoja koskevat tiedot kerättiin haastattelemalla 563 tapaukselta ja 2600 verrokilta. Suurentunut riski liittyi epilepsiaan, aiempiin raskauksiin ja nykyiseen tupakointiin. Allergiat, aiemmat päävammat ja varhaislapsuuden tekijät eivät olleet yhteydessä kuulohermon kasvainten riskiin.

Seppänen J, Heinävaara S, Hakulinen T. Influence of alternative mammographic screening scenarios on breast cancer incidence predictions (Finland). Cancer Causes and Control 2006; 17: 1135–1144.

Tutkimuksessa tarkasteltiin rintasyövän seulontaohjelman vaikutusta rintasyöpään sairastuneiden määrään väestössä. Erityinen mielenkiinto oli tutkia miten rintasyöpään sairastuneiden määrä muuttuu tulevaisuudessa, jos seulontaohjelmaa laajennetaan 50–59-vuotiaista vanhempiin tai nuorempiin ikäluokkiin, tai se lopetetaan kokonaan. Tutkimus hyödynsi uutta kuntakohtaista aineistoa rintasyöpäseulontoihin kutsutuista naisista sekä tietoa samoissa kunnissa diagnosoituista rintasyöivistä. Tutkimuksen painopiste oli menetelmällinen. Rintasyövän seulontaohjelma jaettiin tutkimusta varten eri vaiheisiin, ja vuosittain rintasyöpään sairastuneiden naisten määrää väestössä tarkasteltiin näiden vaiheiden mukaisesti. Tarkastelut tehtiin paikallisille ja levinneille rintasyöville erikseen. Nykyisen ja vaihtoehtoisten seulontaohjelmien vaikutusta rintasyöpään tulevaisuudessa arvioitiin erityisen ennustemallin avulla. Tutkimus osoitti, että rintasyövän seulontaohjelman laajentaminen lisäisi paikallisten rintasyöpien löytymistä väestössä. Varhaisvaiheessa löydettyjen rintasyöpien havaitseminen olisi suurinta, jos seulontaohjelma laajennettaisiin 50–59-vuotiaista 50–69-vuotiaisiin. Seulontaohjelman muutoksen vaikutukset levinneiden rintasyöpien määrään väestössä olisivat vähäisemmät.

Vesterbacka P, Turtiainen T, Heinävaara S, Arvela H. Activity concentrations of ²²⁶Ra and ²²⁸Ra in drilled well water in Finland. Radiation Protection Dosimetry 2006; 121: 406–412.

Radiumin, ²²⁶Ra ja ²²⁸Ra, aktiivisuuspitoisuudet analysoitiin 176 porakaivovesinäytteestä. Tutkitussa aineistossa ²²⁶Ra pitoisuudet vaihtelivat alle 0,01 Bq litrasta 1,0 Bq litraan, ja ²²⁸Ra pitoisuudet alle 0,03 Bq litrasta 0,3 Bq litraan. Keskimääräiset aktiivisuuspitoisuudet ²²⁶Ra:lle oli 0,041 Bq/l ja ²²⁸Ra:lle 0,034 Bq/l. Porakaivoista 2–4 % ylitti ²²⁶Ra:n aktiivisuuspitoisuuden 0,5 Bq/l ja 1–2 % ²²⁸Ra:n aktiivisuuspitoisuuden 0,2 Bq/l. Nämä aktiivisuuspitoisuudet aiheuttavat sisäisesti nautittuna 0,1 mSv vuotuisen efektiivisen säteilyannoksen. Suurimmat vuotuiset efektiiviset säteilyannokset ²²⁶Ra:sta oli 0,21 mSv ja ²²⁸Ra:sta 0,16 mSv. Tulokset osoittivat, että radiumin isotoopit ²²⁶Ra ja ²²⁸Ra eivät esiinny yhtä aikaa samoissa porakaivovesissä, minkä vuoksi niiden välinen korrelaatiokin on pieni.

8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit

Vuoden 2006 aikana ilmestyneet STUKin tutkimustoimintaan liittyvät julkaisut ja raportit löytyvät STUKin verkkosivuilta osoitteesta www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/ft_FI (Kansainväliset julkaisut, Proceedings-julkaisut ja Tutkimusjulkaisut).

9 Lähialueen ydinvoimalaitokset

Heikki Reponen

Suomen ja Venäjän välisen tietojenvaihtosopimuksen perusteella STUK saa viipymättä tiedon kaikista turvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä tapahtumista Suomen lähialueella sijaitsevilta Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitoksilta. Tämän lisäksi Venäjän turvallisuusviranomaisen Rostekhnadzorin paikallistarkastajat näiltä laitoksilta vierailevat puolivuositain STUKissa raportoimassa käyttötapahtumista. Vierailut toteutetaan ulkoasiainministeriön rahoittaman lähialueyhteistyön puitteissa ja niissä käsitellään laajasti Leningradin ja Kuolan laitosten käyttöä ja turvallisuusvalvontaa koskevia asioita. Käytäntö pitää suomalaiset asiantuntijat selvillä lähiydinvoimalaitosten turvallisuuden kehittymisestä ja antaa taustatietoa turvallisuusyhteistyön suuntaamiseen.

Ohessa esitettävät tiedot laitostapahtumista vuoden 2006 viimeiseltä neljännekseltä on koottu eri lähteistä. Mikään tapahtuma ei vaarantanut laitosyksiköiden turvallisuutta eikä yltänyt kansainvälisen INES-asteikon piiriin.

Muilta osin ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävää lähialueyhteistyötä Venäjän ydinturvallisuuden parantamiseksi esitellään STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi/ydinturvallisuus/lahialueyhteistyo/).

Leningradin ydinvoimalaitos

Leningradin ydinvoimalaitoksen ykkösyksikkö kävi koko raportointijakson täydellä teholla.

Lokakuun alussa alkoi Leningradin ydinvoimalaitoksen kakkosyksikön käyttöönotto toista vuotta jatkuneen modernisointiseisokin jälkeen. Käynnistysvaiheessa tapahtui kaksi uusiin järjestelmiin liittyvää häiriötä. Kun laitoksella keuhkoihin siirtymistä uudesta automaattisesta ohjausjärjestelmästä käsiohjaukselle, tapahtui turbiinipikasulku käyttöhenkilökunnan virheen takia. Tapahtuman jälkeen ohjeistusta parannettiin. Toinen turbiinipikasulku tapahtui, kun

modernisoitua ohjausjärjestelmää testattiin reaktorin ollessa 620 MW teholla ja turbiinin säätöventtiilit avautuivat suunniteltua nopeammin. Säätöventtiilien toimilaitteet vaihdettiin toisenlaiseen ja suojauslogiikan ohjelmoinnista löytynyt virhe korjattiin. Laitosyksikkö saavutti täyden tehon lokakuun lopussa.

Lokakuun lopulla syysmyrsky aiheutti häiriötä sekä kakkos- että kolmosyksikön toiminnassa. Tuulen nopeus nousi puuskissa 27 m/s nopeuteen ja meriveden pinta pysyi poikkeuksellisen korkealla useita päiviä. Varhain aamulla 28.10.2006 tuulen aiheuttama kakkosyksikön toisen yksikkömuuntajan johtimen katkeaminen johti oikosulkusuojauksen laukeamiseen ja turbogeneraattorin pikasulkuun. Vajaat puoli tuntia myöhemmin laitosyksikön toinen turbiini pysähtyi tyhjäntoimintaan, joka aiheutui merivesipumppaamon suodattimien tukkeutumisesta. Tukkeutuminen johtui merilevästä, jota tuuli ja kova merenkäynti irrotti ja ajoi jäähdytysvesikanavaan. Reaktori pysäytettiin käsiohjauksella, suodattimet puhdistettiin ja reaktori käynnistettiin uudelleen. Kolme päivää myöhemmin kolmosyksikön merivesisuodattimet tukkeutuivat irronneesta levästä ja lietteestä, turbiinin lauhduttimen tyhjö murtui ja turbiini meni pikasulkuun. Suodattimien puhdistamisen jälkeen turbiini käynnistettiin. Merivesikanavan pohjan puhdistaminen kertyneestä lietteestä tehdään lähikuukausina. Merivesipumppaamon suodattimien toiminnan parantamiseksi suunnitellaan mm. puhdistamista paineilmapuhalluksella ja rakenne- materiaalien vaihtamista.

Nelosyksiköllä jatkui 16.9.2006 alkanut laaja huoltoseisokki, jossa mm. osa polttoainekanavista vaihdetaan uusiin.

Kuolan ydinvoimalaitos

Kuolan voimalaitoksen yksiköt kävivät raportointijakson ilman häiriötä. Sähköntarvetta oli talvikuukausista huolimatta vain kolmen reaktorin

tuottamalle teholle eli 1320 megawattia. Kuolan ydinvoimalaitos saavutti vuonna 2006 parhaan tuoksensa 15 vuoteen ja vuoden 2006 sähköntuotantotavoite ylitettiin viidellä prosentilla.

Venäjän Ydinenergiaviraston Rosatomin pääjohtaja Sergei Kirijenko vieraili 6.10.2006 Kuolan ydinvoimalaitoksella. Vierailulla allekirjoitettiin aiempöytäkirja yhteistyöstä Kuolan uuden ydinvoimalaitoksen ja Kantalahden uuden alumiinisulaton rakentamisessa. Pääsopijaosapuolet ovat ydinvoimayhtiö Rosenergoatom ja alumiinikombinaatti SUAL-Holding. Sopimuksella on tarkoitus taata suunnitellulle alumiinisulaton pitkäaikaiset sähköntoimitukset. Molempien hankkeiden jatkovalmistelua varten nimettiin työryhmä. Nopeita toimenpiteitä asiassa ei ole odotettavissa.

Ydinvoimayhtiöiden kansainvälinen yhteis-

työorganisaatio WANO järjesti 8.–20.10.2006 oman tarkastuksensa Kuolan voimalaitoksella. Tarkastuksessa oli mukana asiantuntijoita 19 voimalaitokselta yhdeksästä maasta. Edellinen vastaava tarkastus tehtiin vuonna 1999.

Venäjän ydinvoimayhteisössä vietettiin 30.11.2006 toista kertaa Rosenergoatom-konsernin julistamaa vuotuista turvallisuuskulttuuripäivää. Parhaiten turvallisuuskulttuurissa edistyneinä ydinvoimalaitoksina palkittiin Kuolan ja Balakovon laitokset.

Kuolan ydinvoimalaitoksella allekirjoitettiin 26.12.2006 pöytäkirja, jolla Rosatomin edustajan johtama tarkastuskomissio hyväksyi uuden nestemäisten radioaktiivisten jätteiden käsittelylaitoksen kaupalliseen käyttöön. Käsittelylaitoksen koekäyttö alkoi vuoden 2006 puolivälissä.

LIITE 1

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

| Laitos-yksikkö | Käynnistys | Kaupallinen käyttö | Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW) | Tyyppi, toimittaja |
|----------------|------------|--------------------|---------------------------------------|---|
| Loviisa 1 | 8.2.1977 | 9.5.1977 | 510/488 | Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport |
| Loviisa 2 | 4.11.1980 | 5.1.1981 | 510/488 | Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport |



Kuva: Teollisuuden Voima Oy

| Laitos-yksikkö | Käynnistys | Kaupallinen käyttö | Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW) | Tyyppi, toimittaja |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|---|
| Olkiluoto 1 | 2.9.1978 | 10.10.1979 | 870/840 1.7.2006 alkaen 890/860 | Kiehausvesireaktori (BWR), Asea Atom |
| Olkiluoto 2 | 18.2.1980 | 1.7.1982 | 890/860 | Kiehausvesireaktori (BWR), Asea Atom |
| Olkiluoto 3 | Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005 | | n. 1600 (netto) | Painevesireaktori (PWR), Framatome ANP – Siemens AG |

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

LIITE 2

VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKISSA

Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta sisältää seuraavassa taulukossa esitettävät toiminnot. Valvontatulokset raportoidaan vuosittain seuraavan vuoden alkupuoliskolla suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi yhdessä muiden säteilyvalvontaa

toteuttavien laitosten tulosten kanssa. Tulokset viedään niiden valmistuttua STUKin [www-sivuille](http://www.stuk.fi), jossa esitetään myös lisätuloksia mm. elintarvikkeiden aktiivisuuksista.

| Valvontakohte | Valvontapaikat | Mitataan | Frekvenssit |
|---|---|-------------------------------|---|
| Ulkoisen säteily | n. 290 automaattiasemaa | Annosnopeus, $\mu\text{Sv/h}$ | Jatkuva |
| Ilman radioaktiivisuus | Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa) | Gammasäteilijät | 1–7 näytettä viikossa |
| Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus | Ilmatieteen laitos toteuttaa | | |
| Laskeuman radioaktiivisuus | Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa) | Gammasäteilijät, Sr-90 | 1 näyte kuukaudessa |
| Pintaveden aktiivisuus | Kymijoki, Oulujoki, Kemijoki | Gammasäteilijät | 4 näytettä vuodessa |
| Juomaveden aktiivisuus | Helsinki, Turku, Tampere, Oulu, Rovaniemi | H-3, Sr-90, gammasäteilijät | 2 näytettä vuodessa |
| Maidon aktiivisuus | Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Seinäjoki, Rovaniemi (meijerit) | Gammasäteilijät, Sr-90 | 1 näyte viikossa |
| Elintarvikkeiden aktiivisuus | Helsinki, Tampere, Rovaniemi (keskussairaalat+erityiselintarvikkeet ¹⁾) | Gammasäteilijät, Sr-90 | 2 näytettä vuodessa + erityiselintarvikkeet |
| Ihmisen aktiivisuus | Helsinki, Tampere, Rovaniemi | Gammasäteilijät | Kerran vuodessa |
| Itämeren radioaktiivisuus ²⁾ | Useita valvontapaikkoja ja mitattavia kohteita | | |

1) Vuonna 2002 tehdyn sidosryhmäkyselyn tuloksena lisätään valvontaohjelmaan näillä kolmella paikkakunnalla tehtävät kaupan olevien erityiselintarvikkeiden radioaktiivisuusmittaukset.

2) Yhteenveto Itämeren suojelusopimuksen edellyttämän valvonnan tuloksista (HELCOM/MORS).