

# YDINENERGIAN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2000

**Kirsti Tossavainen (toim.)**

ISBN 951-712-440-6  
ISSN 0781-2884

Oy Edita Ab, Helsinki 2001

TOSSAVAINEN, Kirsti (toim.). *Ydinenergian turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2000.*  
STUK-B-YTO 206. Helsinki 2000. 52 s. + liitteet 7 s.

ISBN 951-712-440-6  
ISSN 0781-2884

**Avainsanat:** ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, viranomaisvalvonta

## TIIVISTELMÄ

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 2000. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle. Ydinturvallisuusvalvontaa kohdistettiin ydinlaitosten käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Valvontansa perusteella STUK katsoo, että Suomen ydinvoimalaitoksia käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti. Ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Myöskään FiR 1 -tutkimusreaktorin käytössä ei havaittu merkittäviä ongelmia. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyi kansainvälisesti verrattuna alhaisena. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan. Myös tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Ydinjätehuollon valvonta kohdistui käytetyn polttoaineen varastointiin ja loppusijoitussuunnitelmiin sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia.

Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että kunkin materiaalien sijainti oli jatkuvasti tiedossa.

Kansainvälinen yhteistyö jatkui sekä STUKin budjettirahoituksella että ulkopuolisella rahoituksella. Ulkopuolisella rahoituksella toteutetun yhteistyön painopisteet olivat Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitosten turvallisuuden ja säteilyvalvonnan parantamisessa sekä Ukrainan, Baltian maiden ja Venäjän ydinmateriaalien valvontajärjestelmän kehittämisessä.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2000 olivat 38,8 milj. markkaa ja kertyneet tulot 31,2 milj. markkaa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 31,1 milj. markkaa, jotka perittiin täysimääräisesti ydinenergian käyttäjiltä.

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	8
3 YDINTURVALLISUUSVALVONTA	9
3.1 Ydinturvallisuusvalvontaan käytetyt resurssit	9
3.2 Valvontatoiminta	10
3.3 Tutkimustoiminta	13
3.4 Valmiustoiminta	14
3.5 Viestintä	14
3.6 Kehityshankkeet	15
3.7 Talous	17
3.8 Ydinturvallisuusneuvottelukunta	17
4 YDINLAITOSTEN VALVONTA	18
4.1 Loviisan voimalaitos	18
4.1.1 Käyttö	18
4.1.2 Vuosihuoltoseisokit	18
4.1.3 Merkittävät käyttötapahtumat	21
4.1.4 Tapahtumien tutkinta	26
4.1.5 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista	27
4.1.6 Turvallisuutta varmistavat hankkeet	29
4.1.7 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	31
4.1.8 Säteilyturvallisuus	31
4.2 Olkiluodon voimalaitos	35
4.2.1 Käyttö	35
4.2.2 Vuosihuoltoseisokit	36
4.2.3 Merkittävät käyttötapahtumat	36
4.2.4 Tapahtumien tutkinta	39
4.2.5 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista	39
4.2.6 Turvallisuutta varmistavat hankkeet	39
4.2.7 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	40
4.2.8 Säteilyturvallisuus	41
4.3 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke	42
4.4 Muut ydinlaitokset	42

5	YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	43
5.1	Käytetty ydinpolttoaine	43
5.2	Voimalaitosjätteet	44
5.3	Ydinvoimalaitosten käytöstäpoisto	45
5.4	Muu valvonta	45
6	YDINMATERIAALIVALVONTA	46
6.1	Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	46
6.2	Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	47
7	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	48
LIITE 1:	Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma	53
LIITE 2:	Erillistarkastusten kohteet	54
LIITE 3:	Säteilyturvakeskuksen myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat ja YVL-ohjeiden täytäntöönpanosäännökset	55
LIITE 4:	Säteilyturvakeskuksen antamat lausunnot ja ydinvoimalaitosten henkilöstöä koskevat päätökset	56
LIITE 5:	Vuonna 2000 valmistuneet Säteilyturvakeskuksen turvallisuustutkimukset	58



# 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.

Tämä raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta. Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalalla ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan yleistavoitteena oli, että STUK toimii aktiivisesti siten, ettei suomalaisissa ydinlaitoksissa tapahdu ympäristöä saastuttavia onnettomuuksia. STUKin tuli osallistua myös kotimaisten tutkimusohjelmien sisällön laadintaan sekä tukea osaltaan Suomen tavoitteiden sisällyttämistä kansainvälisiin tutkimusohjel-

miin. Lisäksi ydinvoimalaitosten turvallisuuden valvonnan tavoitteena oli ylläpitää valmiutta mahdollisen uuden ydinvoimalaitoshankkeen turvallisuusvalvontaan.

Ydinjätehuollon valvonnassa STUKille oli asetettu yleistavoitteeksi kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalalla, että Suomessa syntyvät ydinjätteet varastoidaan ja loppusijoitetaan turvallisesti. Lisäksi STUKin tuli määrittellä ydinenergialain ja valtioneuvoston periaatepäätösten vaatimusten aiheuttamat selvitystarpeet käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen turvallisuuden arvioimiseksi.

Ydinmateriaali- ja vientivalvonnassa yleistavoitteena kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalalla oli, että STUK osallistuu omalta osaltaan ydinmateriaali- ja vientivalvonnan kehittämiseen osana EU:n valvontajärjestelyjä.

## 2 SÄÄNNÖSTÖTYÖ

STUKin tehtävänä on ydinenergiain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella valmistella myös yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia määräyksiä. Tässä tarkoituksessa STUK julkaisee YVL-ohjeita. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenettelyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille. Vuonna 2000 annettiin 16 tällaista täytäntöönpanopäätöstä (liite 3). YVL-ohjeet ovat internetissä STUKin www-sivulla ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)).

YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. Huomattava osa eli noin 70 % ohjeista on uusittavana tai niiden uusimistarve on arvioitavana. Vuonna 2000 valmistui kolme ohjetta ja useista ohjeista valmisteltiin luonnoksia. Turvajärjestelyjä koskevat ohjeet YVL 6.11 ja YVL 6.21 päätettiin korvata jatkossa erillisillä STUKin päätöksillä. Vuosittain julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 1. YVL-ohjeet julkaistaan myös englannin kielellä.

Painelaitteiden ja säädösten uudistuksen aiheuttamat muutostarpeet YVL-ohjeistoon arvioitiin. Arviointi osoitti, että käytännössä kaikki painelaitteita koskevat ohjeet tulee päivittää ennen 29.5.2002, jolloin EU:n painelaitteita koskevan direktiivin sallima siirtymäaika päättyy.

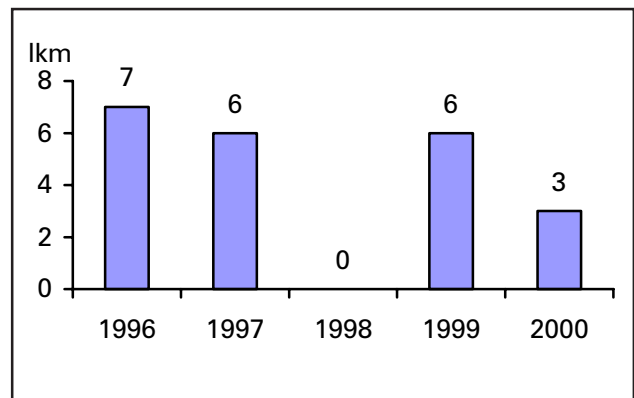
YVL-ohjeisto ja muu ydinturvallisuusvalvonnan kannalta olennainen säännöstö on ollut jo muutaman vuoden käytettävissä myös STUKin tietoverkossa erillisenä Windows-sovelluksena (Ydintieto-ohjelma). Sovelluksen tietosisältöä ylläpidettiin säännöllisesti. Ohjelman muuntaminen selainohjelmilla käytettävään muotoon on

käynnistetty sovelluksen integroimiseksi STUKin sisäiseen Intranet-järjestelmään.

Vuoden 2000 aikana ei astunut voimaan merkittäviä ydinenergiain tai -asetuksen muutoksia. Ydinenergiain lakia muutettiin IAEA:n valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan muutosten johdosta. Muutettu ydinenergiain laki tulee voimaan erikseen säädettävällä asetuksella. STUK antoi lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-asetukseen tulevista muutoksista.

STUK antoi IAEA:lle kansalliset lausunnot seitsemästä turvallisuusohjeluonnoksesta (ks. liite 4).

Syksyllä 2000 käynnistettiin YVL-ohjeiston ennaltaohjaavuutta ja kattavuutta koskeva itsearviointi ja Valtion teknilliseltä tutkimuskeskukselta tilattiin riippumaton ulkopuolinen tutkimus samasta aiheesta. Itsearvioinnissa vertailuaineistona käytetään IAEA:n ylempään tason ohjeistoja. VTT:n tutkimuksessa pääpaino on voimayhtiöiden edustajien mielipiteiden ja kokemusten kartoittamisella, jolla pyritään muodostamaan kuvaa suomalaisen ydinturvallisuussäännöstön mahdollisesti haitalliseksi koettavasta ennaltaohjaavuudesta.



**Kuva 1.** Julkaistujen YVL-ohjeiden lukumäärä.



## 3 YDINTURVALLISUUSVALVONTA

### 3.1 Ydinturvallisuusvalvontaan käytetyt resurssit

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui pääasiassa Fortum Power and Heat Oy:n omistamiin Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin sekä niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset. Tässä luvussa selvitetään valvontaa yleisesti ja esitetään valvontatoimintaa kuvaavia tilastotietoja. Yksityiskohtaisemmin valvottuja kohteita kuvataan luvuissa 4, 5 ja 6.

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin ydinlaitosten omistajilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kan-

sainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmistointia. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Perustoiminnan kustannuksia ja tuloja selvitetään kohdassa 3.7. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys sekä raportointi) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa. Säännöstötyötä kuvataan luvussa 1 ja eräitä tukitoimintoja kohdissa 3.3 ja 3.6.

Pääosaltaan ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa 1.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,9 henkilötyövuotta, joka on 14,9 % henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 12,3 henkilötyövuotta, joka on 15,5 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 2,0 henki-

**Taulukko I.** Ydinenergian turvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan jakautuminen eri tehtäväalueille.

Tehtäväalue	henkilötyövuosi (htv)				
	1996	1997	1998	1999	2000
Laskutettava perustoiminta	26,0	29,1	24,7	25,3	26,4
Ei-laskutettava perustoiminta	5,1	4,4	4,6	5,5	7,5
Palvelutoiminta	6,3	8,2	6,9	7,0	5,4
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	27,5	23,8	25,1	24,6	25,5
Lomat ja poissaolot	13,1	14,7	13,9	14,8	15,0
<b>Yhteensä</b>	<b>78,0</b>	<b>80,2</b>	<b>75,2</b>	<b>77,2</b>	<b>79,8</b>

lötyövuotta eli 2,3 % kokonaistyöajasta. Kuvassa 2 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

### 3.2 Valvontatoiminta

Ydinvoimalaitosten valvonta muodostui käytön tarkastusohjelmaan kuuluvista tarkastuksista sekä erillisistä tarkastuksista, jotka voimayhtiö oli velvollinen pyytämään laitoksella tehtävien toimenpiteiden yhteydessä tai jotka STUK teki harkintansa perusteella. STUK arvioi ydinvoimalaitosten turvallisuutta myös mm. käyttökokeusten ja turvallisuustutkimusten sekä voimayhtiöiden toimittamien raporttien ja suunnitelmien perusteella sekä tekemällä tarkastuksia laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona.

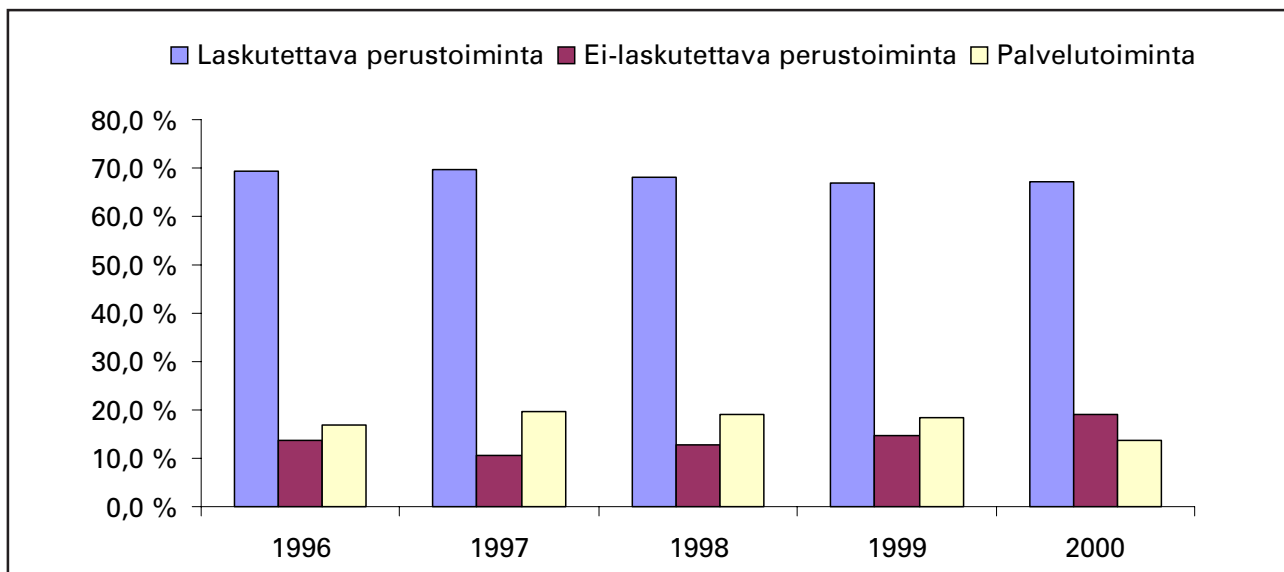
Käytön tarkastusohjelmaan sisältyvät tarkastukset esitetään liitteessä 1 ja erillistarkastusten kohteet liitteessä 2. Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuosittainen tarkastusohjelma saatetaan voimayhtiön tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovitaan voimayhtiön kanssa. Vuoden 2000 tarkastusohjelma sisälsi 16 tarkastusta Loviisan laitokselle ja 17 tarkastusta Olkiluodon laitokselle. Tarkastuksissa käytiin läpi johtamistoimintaa, menettelytapoja, organisaatioyksiköiden toimintaa ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastusten yhteydessä tehtiin myös laitoskäyntejä, joissa todennettiin asioita ja valvottiin mm. laitostaen yleistä

siisteyttä ja järjestystä. Ohjelmaan liittyvinä tarkastuksina tehtiin myös kaksi ennalta ilmoittamatonta tarkastusta. Tarkastukset kohdistuivat Loviisan voimalaitoksen laitteiden käyttökuntoisuuden toteamismenettelyihin seisokin aikana, laitteiden merkitsemisiin prosessista erotetuiksi ja seisokin aikaiseen säteilysuojeluun.

Merkittävimmät sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa esille tulleet havainnot koskivat laitosohjeistojen ajantasaisuutta ja asianmukaisuutta, laitostyöyksiköiden käyttöään hallintaa ja yhteisvikojen tunnistamista. Loviisan laitoksella tarkastushavainnot koskivat myös säteilysuojelua ja Olkiluodon laitoksella organisaatiota ja henkilöstön koulutusta. Voimayhtiöt tekevät ja ovat jo tehneet toimenpiteitä havaittujen puutteiden korjaamiseksi. Mikään näistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut oleellista vaikutusta laitostyöyksiköiden turvallisuuteen.

STUK valvoi vuosihuoltoja. 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 laitostyöyksiköiden pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 569. Luku sisältää ydinvoimalaitosten valvonnan tarkastusten lisäksi myös ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Lisäksi Olkiluodon ydinvoima-

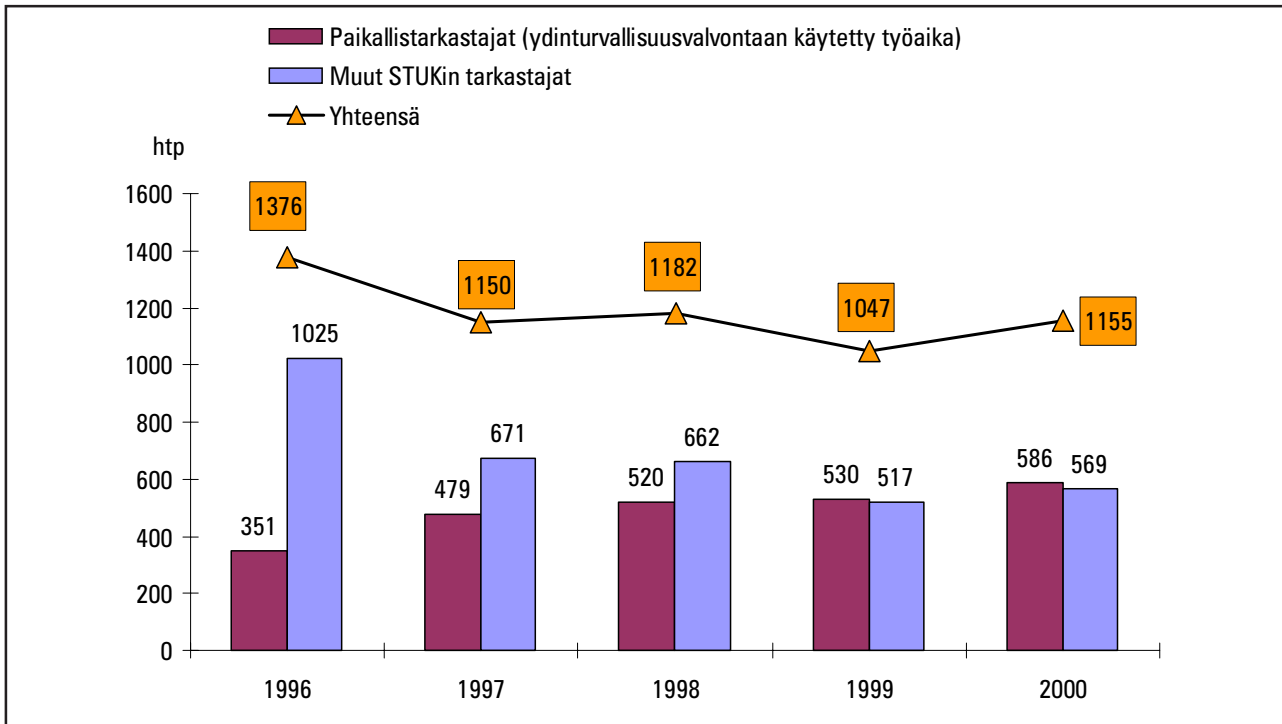


Kuva 2. Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

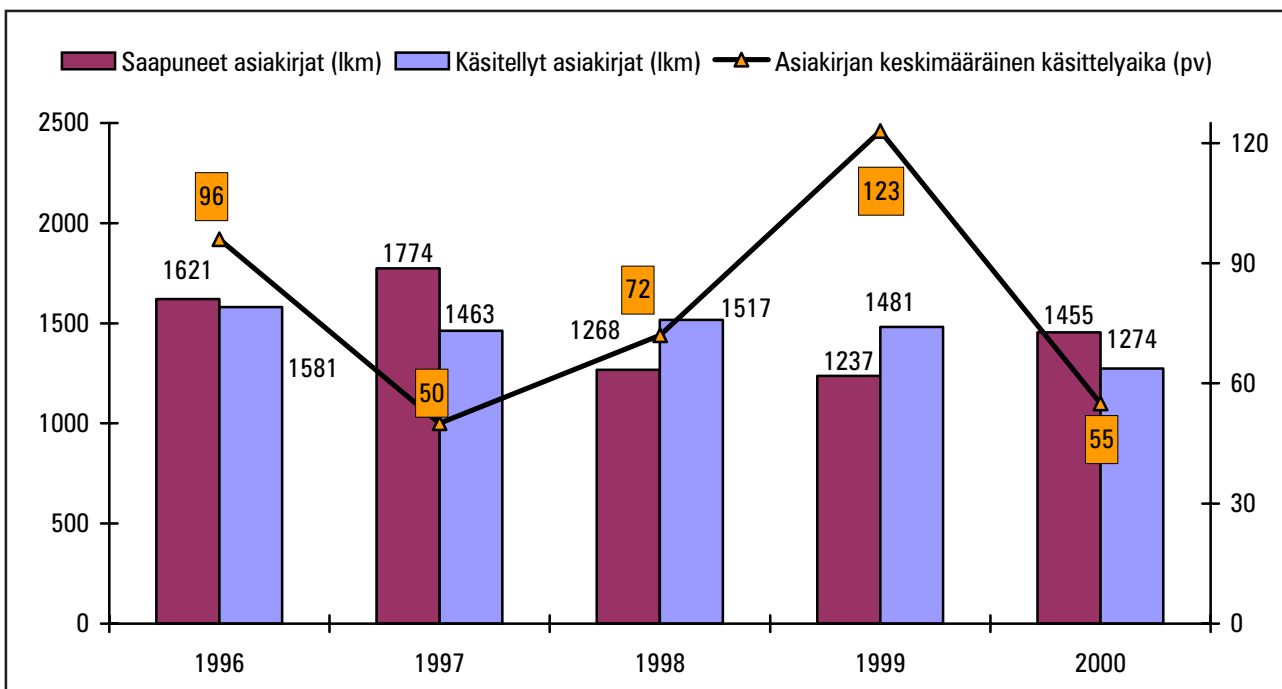
laitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastaja ja Loviisan laitoksella yksi paikallistarkastaja. Tarkastuspäivien lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 3.

Vuonna 2000 STUKille toimitettiin tarkastettavaksi kaikkiaan 1455 asiakirjalähetystä. Vuonna 2000 sekä aikaisemmin toimitettujen asiakirjojen tarkastuksia saatiin vuonna 2000 päätökseen

1274. Lukuun sisältyvät myös STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat, jotka luetaan liitteessä 3, sekä liitteessä 4 luetellut ydinvoimalaitosten henkilöstöä koskevat päätökset. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 55 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosittain esitetään kuvassa 4. Kuvissa 5 ja 6 esitetään hyväksymiskäsitte-



**Kuva 3.** Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.

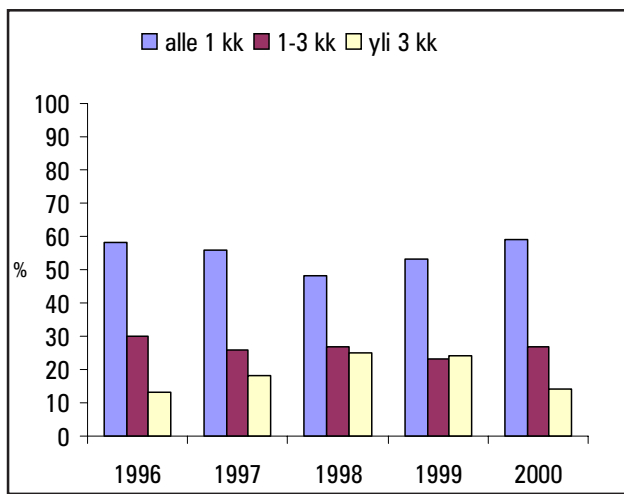


**Kuva 4.** Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.

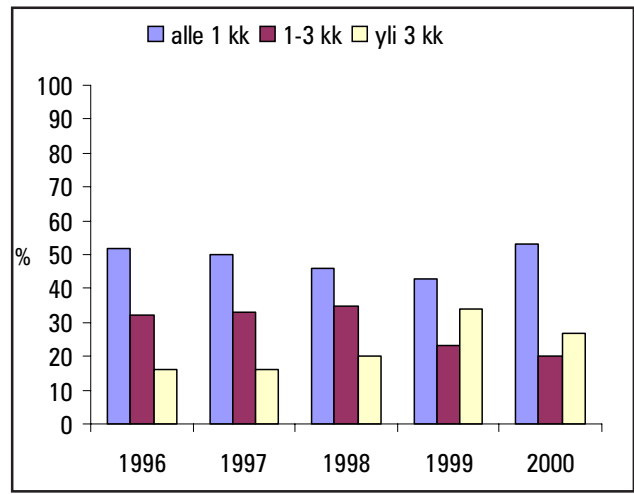
lyssä olleiden Loviisan ja Olkiluodon laitostyksi-  
köitä koskevien asiakirjojen käsittelyajakau-  
mat. Tapahtumakohtaisia raportteja toimitettiin  
STUKille Loviisan ydinvoimalaitoksen kahdesta-  
kymmenestäviidestä ja Olkiluodon ydinvoimalai-  
toksen kuudesta tapahtumasta. Tapahtumara-  
porttien lukumäärät viime vuosilta esitetään ku-  
vassa 7. Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi  
voimayhtiöt toimittivat STUKille vuorokausira-  
portit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, sei-  
sokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilytur-  
vallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtais-

ten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttö-  
kokemusten hyödyntämistä koskevat raportit  
sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät rapor-  
tit.

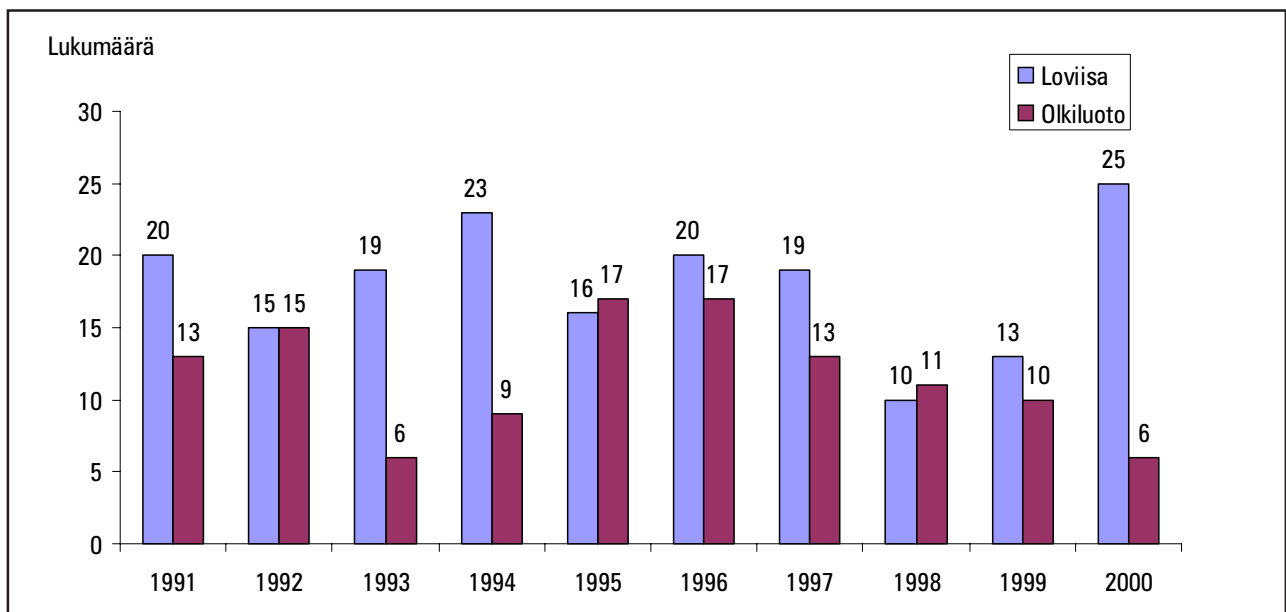
Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitok-  
sia käytettiin voimassa olevien säännösten mu-  
kaisesti. Ydinjätehuolto ja ydinmateriaalien käyt-  
tö tapahtuivat voimassa olevien säännösten ja  
määräysten mukaisesti. Tarkastusten perusteella  
voimayhtiöille esitettiin lisäselvityspyynnöjä ja  
edellytettiin turvallisuuden edelleen varmistami-  
seksi tehtäviä toimenpiteitä.



**Kuva 5.** Loviisan laitostyksiöitä koskevien päätösten valmisteluajakajakaumat.



**Kuva 6.** Olkiluodon laitostyksiöitä koskevien päätösten valmisteluajakajakaumat.



**Kuva 7.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät.

### 3.3 Tutkimustoiminta

Turvallisuustutkimuksen avulla varmistetaan ja kehitetään ydinenergian käytön turvallisuutta. STUKin asiantuntijat ohjasivat ja seurasivat käynnissä olevaa julkisrahoitteista ydinvoimalaitoksia koskevaa FINNUS 1999–2002 -turvallisuus-tutkimusohjelmaa ja ydinjätehuollon JYT 2001-tutkimusohjelmaa. STUK tilasi suurimman osan ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevista tutkimuksista ulkopuolisilta organisaatioilta (VTT ja Geologian tutkimuskeskus).

FINNUS 1999–2002 -ohjelman tutkimusaiheet vuonna 2000 olivat ydinvoimalaitosten ikääntyminen, reaktorionnettomuudet ja erilaiset riskit, joita on tutkittu 11 tutkimusprojektissa ja lukuisissa osaprojekteissa ja -tehtävissä. FINNUS-ohjelmasta valmistui puoliväliraportti VTT Research Notes 2057 (<http://www.vtt.fi/ene/tutkimus/finnus.htm>).

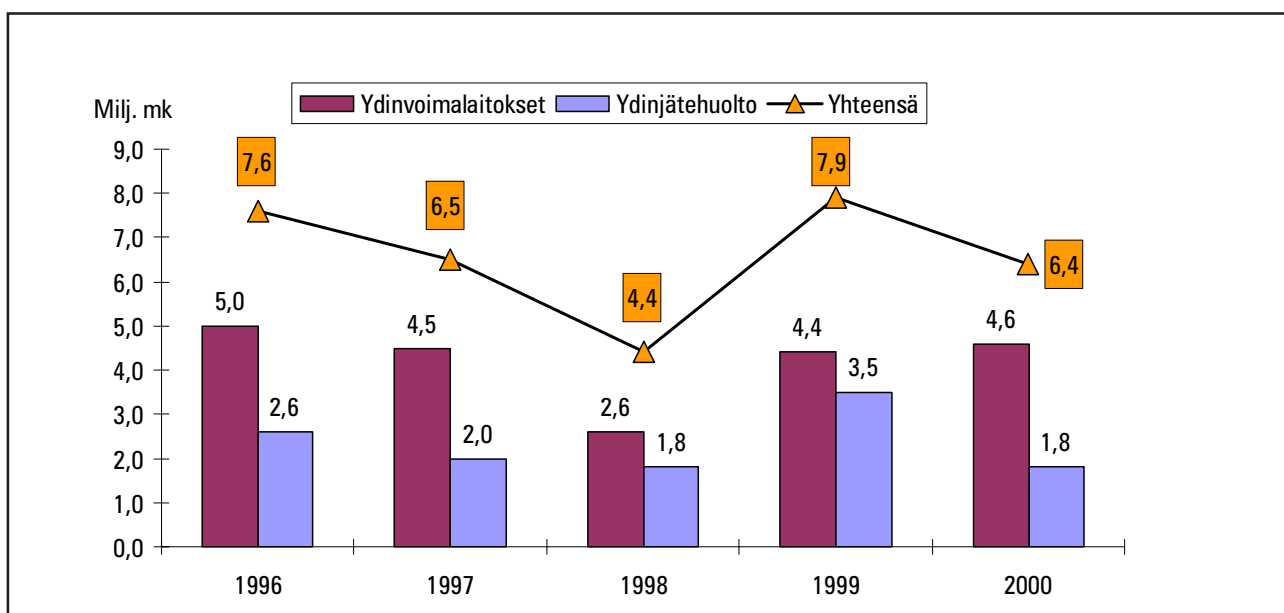
JYT 2001-tutkimusohjelman painopistealueet olivat vuonna 2000 samat kuin aiemminkin eli geotieteet, tekniset vapautumisesteet, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen, turvallisuusanalyysit sekä tekniset ratkaisut. Lisäksi JYT2001-ohjelmaan on kuulunut yhteiskuntatieteellisiä tutkimusaiheita. JYT2001-ohjelmasta valmistui vuonna 2000 puoliväliraportti kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja -sarjassa 11/2000 (<http://www.vtt.fi/ene/tutkimus/>

[jyt2001/jytpvali.pdf](http://www.vtt.fi/ene/tutkimus/jyt2001/jytpvali.pdf)). JYT2001-tutkimusohjelma kattaa jakson 1997–2001.

Liitteessä 5 esitetään STUKin rahoittamat vuonna 2000 valmistuneet turvallisuustutkimukset. Osa tutkimuksista liittyy kiinteästi ydinturvallisuusvalvontaan, ja ne pidetään erillään FINNUS- ja JYT-ohjelmista. STUKin tutkimusohjelmassa rahoitetaan myös valvontatoiminnan kehittämistä ja arviointia koskevia hankkeita. Kuvassa 8 esitetään ydinturvallisuustutkimuksista vuosittain maksetut kulut.

Kansainvälisen tutkimusyhteistyön ja muiden ydinvoimalaitoksia käyttävien maiden turvallisuustutkimustoimintaa ja tulosten hyödyntämistä on parannettu seuraamalla ja osallistumalla kyseiseen yhteistyöhön. Perinteinen yhteistoiminta ja -työ on jatkunut OECD:n, IAEA:n ja EU:n työryhmissä ja -projektissa. Vuonna 2000 osallistuttiin myös Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen (SKI) ja Det Norske Veritasin järjestämiin turvallisuustutkimusseminaareihin. Yhteistyön tuloksena on saatu mm. OECD:n Halden-projektin ja USA:n turvallisuusviranomaisen NRC:n tutkimusraportteja STUKin käyttöön. Myös internetin käyttöä turvallisuustutkimustoiminnan seuraamisessa on merkittävästi tehostettu.

Ydinturvallisuustutkimuksia koskevaa julkaisutoimintaa tehostettiin parantamalla mm. tutkimuksista tiedottamista sekä STUKin sisäisessä tietoverkossa että STUKin www-sivuilla.



Kuva 8. Ydinturvallisuustutkimuksista maksetut kulut.

STUK tilaa suurimman osan turvallisuustutkimushankkeista VTT:ltä. Tutkimustoiminnan laadun ja tutkimusten riippumattomuuden varmistamiseksi STUK teetti VTT:n eri tutkimusyksiköiden laatujärjestelmien auditoinnin ulkopuolisella konsultilla.

### 3.4 Valmiustoiminta

STUK valvoo sekä ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa että pitää yllä omaa valmiuttaan onnettomuustilanteiden varalta. Tällaisia valmiustilanteita ei vuonna 2000 ollut.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa on testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitelmat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyiden toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset.

STUKissa järjestettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia STUKin oman valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. STUKissa järjestettiin valmiuskoulutusta myös ulkomaisille viranomaisille.

Suomessa pidettiin vuonna 2000 erityyppisiä kansallisia valmiusharjoituksia, joista valtionhallinnon järjestämä poikkeusolojen VALHA-harjoitus oli laajin. Harjoituskokonaisuus alkoi maaliskuussa. Valtioneuvoston harjoitus (VNH-2000) pidettiin 31.8.2000 ja alue- ja piirihallinnon harjoitus (APH-2000) 5.–7.9.2000. VALHA-harjoitukseen osallistuivat käytännöllisesti katsoen kaikki keskushallintoviranomaiset. Alue- ja paikallishallinto sekä lukuisat kunnat osallistuivat siltä osin, kuin ne olivat erityistilanteiden kohteena. STUKin toimialalta harjoiteltiin kahta erityistilannetta: ydinräjäytystä Barentsinmerellä ja onnettomuutta Loviisan ydinvoimalaitoksella. STUKista harjoituksiin osallistui enimmillään 26 henkilöä. Osa työskenteli suojatiloissa, osa STUKissa ja osa Loviisan voimalaitoksella. Harjoituksen tavoite oli testata työskentelyä poikkeusoloissa. Tavoitteena oli myös testata keskus-, alue- ja paikallishallinnon välistä johtamista sekä viranomaisten yhteistoimintaa poikkeusoloissa. Lisäksi pohdittiin puhdistustoimia koskevia suosituksia sekä

maatalouden ja metsäteollisuuden kysymyksiä.

STUK osallistui sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitosten valmiusharjoituksiin. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valmiusharjoitus toteutettiin yllätysharjoituksena 16.10.2000 sekä voimalaitoksella että STUKissa. Harjoituksessa testattiin henkilöstön hälyttämistä ja toiminnan käynnistämistä. Loviisan voimalaitoksen valmiusharjoitus oli 30.11.2000 ja paloharjoitukset 3.5.2000 ja 22.11.2000. Lisäksi STUK osallistui Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI:n valmiusharjoitukseen 14.12.2000 testaamalla yhteydenpitoa Ruotsin viranomaisiin.

### 3.5 Viestintä

Ydinvoimalaitosten turvallisuutta, ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalien valvontaa koskevista asioista tiedotettiin julkisuuteen sekä oma-aloitteisesti että vastaamalla tiedotusvälineiden kysymyksiin. Tiedotteita annettiin yli 20 aiheesta ja niitä julkaistiin lehdistötiedotteina, YLEn Teksti-TV:n sivuilla ja STUKin omilla www-sivuilla. Lisäksi aihepiireistä julkaistiin kirjoituksia STUKin neljä kertaa vuodessa ilmestyvässä ALARA-lehdessä. Tiedotusvälineille toimitettiin neljännesvuosiraportit Suomen ja sen lähialueiden ydinenergian käytöstä.

STUKin www-sivuilla olevan Lukijan Linkin välityksellä kansalaiset voivat esittää kysymyksiä STUKin asiantuntijoille. Vuonna 2000 Lukijan Linkkiin tuli 137 kysymystä, joista vain kaksi kosketti ydinturvallisuusvalvontaa. Kysyjät halusivat tietää käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen kunnallistaloudellisista vaikutuksista ja korkea-aktiivisen ydinjätteen säteilyn vähenemisestä ajan myötä.

Suomen ydinvoimalaitosten tapahtumista eniten julkista mielenkiintoa herätti 17.8.2000 Loviisan ydinvoimalaitoksella sattunut lievästi radioaktiivisen veden vuoto, joka toistui seuraavana päivänä. Toistuvuuden vuoksi tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1. Muista Suomen ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvontaa koskevista asioista STUK tiedotti Olkiluodon voimalaitoksen laitosalueella sijaitsevan keskiaktiivisten jätteen varaston viemäriveresien keruusäiliön rikkoutumisesta, laitosisyksiköiden vuosihuolloista sekä Loviisa 2:n lyhyestä tuotantokeskey-

tyksestä korjaustyön vuoksi. Lisäksi vuoden alussa annettiin yhteenvetotiedote edellisen vuoden merkittävimmistä tapahtumista Suomen ydinvoimalaitoksilla. Myös ydinvoimalaitoksen sijaintipaikalle asetetuista täsmennetyistä vaatimuksista tiedotettiin.

Ydinjätehuoltoon liittyen STUK tiedotti alustavasta turvallisuusarviosta, joka annettiin kauppa- ja teollisuusministeriölle Posiva Oy:n käytetyn ydinjätteen loppusijoituksen periaatepäätöshakemuksesta, sekä osallistumisestaan ydinpolttoaineen loppusijoitusmenetelmien kansainväliseen kehittämishankkeeseen. Turvallisuusarvion tekemisestä ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen turvallisuusvaatimuksista kerrottiin myös eduskunnan talous- ja ympäristövaliokunnille, jotka kävivät tutustumassa STUKiin 7.6.2000. Ydinmateriaalivalvonnan asioista annettiin yhteenvetotiedote edellisenä vuonna itärajalta käännytyistä säteilevistä kuljetuksista.

STUK julkaisi 14.8.2000 tiedotteen 12.8.2000 Barentsinmerellä sattuneen Kursk-ydinsukellusveneonnettomuuden mahdollisista säteilyhaitoista. Tiedotteessa selvitettiin mm., että pahimmassakaan tapauksessa onnettomuus ei aiheuta Suomessa tilannetta, joka edellyttäisi suojaustoimia. Onnettomuuden yhteydessä levisi huhuja kohonneista säteilyarvoista Suomessa. Kreikassa uutisoitiin 18.8.2000, että Suomessa olisi mitattu korkeita radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia vedessä ja että tämä johtuisi Kurskin onnettomuudesta. Huhu saattoi johtua samaan aikaan julkisuudessa olleesta tiedosta Loviisa 1:llä tapahtuneesta lievästi radioaktiivisen veden vuodosta. Huhu kumottiin 18.8.2000 kirjallisella ilmoituksella IAEA:lle, EU:lle ja Pohjoismaille sekä soittamalla Kreikkaan säteilyturvallisuudesta vastaavalle viranomaiselle.

Itä-Euroopan maiden ydinturvallisuuden parantamishankkeisiin liittyen julkisuuteen tiedotettiin mm. Tallinnan lentokentän uusista säteilyvalvontalaitteista sekä rajavartijoille järjestetystä koulutuksesta.

Kansainvälisen yhteistyön asioista tiedotettiin mm. STUKin isännöimistä kokouksista, IAEA:n asiantuntijaryhmän STUKiin tekemästä arvioinnista ja EU-hakijamaiden ydinturvallisuudesta. IAEA:n arvioinnin tulokset sekä raportti EU-hakijamaiden ydinturvallisuudesta julkaistiin kokonaisuudessaan STUKin www-sivuilla.

## 3.6 Kehityshankkeet

### Organisaation toimintakulttuuri

Ydinvoimalaitosten valvontaosaston toimintakulttuuria on ollut tarkoituksena vahvistaa ja lisätä työn mielekkyyttä kehittämällä erityisesti yhteistyötä ja tiedonkulkua sekä selkiyttämällä työprosesseja ja työrooleja. Lähtötilanteen ja kehittämistarpeiden kartoittamiseksi teetettiin vuosina 1999–2000 tutkimus, johon kuului mm. orientoivia haastatteluja ja kyselykaavakkeen avulla tehty mielipidekartoitus. Kartoituksen tuloksia käsiteltiin seminaarissa, jossa pohdittiin osaston toimintakulttuuriin liittyviä asioita. Osastolle muodostettiin viisi työryhmää, joiden tehtävänä oli selvittää oman työn merkityksen tiedostamista, toiminnan tulosten arviointia ja palautteen antamista, asiantuntemuksen kehittämistä, sääntöjä ja joustavuutta sekä arvoja. Työryhmät ovat esittäneet selvitystensä tulokset ja osaston toimintaa kehitetään tulosten pohjalta.

### Tiedonhallinta

STUKissa käynnistettiin monivuotinen kehityshanke, jossa selvitetään ydinturvallisuusvalvontaan liittyviin toimintoihin ja prosesseihin liittyvää tiedonhallintaa. Nykyisellään tieto on hajautettuna ei-sähköisessä muodossa käsiarkistoihin ja sähköisessä muodossa eri tietokantoihin, työasemien kiintolevyille ja tiedostopalvelimelle ja on täten suhteellisen vaikeasti haettavissa päätöksenteon tueksi tai tarkastusten suunnittelemiseksi. Tietojen analysointimahdollisuudet sekä käsittelyssä olevien asioiden tilan seuranta eivät vastaa nykytekniikan tarjoamia mahdollisuuksia. Huomattava osa tiedosta on myöskin dokumentoimaton tietoa eli työntekijöiden ammattitaidon ja osaamisen muodossa.

Vuonna 2000 perehdyttiin tiedonhallintaan ja kartoitettiin olemassa olevat tietovarastot. Hankkeessa aloitettiin ydinturvallisuusvalvonnan työprosessien mallintaminen. Lisäksi tutustuttiin ohjelmistotarjontaan ja selvitettiin sähköisen asioinnin mahdollisuutta STUKin ja voimayhtiöiden välillä.

Ydinjätehuoltoa koskevien tutkimusraporttien arkistointia ja sähköistä hakua kehitettiin mm. raporttien jäljitettävyyden parantamiseksi.



## **Turvallisuusvalvonnan kehittäminen PSA:n avulla**

Riskiavusteisen turvallisuusvalvonnan avulla varmistetaan, että ydinvoimalaitoksilla tehtävät tarkastukset ja testaukset kohdistuvat riskien kannalta olennaisiin kohteisiin ja että laitosten turvallisen käytön edellytykset ovat kunnossa. STUK on laajentanut riskiavusteista valvontaa uusilla sovellutuksilla. Tällaisia sovellutuksia ovat putkistojen tarkastus (risk informed in-service inspection, RI-ISI), laitteiden testaaminen (in-service testing, IST), turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) ja laitostapahtumien arviointi (risk follow-up).

### *Riskiavusteinen putkistojen tarkastusohjelma*

STUK on kehittänyt riskiavusteisen menetelmän ydinvoimalaitosten putkistojen käytönaikaisen tarkastusohjelman laatimiseksi. Tavoitteena on nykyistä paremmin kohdentaa tarkastuksia riskimerkitystä omaaviin kohteisiin ja jaksottaa tarkastukset nykyistä tarkoituksenmukaisemmalla tavalla. Voimayhtiöt osallistuivat kehitystyöhön toimittamalla tarvittavaa tietoa mm. järjestelmistä ja materiaaleista.

Olkiluodon laitosyksiköiden sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän ja merivesipiirin sekä Loviisan voimalaitoksen korkeapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän ja hätäsyöttövesijärjestelmän putkistojen tarkastustarvetta on analysoitu ja tulokset raportoitu. Asiantuntijapaneelit yhdistivät riskiavusteisen ja deterministisen informaation ja määrittelivät eri putkistosegmenteille niiden tarkastustärkeydet. Asiantuntijapaneeli tunnisti muutamia segmenttejä, joiden tarkastusohjelma tulisi arvioida uudelleen. Tarkastusten kohdentamisen todettiin suurimmaksi osaksi onnistuneen hyvin nykyisessä tarkastusohjelmassa.

### *Turvallisuusjärjestelmien ja -laitteiden testauksen ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen riskiavusteinen arviointi*

STUKin menetelmäselvityksessä arvioitiin Yhdysvaltojen turvallisuusviranomaisen USNRC:n kol-

me ohjetta riskiavusteisista turvallisuusteknisistä käyttöehdoista, laitosmuutoksista ja testauksesta. STUK kokosi asiaan liittyviä aiempia esimerkkejä STUKissa tai suomalaisilla laitoksilla tehdyistä riskiavusteisista päätöksistä. Riskiavusteisia menetelmiä käyttäen arvioitiin, että vaatimukset turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa eivät ole aivan vertailukelpoisia keskenään. Eräiden järjestelmien sallittu korjausaika johtaa jopa kymmenkertaiseen riskiin verrattuna eräisiin toisiin tärkeisiin turvallisuusjärjestelmiin.

### *Laitostapahtumien riskiavusteinen jälkiarviointi*

STUKissa on kehitetty menetelmä ydinvoimalaitostapahtumien analysoimiseksi riskiavusteisesti. Analysoinnin tuloksia käytetään viranomaistyön tukena mm. arvioitaessa tarkastusten kohdentamista ydinvoimalaitoksilla. Vuoden 2000 aikana menetelmää on täsmennetty edelleen ja selvennetty laskentaan liittyviä olettamuksia ja reunaehtoja. Menetelmäselvityksen ohella on tehty sovellutuksia, joissa on analysoitu vuosien 1995-2000 laitostapahtumia.

## **Ydinmateriaalien valvontalaitteiden kehitys**

STUK on osana IAEA:n tukiohjelmaa osallistunut uusien tehokkaiden ydinmateriaalien todentamismenetelmien kehittämiseen. Tomografiamenetelmällä voidaan havaita polttoainepiiristä yksikin puuttuva sauva. Edellinen mittauskampanja pidettiin Olkiluodossa joulukuussa 1999. Seuraava kampanja toteutetaan Ringhalsin voimalaitoksella vuonna 2001.

STUKissa on kehitetty myös uusia tiedonsiirtomenetelmiä IAEA:n kaukovalvontaan. Periaatteessa IAEA:n keräämää valvontatietoa voidaan välittää edullisesti internetin välityksellä, mutta salaamattoman tiedonvälityksen ongelmana on tiedon luottamuksellisuus ja autenttisuus. Uusi tietoturvateknologia VPN (virtual private network) tarjoaa ratkaisun tähän ongelmaan. VPN:ää kokeiltiin kuusi kuukautta kestäneessä kenttäkokeessa STUKin kattolaboratoriosta IAEA:n päämajaan.



### 3.7 Talous

STUKissa siirryttiin vuoden 2000 alussa nettobudjetoituun järjestelmään, jolloin laskutettavan ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset tuloutetaan suoraan STUKille.

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2000 olivat 31,1 milj. markkaa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 38,8 milj. markkaa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 80 %.

Vuonna 2000 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 31,2 milj. markkaa. Tuloista 12,9 milj. markkaa kertyi Loviisan ja 14,7 milj. markkaa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 3,5 milj. markkaa. Muista valvottavista kohteista kertyneet tulot olivat 0,1 milj. markkaa. Kuvassa 9 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset viime vuosilta.

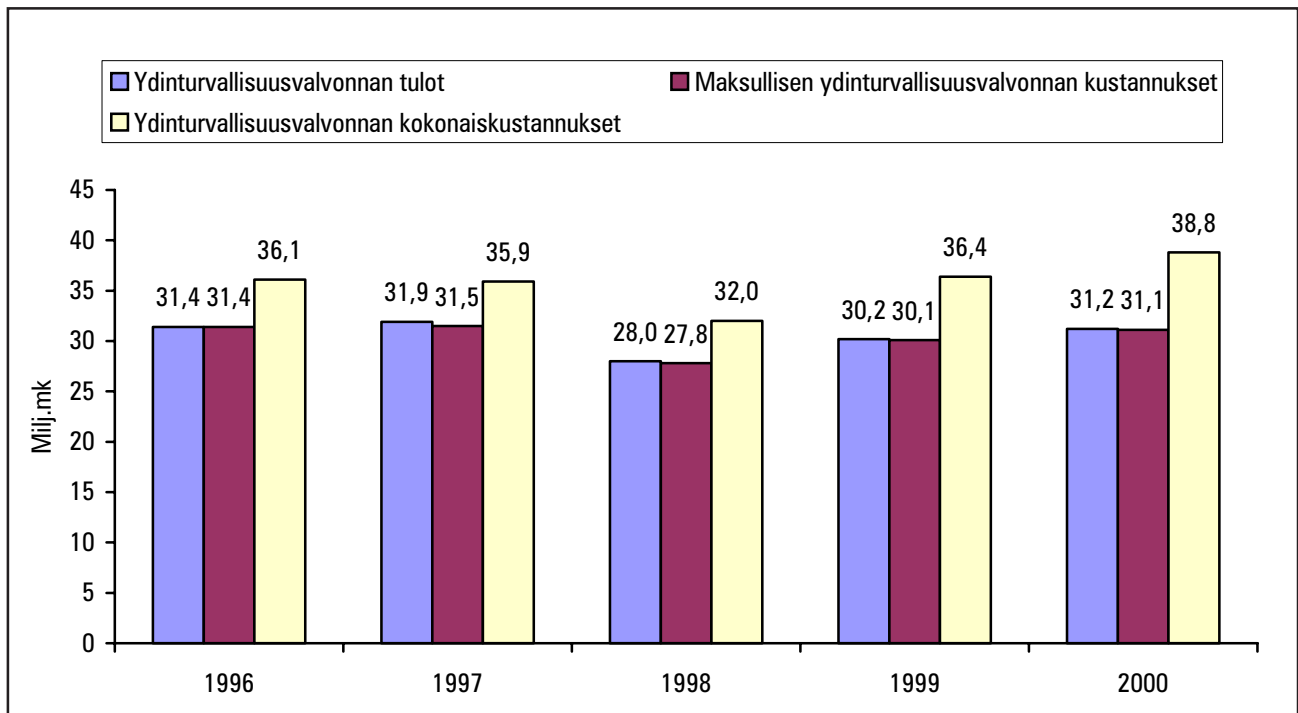
### 3.8 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain 56 §:n mukaisesti ydinenergian

käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtio-neuvosto ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Neuvottelukunta asetettiin uudelleen 16.8.2000 ja sen toimikausi päättyy 15.8.2003.

Uuden neuvottelukunnan puheenjohtajana toimii professori Pentti Lautala (TTKK), varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT) ja jäsenenä johtava tutkija Riitta Kyrki-Rajamäki (VTT), professori Ulla Lähteenmäki (MIKES), ympäristöneuvos Olli Pahkala (YM), professori Rainer Salomaa (TKK) ja toimialapäällikkö Paavo Vuorela (GTK). Pysyvänä asiantuntijana toimii STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja SKI:n johtaja Christer Viktorsson. Neuvottelukunta kokoontui vuoden 2000 aikana seitsemän kertaa, joista kolme oli uuden neuvottelukunnan kokouksia.

Neuvottelukunta on perustanut valmistelevaa työtä varten reaktoriturvallisuusjaoston, ydinjätejaoston sekä valmius- ja ydinmateriaalijaoston. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita.



Kuva 9. Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.

## 4 YDINLAITOSTEN VALVONTA

### 4.1 Loviisan voimalaitos

#### 4.1.1 Käyttö

Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat laitossyksiköt toimivat luotettavasti. Loviisa 1:n energia-käyttökerroin oli 84,8 % ja Loviisa 2:n 91,0 %. Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 44 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 19 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan kohdassa 4.1.2.

Loviisa 2:lla oli vuosihuoltoseisokin lisäksi lyhyt tuotantokatkos sekundääripiirin syöttövesilinjan venttiilin vuodon korjaamiseksi; Loviisa 1:llä ei vuosihuoltoseisokin lisäksi ollut muita keskeytyksiä sähkön tuotannossa. Kummallakaan laitossyksiköllä ei tapahtunut reaktorin pikasulkuja. Sekä Loviisa 1:llä että Loviisa 2:lla rajoitettiin sähköntuotantoa sähkönkysynnän seurauksena. Tehonrajoitukset ajoittuivat pääsiäisen ja vapun välille sekä touko-heinäkuulle. Tehonrajoituksista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Loviisa 1:llä 0,9 % ja Loviisa 2:lla 1,8 %. Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Loviisa 1:llä 0,1 % ja Loviisa 2:lla 0,2 %.

Loviisan laitossyksiköillä ei esiintynyt tietokoneongelmia vuonna 2000 tietokoneohjelmien kannalta kriittisinä päivinä 29.2.2000 ja 1.3.2000, kuten ei myöskään vuodenvaihteessa 2000–2001. Myöskään vuodenvaihteessa 1999–2000 ei ollut merkittäviä ongelmia. STUK oli edellyttänyt voimayhtiötä varautumaan kyseisistä päivämääristä mahdollisesti aiheutuviin tietokoneongelmiin ja raportoimaan poikkeamista tietokoneiden toiminnassa.

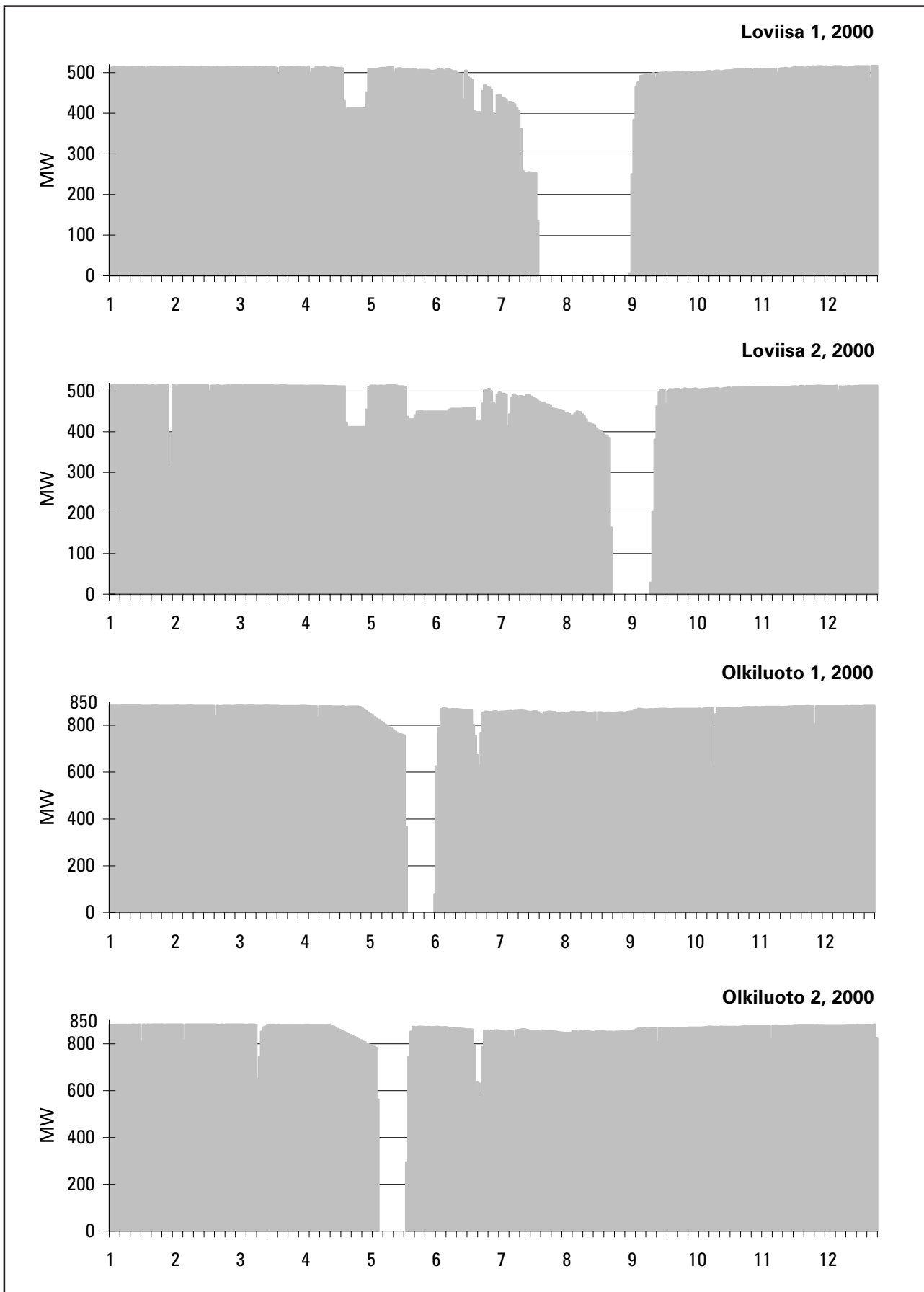
Kuvassa 10 esitetään laitossyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2000. Energiakäyttökerronien ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 11 ja 12.

#### 4.1.2 Vuosihuoltoseisokit

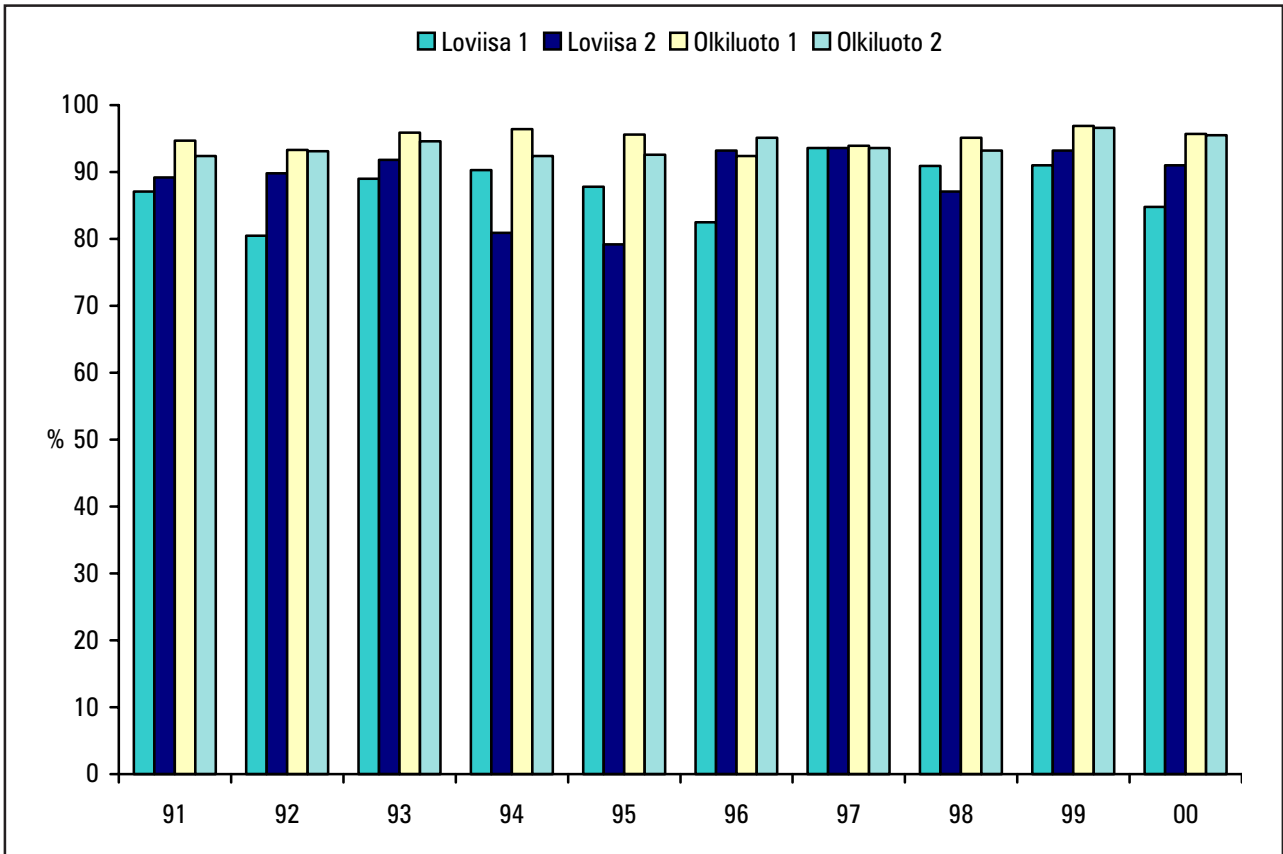
Loviisa 1:n polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokki oli 22.7.–4.9.2000 ja Loviisa 2:n 28.8.–14.9.2000. Vuosihuolloissa tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä. Vuosihuollossa tehtiin myös vakavien onnettomuuksien hallintaan liittyviä laitosmuutoksia. Turvallisuuden kannalta merkittävimpiä laitosmuutoksia kuvataan luvussa 4.1.6. Vuosihuoltoseisokkien aikaista säteilyturvallisuutta kuvataan luvussa 4.1.8.

Loviisa 1:n vuosihuolto oli noin kaksi viikkoa suunniteltua pitempi. Merkittävimmän vuosihuoltoa pidensi ennakoimattomana työnä tehtäväksi tullut hätäisävesisäiliön vuotojen etsintä ja korjaus. Tilavuudeltaan 1000 m<sup>3</sup> säiliössä on boori-happopitoista vettä, jota syötetään primääripiiriin onnettomuustilanteessa. Seisokin aikana säiliön vuodonvalvontalinjan avulla säiliöstä todettiin noin 10 litraa tunnissa oleva vuoto. Tarkastuksessa säiliön teräsverhouksessa havaittiin useita vikoja, joista osa oli verhouksen läpäiseviä. Vika- ja vuotokohdat korjattiin seisokissa ja teräsverhouksesta otettiin näytepaloja yksityiskohtaisia laboratoriotutkimuksia varten. Laitossyksikön käynnistuksen alkuvaiheessa myös höyrylinjan eristysventtiilin toimintahäiriön korjaus viivytti käynnistystä, kun primääripiiri jouduttiin jäähdyttämään jo aloitetun lämmityksen jälkeen.

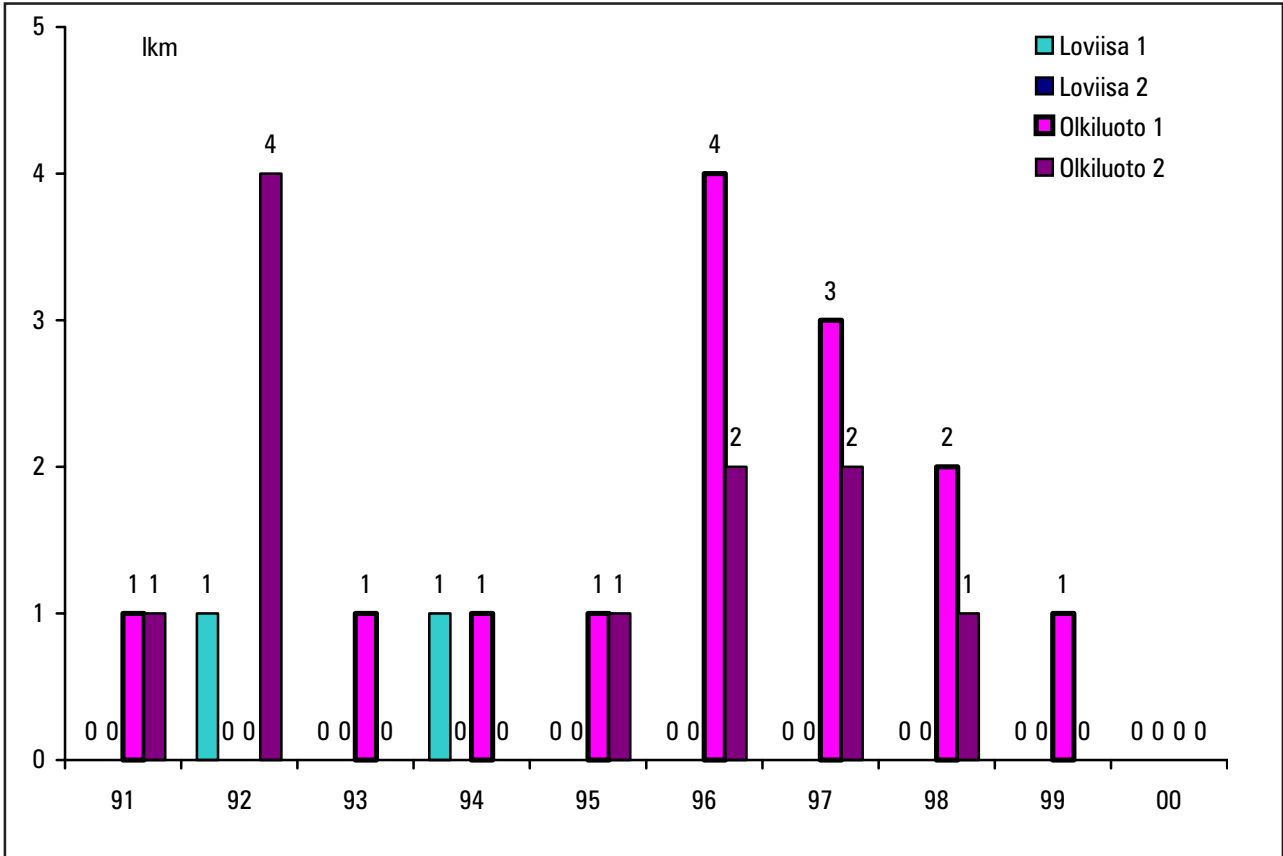
STUK valvoi vuosihuoltoja. Luvan Loviisa 1:n käynnistämiseen STUK antoi 4.9.2000 ja Loviisa 2:n käynnistämiseen 14.9.2000. Voimayhtiö aloitti laitossyksiköiden käynnistämisen, kun STUKin tarkastajat olivat todenneet laitossyksiköiden käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Loviisa 1 kytkettiin vuosihuoltoseisokin jälkeen sähköntuotantoon 4.9.2000 ja Loviisa 2 14.9.2000.



**Kuva 10.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2000.



**Kuva 11.** Loviisan ja Olkiluodon laitosisyksiköiden energiakäyttökertoimet.



**Kuva 12.** Loviisan ja Olkiluodon laitosisyksiköiden reaktorien pikasulkujen lukumäärät lukuun ottamatta pikasulkukokeita (reaktori yli 5 % teholla).

#### 4.1.3 Merkittävät käyttötapaukset

Loviisan laitoksilla ei vuonna 2000 sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Laitosyksiköiden tapahtumat olivat INES-asteikolla enintään luokkaa 1. Tähän luokkaan luokiteltiin Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokissa tapahtunut lievästi radioaktiivisen veden vuoto tapahtuman toistumisen vuoksi. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät viime vuosilta Suomen laitoksilla esitetään kuvassa 13.

#### Säteilyvalvontamonitorin hälytysrajan alentamisen viivästyminen Loviisa 1:llä

Loviisa 1:llä havaittiin 9.2.2000 säteilyvalvontamonitorien toimintakoestuksessa, että sekundääripiirin poistokaasujen radioaktiivisuutta valvova monitori ei ollut riittävän herkkä. Laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan monitori on korjattava kahdeksan tunnin kuluessa. Mikäli korjausta ei pystytä tekemään tässä ajassa, sekundääripiirin veden aktiivisuutta mittaavan monitorin hälytysrajaa on alennettava.

Monitorin korjaamisesta tehtiin työtilaus. Tieto työtilauksesta ei mennyt laitoksen vuoropäällikölle ohjeiden mukaisesti, jotta vuoropäällikkö olisi voinut määrätä veden aktiivisuutta mittaavan monitorin hälytysrajan alennettavaksi. Aliherkän monitorin korjaustyö alkoi seuraavana aamuna, jolloin myös katkos tiedonkulussa havait-

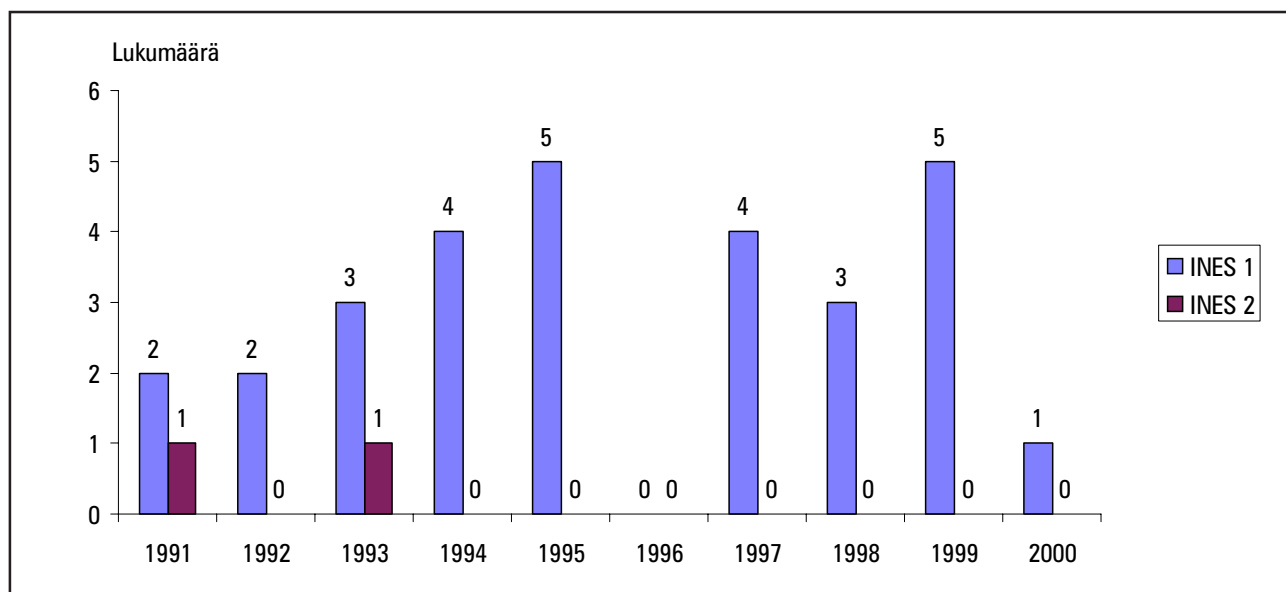
tiin. Veden aktiivisuutta mittaavan monitorin hälytysraja alennettiin välittömästi. Hälytysrajan alentaminen viivästyi noin 14 tunnilla.

Loviisan laitoksella ei normaalisti esiinny radioaktiivisia aineita sekundääripuolella. Mahdollisia primääripiirin vuotoja sekundääripiiriin valvotaan sekundääripuolen prosessin eri vaiheissa aktiivisuusmonitoreilla. Tapahtumapäivänä monitorit olivat toimintakunnossa poistokaasujen aktiivisuutta valvovaa aliherkkää monitoria lukuun ottamatta. Höyryn aktiivisuusmittauksen hälytysrajan muutoksen viivästyminen oli lyhytaikainen ja vähämerkityksellinen.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille vuorokausiraportissa 11.2.2000 ja toimitti STUKille myöhemmin raportin tapahtumasta ja sen johdosta suunnitelluista toimenpiteistä vastaavan tapahtuman toistumisen estämiseksi. Tapahtuman seurauksena voimayhtiössä painotetaan tarkkuutta työmääräinten käsittelyssä ja eri asioista tehtävien ilmoitusten tärkeyttä. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

#### Häiriö Loviisa 1:n valvomorakennuksen sähkölaitteiden ilmastoinnissa

Loviisa 1:n valvomorakennuksen ilmastoinnin jäähdytysvesijärjestelmän vedenjäähdytyskoje pysähtyi 19.4.2000 kiertovesipumpun laakerivaarion seurauksena. Varalla ollut jäähdytyskoje ei käynnistynyt automaattisesti moottorisuojakytkimien väärän asennon takia. Laitosyksikkö oli täy-



**Kuva 13.** INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokitellut tapahtumat Suomen neljällä laitoksilla yhteensä.

dellä teholla. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan laitosyksikkö tulee ajaa kahden tunnin kuluessa seisokitilaan, jos molemmat vedenjäähdytyskojeet ovat käyttökunnottomia.

Käynnissä olleen vedenjäähdytyskojeen pysähtyttyä oletettiin varalla olleen kojeen käynnistyneen automatiikan ohjaamana normaalisti. Noin puolen tunnin kuluttua selvitetessä valvomoon tulleiden hälytyksien aiheuttajaa havaittiin, että molemmat vedenjäähdytyskojeet olivat pysähtyneissä. Sähkölaitetilojen ilmanvaihdosta huolehtivat puhaltimet olivat käynnistyneet automaattisesti täydelle nopeudelle. Lämpötilan säätöjärjestelmän vian vuoksi tilojen lämpötilat eivät kuitenkaan laskeneet odotetusti ja valvomoon tuli hälytys siitä, että yhdessä huoneessa lämpötila oli noussut 24 asteeseen. Lämpötilojen laskemiseksi käynnistettiin varapuhallin, ja hälytys poistui puolessa tunnissa. Varalla ollut vedenjäähdytyskoje saatiin käyntiin noin kahden tunnin kuluttua tapahtuman alusta. Käynnissä olleen kojeen kiertovesipumppu vaihdettiin, minkä jälkeen koje otettiin uudelleen käyttöön.

Tapahtuman aikana sähkölaitetilojen lämpötilat eivät ylittäneet turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asettua rajaa ja jäähdetytyskojeiden yhtäaikainen käyttökunnottomuus kesti alle kaksi tuntia. Vedenjäähdytyskojeen moottorisuojakytkimien väärän asennon syytä ja kojeen käyttökunnottomuusaikaa ei pystytty selvittämään.

Tapahtuman johdosta valvomorakennuksen sähkölaitetilojen ilmastointijärjestelmän koestusväliä tihennettiin ja toiminnan valvontaa tehostettiin.

Voimayhtiö totesi tapahtuman turvallisuusmerkityksen jälkeenpäin tekemissään selvityksissä ja ilmoitti asiasta STUKille 2.6.2000. Myöhemmin kesäkuussa voimayhtiö toimitti STUKille yksityiskohtaisen raportin tapahtumasta ja suunnitelluista toimenpiteistä vastaavan tapahtuman toistumisen estämiseksi. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Primääripiirin lämpötilamittauksen simulointi suojaustilaan vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja Loviisa 2:lla**

Loviisa 2 oli 10.8.2000 tehoajolla, kun primääripiirin yhden lämpötilamittauksen huomattiin näyt-

tävän todelliseen verrattuna liian suuria lämpötila-arvoja. Turvallisuustekniset käyttöehdot edellyttävät tämäntyyppisten vikojen korjaamista kolmen vuorokauden kuluessa. Ellei mittauksista saada tuona aikana kuntoon, on laitosyksikkö ajettava kuumavalmiustilaan korjaustyön ajaksi.

Seuraavana päivänä todettiin, että vian korjaaminen ei onnistu sallitun käyttörajoitusajan puitteissa. Tämän vuoksi mittaus simuloitiin suojaustilaan, ts. tilaan, jossa mittaus on valmiina arvossa, joka aiheuttaisi sen osalta suojaustoiminnon käynnistymisen. Menettely sinänsä on asianmukainen ja se on turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukainen käytäntö Loviisa 1:llä. Loviisa 2:n vastaava käyttöehtojen täsmennys oli tapahtuman ajankohtana STUKissa käsiteltävänä eikä simulointi siis ollut vielä hyväksyttävä käytäntö. Näin ollen poikkeaminen voimassaolevista käyttöehdoista olisi pitänyt käsitellä erillisiasiana STUKin kanssa. Kyseinen käyttöehtojen täsmennys on hyväksytty STUKissa 13.9.2000.

Tapahtuma tuli esille STUK:n suorittamassa käyttötoiminnan tarkastuksessa. Tapahtumalla ei ollut turvallisuusmerkitystä, mutta puutteena oli se, että voimayhtiö ei noudattanut täsmällisesti STUKin edellyttämiä hallinnollisia menettelytapoja. Tapahtuma on INES-asteikolla luokkaa 0.

### **Tuoreen polttoainenipun vaurioituminen Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:llä havaittiin 15.8.2000 yhden polttoainenipun alapäätykappaleessa vaurioita, kun polttoainetta oltiin lataamassa reaktoriin vuosihuollossa. Kyseessä oli tuore polttoainenippu, joten sauvoista ei voinut vapautua radioaktiivisia aineita. Vaurioituneen nipun tilalle reaktoriin vaihdettiin uusi polttoainenippu.

Polttoainenipun vauriot tulivat ilmi, kun polttoainenippu jäi latauksessa noin 20 cm muita nippuja korkeammalle. TV-kameralla tehty tarkastus paljasti, että nipun alapäätykappaleessa oli kolme lommoa, joiden vuoksi nippu ei mennyt reaktorissa täysin paikoilleen. Reaktorissa ei havaittu mitään poikkeavaa paikassa, johon nippua yritettiin sijoittaa. Asiaa selvitetessä polttoainenippujen siirtokorissa todettiin merkkejä siitä, että nipun alapää oli osunut siihen normaalia suuremmalla nopeudella. Tämän jälkeen voimayhtiö ei pitänyt enää tarpeellisena etsiä syytä polttoainenipun

vaurioihin reaktorista, vaan nippu vaihdettiin uuteen tuoreeseen polttoainennippuun. Nippu oli vaurioitunut siinä määrin, että sitä ei voida enää käyttää reaktorissa.

Lommot olivat syntyneet nostettaessa nippua varastoaltaasta. Varastoaltaassa niput ovat veden alla siirtokorissa, jossa ne tuodaan altaaseen tuoreen polttoaineen varastosta ja josta ne siirretään yksitellen latauskoneen avulla reaktoriin. Latauskoneen tarrain ei ollut lukittunut polttoainennippuun. Tämä huomattiin ja tarrain oli tarkoitus nostaa pois ja yrittää kiinnittymistä nippuun uudelleen. Tarrain oli kuitenkin takertunut nippuun ja polttoainennippu lähti nousemaan tarraimen mukana, mutta putosi noin 25 cm korkeudelta siirtokorin pohjaan. Tarraimen nostossa ei kiinnitetty tarpeeksi huomiota vaa'an näyttämään, joten nipun nousua tarraimen mukana ei havaittu. Syynä tapahtumaan on ollut se, että siirtokorin alla oli ollut varastoaltaaseen pudonnut säteilymittari. Sen vuoksi kori ja siinä olleet polttoainenniput olivat hieman vinossa. Nippuja nostettaessa tarraimen naarmut olivat lisääntyneet nippu nipulta. Nostettaessa viimeisiä nippuja, jollainen kyseessä ollut nippu oli, tarraimessa oli jo niin paljon naarmuja, että se ei mennyt lukitusasentoon.

Voimayhtiö tarkistaa polttoaineen latauksessa käytettävää ohjeistoa. Tilanteissa, joissa latauskoneen tarraimen kiinnittäminen polttoainennippuun joudutaan korjaamaan, edellytetään vaa'an lukeman seuraamista entistä tarkemmin ja lukeman kirjaamista latauksen toimenpidelistaan.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille 16.8.2000 ja toimitti myöhemmin elokuussa yksityiskohtaisen raportin tapahtumasta sekä marraskuussa selvityksen tapahtumaan johtaneista syistä. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Lievästi radioaktiivisen veden vuodot vuosihuoltoseisokissa Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:llä tapahtui kaksi lievästi radioaktiivisen veden vuotoa vuosihuoltoseisokissa. Ensimmäinen vuoto sattui 17.8.2000 hätäjähdytysveden säiliön tyhjennyksen yhteydessä. Säiliö sisältää boorihappopitoista, ei-radioaktiivista vettä ja säiliötä tyhjennettiin tarkastuksia varten. Tyhjennyksessä käytettiin reaktorialtaan täyttöpump-

pua, jonka imulinja täyttyi ilmalla, eikä pumpppua voitu enää käyttää. Imulinja pyrittiin täyttämään uudelleen reaktorialtaasta otettavalla vedellä, joka on lievästi radioaktiivista. Täytön jälkeen imulinja oli tarkoitus ilmata ja pumpun toiminta testata.

Linjan täyttö aloitettiin avaamalla eristysventtiilit reaktorialtaasta tulevasta linjasta. Toimenpide ei ole laitossyksiköllä säännönmukaisesti tehtäviä käyttötoimia. Vuorossa ollut valvomohenkilökunta ei ollut tietoinen, että päälinjasta haarautuvassa linjassa oleva vesitysventtiili oli poikkeuksellisesti auki. Vesitysventtiili oli avattu reaktorialtaan pinnanlaskun yhteydessä ja toimenpide kirjattu vuoropäällikön ja reaktorimestarin päiväkirjoihin. Välittömästi eristysventtiilien avaamisen jälkeen alkoi reaktorialtaasta vuotaa vettä auki olevan vesitysventtiilin kautta suojarakennuksen ulkopuolelle reaktorirakennuksen alatiloihin.

Vuotanut vesi oli noin 30-asteista ja aiheutti välittömästi palohälytyksiä. Vuotoa ei havaittu heti, koska ohjeiden mukaisesti keskityttiin palohälytysten selvittämiseen. Vuoto todettiin noin 10 minuutin kuluttua palohälytyksistä ja auki ollut venttiili suljettiin. Vuotaneen veden määrä oli noin 20 m<sup>3</sup>. Huonetilat, joihin vuotovesi levisi, on varustettu kynnyksillä sekä vesivuotojen ja radioaktiivisen veden käsittelyyn suunnitelluilla lattia-kaivoilla. Reaktorirakennuksen alatilojen ilmastointi, jonka suodattimien avulla ilmaa puhdistetaan mahdollisista radioaktiivisista aineista, käynnistettiin suodatukselle noin kahden tunnin kuluttua tapahtumasta. Ilmastoinnin kesken ollut huoltotyö esti suodatuksen käyttöönoton heti.

Alueet, joille lievästi radioaktiivista vettä oli levinnyt, eristettiin tai rajattiin muista alueista. Kontaminoituneiden tilojen aktiivisuudet määritettiin. Pinta-kontaminaatiomittauksen keskiarvo eniten kontaminoituneessa huonetilassa oli noin 70 kBq/cm<sup>2</sup>. Mittaus- ja puhdistustyössä käytettiin asianmukaisia suojavarusteita. Toimenpiteiden aiheuttamat säteilyannokset työntekijöille olivat vähäisiä. Kollektiivinen säteilyannos puhdistustyöstä oli noin 2 mmanSv, joka oli vain pieni osa yhteensä Loviisa 1:llä tehtyjen vuosihuoltoseisokin aikaisissa töissä kertyneistä annoksista (yhteisannos 1670 mmanSv, ks. kuva 17). Puhdistustöiden jälkeen huonetilojen pintakontaminaatio alitti raja-arvon 4 Bq/cm<sup>2</sup> eli huonetilojen aktiivi-



suustaso oli sama kuin ennen vuotoa.

Seuraavana päivänä eli 18.8.2000 jatkettiin reaktorialtaan tyhjennyspumpun keskeytynyttä testausta. Pumppu käynnistettiin ilman, että tarkastettiin koko pumpun käyttöönottoon liittyvää putkistolinjaa. Heti pumpun käynnistyksen jälkeen vesi alkoi purkautua hätäjähdytysjärjestelmän kierrätyslinjojen kautta suojarakennuksen sisäpuolisiin tiloihin. Vuodon määrä oli noin 10 m<sup>3</sup>. Vuotovedessä ei esiintynyt vastaavia voimakasta pintakontaminaatiota aiheuttavia radioaktiivisia nuklideja kuin edellisenä päivänä tapahtuneessa vuodossa. Vuotoalueen pintakontaminaatio vaihteli; maksimikontaminaatio oli noin 7 Bq/cm<sup>2</sup>. Puhdistustyö ei aiheuttanut työntekijöille normaaleista puhdistustöistä poikkeavaa säteilyannosta. Puhdistuksen jälkeen tilojen aktiivisuustaso oli sama kuin ennen vuotoa.

Voimayhtiö ilmoitti vuodoista välittömästi STUKille ja toimitti syyskuussa yksityiskohtaisen selvityksen tapahtumista ja suunnitelluista toimenpiteistä vastaavien tapahtumien välttämiseksi. Jälkimmäinen tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1 tapahtuman toistumisen vuoksi.

Tapahtumien seurauksena voimayhtiö muutti ja täsmensi laitosyksikön käyttöä koskevia ohjeita. Lisäksi voimayhtiössä määriteltiin menettelytavat vuosihuoltoseisokeissa eteen tuleville poikkeuksellisille tilanteille, joille ei ole olemassa ohjetta.

Vuotojen jälkeen tehdyissä puhdistustöissä todettiin, että höyrystintilan lattian maalipinnoitetta oli irronnut. Pinnoite korjattiin vuosihuoltoseisokissa. STUK pyysi voimayhtiöltä selvityksen irronneen pinnoitteen vaikutuksesta reaktorin hätäjähdytykseen onnettomuustilanteissa. Selvitys ja tehdyt kokeelliset tutkimukset osoittivat, että suurimmatkaan mahdollisiksi arvioidut irtoavat määrät hienojakoista pinnoitetta eivät sanottavasti tukkisi hätäjähdytysveden suodattimia.

### **Varahätäsyöttövesipumpun poissaolo toimintavalmiudesta turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti Loviisa 2:lla**

Loviisan laitosyksiköiden yhteisen varahätäsyöttövesijärjestelmän pumppu oli pois toimintavalmiudesta vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja. Tilanne syntyi, kun pumppu otettiin huoltoon

Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa. Seisokissa olevalla laitosyksiköllä ei pumpun käytöstäpoissaoloajalle ole rajoituksia, mutta käynnissä olevan laitosyksikön kannalta huolto on tehtävä 21 päivässä. Huolto aloitettiin 31.7.2000 ja saatiin päätökseen 22.8.2000. Sallittu käytöstäpoissaoloaika ylitettiin 43 tunnilla.

Varahätäsyöttövesijärjestelmällä turvataan sekundääripiirin veden syöttö höyrystimiin tilanteissa, joissa syöttövesipumppujen ja hätäsyöttövesipumppujen toiminta on estynyt esimerkiksi turbiinihallin tulipalon takia. Järjestelmä on rakennettu vuonna 1990. Järjestelmä käsittää kaksi molemmille laitosyksiköille yhteistä dieselmoottorikäyttöistä pumppua. Pumpuilla voidaan syöttää vettä kumman tahansa laitosyksikön höyrystimiin.

Loviisa 2:lla seurattiin tämän kuten muidenkin käyttörajoituksia laitosyksikölle aiheuttaneiden töiden etenemistä. Inhimillisten väärintulokojen johdosta pumpun huoltotyön oletettiin loppuneen ja työn seuranta lopetettiin jo ennen huollon todellista päättymistä. Loviisa 1:llä, joka vastasi pumpun huoltotöistä, ei seurattu Loviisa 2:n käyttörajoitusaikaa. Pumpun huolto- ja koestustyöt viivästyivät muiden vuosihuoltokiireiden takia.

Voimayhtiössä havaittiin vasta jälkikäteen, että pumpulle sallittu käyttövalmiudesta poissaoloaika oli ylittynyt Loviisa 2:lla. Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille 25.8.2000 ja toimitti syyskuussa STUKille yksityiskohtaisen raportin tapahtumasta sekä suunnitelman toimenpiteistä vastaavan tapahtuman toistumisen estämiseksi. Sallitun käyttövalmiudesta poissaoloajan ylitys oli lyhytaikainen, ja näin ollen tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Primääripiirin veden sallitun boorihappopitoisuusrajan ylitys Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:n primääripiirin veden boorihappopitoisuus ylitti turvallisuusteknisten käyttöehtojen salliman rajan vuosihuoltoseisokin lopulla tehdysä koestuksessa. Ylitys oli vähäinen ja kesti 18,5 tuntia.

Boorihapon avulla varmistetaan reaktoriin työnnettyjen säätösauvojen ohella reaktorin alkriittisyys seisokkien aikana. Turvallisuusteknis-



ten käyttöehtojen mukaan boorihappopitoisuuden tulee seisokin aikana olla 13–14 g/kg jäädytettävä. Alaraja on asetettu siten, että reaktori pysyy alikriittisenä, vaikka säätösauvat olisi vedetty ulos reaktorista. Yläraja puolestaan on asetettu boorihappoliuoksen korroosiovaikutusten perusteella. Boorihappopitoisuutta valvotaan jatkuva-toimisella mittauksella sekä laboratoriossa tehtävillä analyysillä. Primääripiirin boorihappopitoisuutta pienennetään laitosyksikön käynnistyksessä ja käyttöjakson aikana.

Primääripiirin boorihappopitoisuuden ylitys pääsi tapahtumaan, kun laitosyksiköllä tehtiin 3.9.2000 koestusta primääripiirin lisävesijärjestelmässä. Koestuksessa pumpataan väkevää boorihappopitoista vettä primääripiiriin. Koestus tehdään kerran vuodessa, tavallisesti välittömästi sen jälkeen, kun laitosyksikkö on pysäytetty vuosihuoltoon. Tällöin koestus tehdään samalla, kun primääripiiriin pumpataan väkevää boorihappoliuosta primääripiirin boorihappopitoisuuden nostamiseksi turvallisuusteknisten käyttöehtojen edellyttämään arvoon. Nyt lisävesijärjestelmän pumpun vian vuoksi koestus oli siirretty käynnistysvaiheeseen.

Laitosyksikkö oli tapahtumahetkellä vuosihuoltoseisokin jälkeisessä ns. kuumavalmiustilassa. Seuraava vaihe laitosyksikön käynnistämiseksi vuosihuoltoseisokin jälkeen on ns. käynnistystila, jossa reaktori tehdään kriittiseksi laimentamalla primääripiirin boorihappopitoisuutta. Primääripiirin boorihappopitoisuuden saattaminen turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaiseen arvoon olisi edellyttänyt seisokin aikaisten puhtaan veden syöttöreittien lukitusten purkamista ja palauttamista ennalleen kuumavalmiustilassa. Näin ollen voimayhtiö päätti, että laitosyksikön käynnistyksessä siirrytään seuraavaan vaiheeseen, jossa aloitetaan primääripiirin boorihappopitoisuuden pienentäminen normaalimenettelyjen mukaisesti.

Primääripiirin veden sallitun boorihappopitoisuuden ylitys oli vähäinen eikä se vaikuttanut heikentävästi polttoaineen suojakuoreen. Ylityksen tapahtumiseen vaikutti se, että lisävesijärjestelmän koestus tehtiin poikkeuksellisesti laitosyksikön käynnistysvaiheessa. Voimayhtiön käytämissä menettelyissä oli puutteena se, että voimayhtiön olisi tullut pyytää STUKilta lupa sille, että boorihappopitoisuutta ei tarvitse pienentää

turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaiseksi meneillään olleessa kuumavalmiustilassa, vaan pitoisuuden pienentäminen voidaan tehdä vasta käynnistyksen seuraavassa vaiheessa eli ns. käynnistystilassa. Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille 6.9.2000 ja toimitti syyskuussa yksityiskohtaisen selvityksen tapahtuneesta. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Meriveden puhdistusjärjestelmän osittainen toimintakunnottomuus Loviisa 2:lla vuosihuoltoseisokin aikana**

Loviisa 2:lla todettiin 8.9.2000, että meriveden puhdistusjärjestelmä ei ollut täysin toimintakunnossa turvallisuusteknisten käyttöehtojen edellyttämällä tavalla. Tilanne vallitsi 18 tunnin ajan. Laitosyksikkö oli tapahtuma-aikana vuosihuoltoseisokissa.

Meriveden puhdistusjärjestelmässä on kaksi rinnakkaista osaa, joissa kummassakin on kaksi turbiinilauhduttimille menevää linjaa. Ennen lauhduttimia kustakin neljästä linjasta otetaan merivettä laitosyksikön sivumerivesipiiriin, jolla jäädytetään mm. turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien ja laitteiden jäähdytyspiirejä. Seisokkitilanteissa on oleellista, että merivesijärjestelmässä ei ole epäpuhtauksia, joiden seurauksena sivumerivesipiirin toiminta vaarantuisi. Laitosyksikön seisokin aikana meriveden puhdistusjärjestelmän yhden linjan tulee olla toimintakunnossa.

Merivesijärjestelmän toinen osajärjestelmä oli otettu pois käytöstä huoltotöiden vuoksi ja toisen osajärjestelmän kakkoslinjassa oli meneillään suodatinkorien vaihto. Valvomo antoi 6.9.2000 luvan tehdä tarkastus- ja korjaustöitä ykköslinjan suodattimelle. Työt aloitettiin 8.9.2000 ja ykköslinjan suodatin erotettiin merivesilinjasta ja tyhjennettiin. Erotusta tehtäessä kuten ei myöskään työlupaa annettaessa huomattu, että suodatinkorien vaihto kakkoslinjassa oli vielä meneillään. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan suodatinorien vaihdon piti ko. ajankohtana olla jo tehty, mutta työ oli viivästynyt aikataulustaan. Kakkoslinjan suodatin oli käytettävissä lukuun ottamatta suodattimen puhdistusruiikutusta.

Puhdistusruiikutuksen käytöstä poissaolo huomattiin, kun tehtiin tarkastuksia latauseisokkitilasta kylmäseisokkitilaan siirtymistä varten. Yk-

köslinjan suodatin oli saatavissa nopeasti toimintakuntoiseksi ja toimenpiteet suodattimen käyttöönottamiseksi aloitettiin välittömästi.

Merivesi oli tapahtuma-aikaan suhteellisen puhdasta ja kakkoslinjan suodatin oli paikallaan. Tilanteessa, jossa merivesi olisi esim. myrskyn takia likaantunut, suodatin olisi tukkeutunut hyvin hitaasti merivesijärjestelmän suuren tilavuuden ja sivumerivesipiiriin menevän pienen virtauksen johdosta. Näin ollen sivumerivesipiirin jäähdytyskyky ei merkittävästi vaarantunut.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta välittömästi STUKille ja toimitti syyskuussa yksityiskohtaisen selvityksen tapahtumasta. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

#### 4.1.4 Tapahtumien tutkinta

STUK nimeää tutkintaryhmän selvittämään ydinvoimalaitoksella sattunutta tapahtumaa erityisesti silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

Voimayhtiöt arvioivat itse omilla ydinvoimalaitoksillaan sattuneita tapahtumia ja ryhtyvät tarvittaessa toimenpiteisiin tapahtumien johdosta. STUK arvioi näitä voimayhtiön toimenpiteitä osana turvallisuusvalvontaa. STUK arvioi myös omaa toimintaansa tutkittavan tapahtuman yhteydessä.

Vuonna 2000 STUKissa tutkittiin seuraavat kaksi tapahtumaa:

#### **Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet**

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vastaisten laitostilanteiden määrän oli todettu vuonna 1999 lisääntyneen edellisiin vuosiin verrattuna sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla. Nämä TTKE:n vastaiset laitostilanteet on kuvattu raportissa STUK-B-YTO 200. Tutkinnalla selvitetiin näiden laitostilanteiden taustalla olevia yhteisiä tekijöitä sekä mahdollisia tapahtumien lisääntymiseen johtaneita syitä.

Tapahtumien lisääntymisen syiksi ei löydetty mitään yksiselitteistä tekijää. Tapahtumien määrittelyssä TTKE:n vastaisiksi oli havaittavissa tulokinnanvaraisuutta, millä on saattanut olla vaikutusta tapahtumien määrän kasvuun. Esimerkiksi aikaisemmin tapahtumaa ei ole tulkittu TTKE:n vastaiseksi silloin, kun laitostilanne on korjattu vaatimusten mukaiseksi asetetun määräajan kuluessa vian tai tilanteen havaitsemisesta. Nykyisin tapahtuma tulkitaan TTKE:n vastaiseksi, kun poikkeavaa tilannetta ei ole havaittu TTKE:n edellyttämässä testeissä.

TTKE:n vastaisista laitostilanteista on yleisesti todettavissa, että inhimilliset ja organisatoriset tekijät ovat kaikkien tapahtumien taustalla. Merkittävimpänä yhteisenä tekijänä voidaan osoittaa olevan muutostilanteiden hallinnan. Viiden tapahtuman osalta tapahtumien kehittymiseen TTKE:n vastaisiksi on oleellisesti vaikuttanut alkuperäisten suunnitelmien muuttuminen ja tämän riittämätön huomiointi töiden uudelleen suunnittelussa. Tutkinnan tuloksena ei havaittu puutteita TTKE:n selkeydessä, tuntemisessa eikä tulkinnassa.

Käyttö- ja kunnossapito-ohjeiden puutteilla todettiin myös olleen merkitystä useiden tapahtumien syntymisen kannalta. Korjaavina toimenpiteinä voimayhtiöt ovat jo toteuttaneet ohjeistomuutoksia. STUKin on myös omassa tarkastustoiminnassaan syytä kiinnittää huomiota erityisesti voimayhtiöiden kunnossapito-ohjeiden laatuun kaikilla tekniikan alueilla.

Tutkinnan perusteella voimayhtiöiden on tarpeen arvioida, ovatko olemassa olevat menettelyt muutostilanteiden tunnistamiseksi asianmukaiset. Voimayhtiöissä tulee myös selvittää mahdollisuuksia vähentää rutinoitumista ja pyrkiä tukemaan tarkkaavaista toimintatapaa erityisesti kiireessä ja poikkeamatilanteissa. Voimayhtiöt ovat tapahtumien seurauksena kehittäneet järjestelmien ja laitteiden käyttökuntoisuuden toteuttamiseksi menettelyjä.

#### **Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteiden jäähdytksen varmentaminen**

Tutkinnalla selvitetiin Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteiden jäähdyttämiseen käytettävän tiivisteveden syötön varmenta-

miseksi suunnitellun muutostyön viivästymistä. Pääkiertopumppujen mekaaniset tiivisteet vaativat jatkuvaa jäähdystä ja usean tunnin mittaisen jäähdystyksen menetyksen seurauksena tiivisteet saattavat vaurioitua, jolloin seurauksena on pieni vuoto primääripiiristä. Tiivisteveden syötön tärkeys ja parannustarve on tunnustettu mm. todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien (PSA) tulosten perusteella. PSA-tulokset ovat osoittaneet, että pääkiertopumppujen tiivisteveden menetys muodostaa merkittävän osan sydänvaurioriskistä erityisesti mm. merivesijärjestelmän menetystilanteissa.

Tiivisteitä jäähdytetään primääripiirin vedellä, jota puolestaan jäähdytetään välijäähdytyspiirissä kiertävällä vedellä. Välijäähdytyspiiriä jäähdytetään sivumerivesipiirillä. Loviisa 1:llä oli vuonna 1998 sivumerivesipiirin vuoto, jonka eristämisen yhteydessä aiheutettiin häiriö välijäähdytyspiirin toimintaan. Häiriön seurauksena pääkiertopumppujen tiivisteveden lämpötila nousi ohjeessa asetettua rajaa korkeammaksi (STUK-B-YTO 200, 2000).

Suunnitellulla parannuksella mahdollistetaan boorijärjestelmän veden käyttö tiivisteiden jäähdyttämiseen. Järjestelmän vesi on niin kylmää, ettei sitä tarvitse erikseen jäähdyttää. Tiivisteveden syöttö kääntyi automaattisesti tapahtumaan boorijärjestelmästä, kun tiivisteveden lämpötilan nousi yli 50 asteen. Pääkiertopumppujen tiivisteet kestävät 70–80 asteen lämpötiloja. Parannus vaatii myös muutoksia suojaus- ja säätöjärjestelmiin sekä uusia lämpötilamittauksia.

Voimayhtiössä oli tehty muutosaloite kesällä 1998 ja muutostyön esisuunnittelu tilattiin seuraavana vuonna. Voimayhtiö teki päätöksen muutoksen toteuttamisesta heinäkuussa 1999. Muutostyö oli tarkoitus toteuttaa Loviisa 2:lla vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa. STUK hyväksyi voimayhtiön toimittaman järjestelmätason ennakkotarkastusaineiston keväällä 2000. Voimayhtiö toimitti automaatioteknisen ennakkotarkastusaineiston STUKille hyväksyttäväksi heinäkuussa 2000. Aineisto tarkastettiin STUKissa elokuussa 2000. Voimayhtiöstä ilmoitettiin STUKille, että muutostyötä ei ehditä tekemään seisokissa, koska ennakkotarkastusaineiston hyväksymistä ei ollut saatu STUKilta ajoissa.

Tutkinnassa tuli esille puutteita sekä voimayh-

tiön että STUKin toiminnassa. Voimayhtiön puolella merkittävimpiä syitä suunnitelmien myöhäiseen valmistumiseen oli toteutus päätösten lykääntyminen. Muutoksen suunnitteluun käytetyt aika- ja henkilöresurssit olivat riittämättömiä ja muutoksen suunnittelussa tarvittavien analyysien määrä aliarvioitiin. Myös tiivisteille asetetut suunnitteluperusteet olivat puutteellisia ja tiivisteiden todellinen kestävyys oli jätetty todentamatta. Voimayhtiö toimitti asiakirja-aineistot STUKille tietoisena puutteista olettaen, että STUK ne hyväksyy.

STUKissa asiakirja-aineistojen käsittelyn viivästymiseen vaikutti niiden myöhäinen saapuminen STUKiin ja aineistojen käsittelyn ajoittuminen päällekkäin kaksi viikkoa suunniteltua pitemmäksi venyneen Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokin kanssa. Muutostyön tärkeyttä ei STUKissa tiedostettu riittävän laajasti. Myöskään muutostyökokonaisuutta ei STUKissa hallittu keskitetysti.

Puutteiden poistamiseksi STUKissa kehitetään muutostöiden valvontamenettelyä. Laajojen ja turvallisuuden kannalta tärkeiden muutostöiden koordinoinnissa tulee korostaa projektinomaista toimintaa ja seurannan aloittamista varhaisessa vaiheessa. Voimayhtiön puolestaan tulee kiinnittää huomiota siihen, että muutostöiden suunnittelussa otetaan huomioon STUKin ohjeissa asetetut vaatimukset ja vaatimuksista poikkeamiset perustellaan.

#### 4.1.5 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista

Loviisan laitossyksiköillä oli seuraavat viisi tilannetta, joissa laitossyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa:

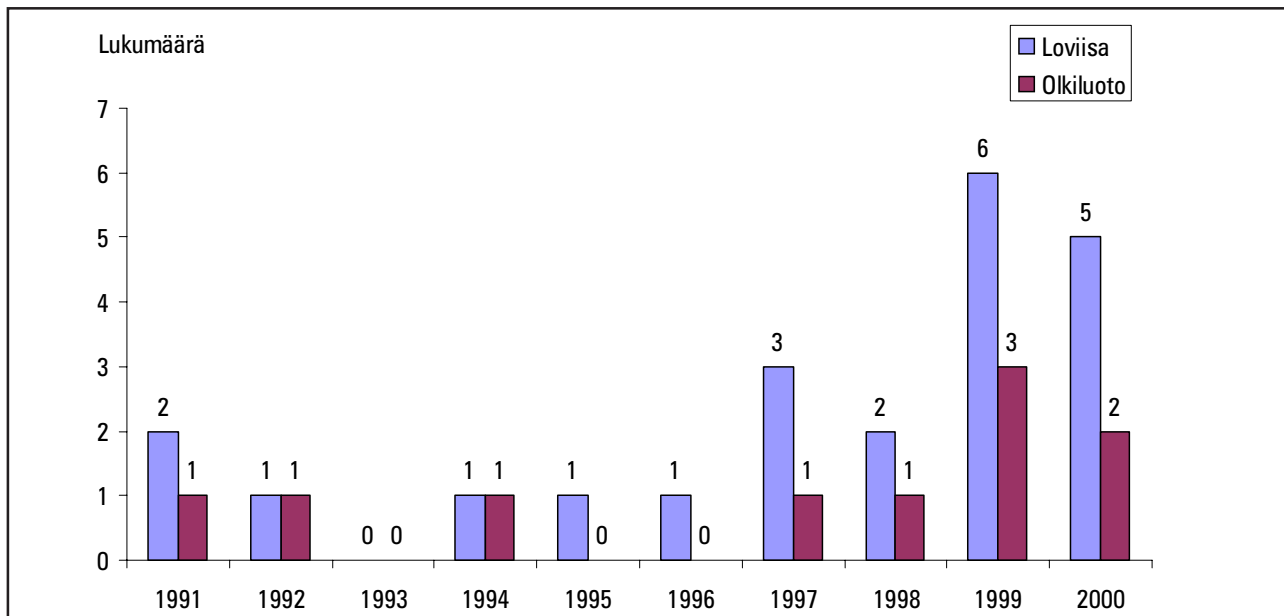
- Säteilyvalvontamonitorin hälytysrajan alentamisen viivästyminen Loviisa 1:llä
- Häiriö Loviisa 1:n valvomorakennuksen sähkölaitteiden ilmastoinnissa
- Varahätäsyöttövesipumpun poissaolo toiminta- valmiudesta Loviisa 2:lla
- Primääripiirin veden sallitun boorihappopitoisuusrajan ylitys Loviisa 1:llä
- Meriveden puhdistusjärjestelmän osittainen toimintakunnottomuus Loviisa 2:lla vuosihuoltoseisokin aikana.

Loviisa 2:n primääripiirin lämpötilamittauksen simulointia suojaustilaan turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti ei ole sisällytetty näihin tilanteisiin, koska tapahtuma on käsitelty hallinnollisena poikkeamana. Yksityiskohtaiset kuvaukset kaikista em. tilanteista on esitetty luvussa 4.1.3.

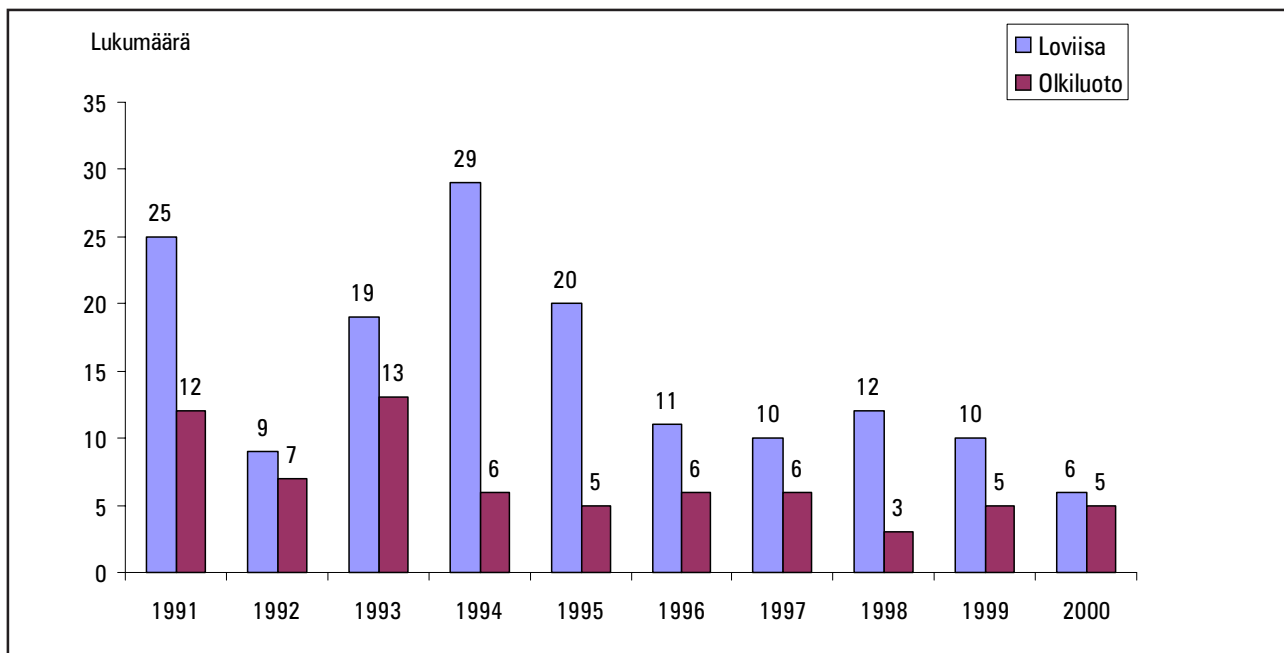
Voimayhtiö on suunnitellut ja osin toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 14 esitetään turvallisuusteknisten

käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät viime vuosilta.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. STUK antoi tällaisia poikkeuslupia vuonna 2000 Loviisan laitostilanteille yhteensä kuusi; yksi poikkeuslupahakemus hylättiin. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 15.



**Kuva 14.** Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.



**Kuva 15.** Turvallisuusteknisistä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupien määrät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.

#### 4.1.6 Turvallisuutta varmistavat hankkeet

##### Vakavien onnettomuuksien seurausten rajoittaminen

Loviisa 1:llä toteutettiin vuosihuoltoseisokissa 2000 suuri joukko vakavan onnettomuuden seurausten rajoittamiseksi suunniteltuja toimenpiteitä. Toimenpiteet ovat osa Loviisan voimalaitoksella käynnissä olevaa vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautumista koskevaa projektia. Nyt toteutetuista toimenpiteistä teknisesti laajakantoisin oli reaktoripaineastian ulkopuolisen jäähdyttämisen edellyttämien laitosmuutosten toteuttaminen. Reaktoripaineastian ulkopuolista jäähdyttämistä varten avattiin ja varusteltiin virtausreitit ja höyrystintilan ja reaktorikuopan välille ja asennettiin reaktoripaineastian lämpökilven alaslaskukoneisto. STUK valvoi muutostöitä ja niihin kuuluvia koekäyttöjä. Näiden muutosten jälkeen Loviisan voimalaitoksen vakavassa reaktorionnettomuudessa muodostuva sydänsula voidaan pidättää reaktoripaineastiassa jäähdyttämällä sitä ulkopuolelta.

Seisokissa viimeisteltiin myös vakavien onnettomuuksien hallintaan tarkoitettun erillisen, molemmille yksiköille yhteisen valvomon rakennustöitä. Lisäksi laitossyksiköllä tehtiin joukko automaatioteknisiä muutoksia ja asennettiin uusia automaatiojärjestelmiä vakavan onnettomuuden keskitetyn hallinnan mahdollistamiseksi. Mm. suojarakennuksen tiiviyn ylläpitämiseksi tarpeellisille suojarakennuksen eristyssignaaleille järjestettiin käsilaukaisumahdollisuus. Näillä käsin käynnistettävillä eristystoiminnoilla varmistetaan, että suojarakennus pysyy tiiviinä järjestelmien kautta mahdollisesti tapahtuvia vuotoja vastaan. STUK tarkasti ja hyväksyi tehdyt automaatiomuutokset.

Vakavassa reaktorionnettomuudessa vapautuu suojarakennuksen sisään vetyä. Vedyn hallituksi polttamiseksi ilman nopeita räjähdysmäisiä paloja on suunniteltu katalyyttisten rekombinaattoreiden asentamista suojarakennukseen sekä avauskoneistoja suojarakennuksen sisäpuolella olevien jäälahduttimien oviin. Avauskoneistoilla varmistetaan, että vakavassa reaktorionnettomuudessa vapautuvan vedyn katalyyttiseen polttamiseen tarvittavaa ilmaa on kaikkialla suojarakennuksessa saatavissa. Samalla rajoitetaan pai-

kallisia vetypitoisuuksia, jolloin liekillä palaminen käy epätodennäköiseksi. Kummankin järjestelmän asennukset oli alun perin suunniteltu tehtäväksi Loviisa 1:llä vuonna 2000, mutta laiteteknisten ongelmien vuoksi asennukset ovat viivästyneet. Jäälahduttimien ovien avauskoneistojen asennukset aloitettiin vuosihuollossa. Asennuksia jatketaan käytön aikana sekä ensi vuoden vuosihuoltoseisokissa.

##### Vesilukkoyhdysputkiston poisto Loviisa 1:n primääripiiristä

Loviisa 1:llä poistettiin vuosihuoltoseisokissa primääripiirin liittyvät ns. vesilukkoyhdysputkistot. Näitä pienihalkaisijaisia putkistoja oli kolmessa laitossyksikön kuudesta kiertopiiristä yhdistämässä piirien pääkiertoputkien kuuman ja kylmän haaran mutkia. Yhdysputkistot asennettiin 1980-luvun alkupuolella, kun arvioitiin ns. vesilukkoilmion uhkaavan reaktorisydämen jäähdytystä primääripiirin vuototilanteissa. Nykyisen kokeelliseen tutkimukseen ja analyyseihin perustuvan tietämyksen perusteella vesilukkoputkistot ovat tarpeettomia. Yhdysputkistojen poistolla eliminointiin niiden kautta tapahtuvan primääripiirin vuodon mahdollisuus.

Loviisan laitossyksiköiden primääripiirien putkissa on mutkat sekä reaktorista lähtevässä kuumassa että reaktoriin palaavassa kylmässä haarassa. Laitossyksiköiden käyttöönoton jälkeen havaittiin näiden mutkien muodostavan mahdollisen turvallisuusongelman reaktorisydämen jäähdytykselle tietyissä primääripiirin vuototilanteissa. Kylmässä haarassa olevan pienen jäähdytysvuodon arvioitiin aikaansaavan jäähdytteen pinnan pitkäaikaisen alenemisen reaktorissa niin alas, että polttoaine paljastuisi osittain ja jäisi ilman riittävää jäähdytystä. Näiden tarkastelujen mukaan reaktorissa kehittyvä höyry painaa reaktorin vedenpinnan primääripiirin putkiston mutkan yläreunan tasolle virratessaan vuotokohtaan. Tarkastelun mukaan tätä haitallista ilmiötä tehosti kahden peräkkäisen mutkan olemassaolo. Käytettävissä olevilla laskentamenetelmillä voitiin osoittaa, että yhdistämällä kiertopiirin kuuman ja kylmän haaran mutkat suhteellisen pienikokoisella putkistolla pienenee vesilukkoilmion aiheuttama pinnanlasku reaktorissa tasolle, jolla siitä ei ole vaaraa reaktorin jäähdytykselle. Vesi-



lukkoyhdysputkistot asennettiin kolmeen kierto-  
piiriin kummallakin Loviisan laitospuolella.

Vesilukkoyhdysputkistoissa ja niissä olevista  
venttiileistä on löydetty säröjä, joista kaksi on  
edennyt suojarakennukseen tulevaan pieneen  
vuotoon saakka (STUK-B-YTO 162, 1997 ja  
STUK-B-YTO 199, 2000). Putkistojen ja niiden  
venttiilien muodostaman vuotoriskin ja tarvitta-  
van kunnonvalvonnan aiheuttaman työmäärän  
johdosta voimayhtiö selvitti vesilukkoyhdysput-  
kistojen tarpeellisuuden nykytietämyksen valos-  
sa. Putkistojen 80-luvulla tapahtuneen asentami-  
sen jälkeen on reaktorin primääripiiriin vesilukko-  
ilmiötä tutkittu varsin laajasti erilaisissa koelait-  
teistoissa. Samanaikaisesti ilmiön analysointiin  
käytettävät menetelmät ovat kehittyneet ja nii-  
den käyttökelpoisuus ja luotettavuus parantuneet.  
Voimayhtiön tekemien selvitysten mukaan vesi-  
lukkoyhdysputkistolla on vain vähäinen vaikutus  
vesilukkoilmiöön, joka pahimmillaankin on paljon  
lievempi kuin putkistoja aikanaan suunniteltaes-  
sa arvioitiin.

STUK käsitteli ja hyväksyi voimayhtiön esittä-  
mät perusteluaineistot yhdysputkistojen poista-  
miseksi, tarkasti putkistojen ja niissä olevien lait-  
teiden poistamiseksi tehdyt suunnitelmat ja val-  
voi Loviisa 1:llä tehtyä työtä. Loviisa 2:lla vastaa-  
vat muutokset tehdään vuosihuoltoseisokissa  
2002.

### **Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta**

Loviisa 1:llä vaihdettiin vuosihuoltoseisokissa  
2000 kaksi matalapaineisen hätäjähdytysjärjes-  
telmän pumppua uusiin pumppuihin sekä tehtiin  
tarvittavat putkistomuutokset.

Matalapaineista hätäjähdytysjärjestelmää  
käytetään vain onnettomuustilanteissa reaktorin  
jäähdyttämiseen. Järjestelmä on jaettu kahteen  
rinnakkaiseen toisistaan riippumattomaan osaan,  
joista kummassakin on kaksi rinnakkaista pump-  
pua (yhteensä neljä pumppua). Kumman tahansa  
yksittäisen osajärjestelmän toiminta onnetto-  
muustilanteessa riittää jäähdytystehtävän hoita-  
miseen. Pumppujen vaihto tehtiin nyt vain toises-  
sa osajärjestelmässä.

Pumppujen vaihto oli osoittautunut tarpeelli-  
siksi vanhoissa pumppuissa esiintyneiden raken-  
teellisten heikkouksien vuoksi. Vaihdon yhteydes-

sä voitiin myös aiempaa paremmin pienentää put-  
kistoista pumpuille koituvia mekaanisia rasituk-  
sia. Uusi pumpputyyppejä on lisäksi alkuperäistä  
tehokkaampi, joten myös matalapaineisen hätä-  
jäähdytysjärjestelmän toimintakyky parani muu-  
toksen myötä. STUK tarkasti ja hyväksyi muutos-  
työhön liittyneet suunnitelmat ja valvoi pumppu-  
jen koekäyttöä. Loviisa 1:n toiseen osajärjestel-  
mään ja Loviisa 2:n molempiin osajärjestelmiin  
uudet pumput on suunniteltu asennettavan vuon-  
na 2002.

### **Höyrytintilan korkeiden lämpötilojen johdosta tehdyt toimenpiteet**

Loviisan laitospuolella höyrytintiloissa tehty-  
jen lämpötilakartoitusten perusteella on todettu,  
että tiloissa sijaitsevat sähkö- ja automaatiolait-  
teet ja -kaapelit ovat viime vuosina laitospuolel-  
la käynnin aikana joutuneet suunniteltua voi-  
makkaamman lämpörasituksen kohteeksi (STUK-  
B-YTO 188, 1999). Korkea lämpötila ja myös kor-  
keat säteilytasot kiihdyttävät kaapelien ja laittei-  
den vanhenemista.

Kaapelien odotettua nopeampi vanheneminen  
johti laajamittaisiin kaapelien tarkastuksiin ja  
vaihtoihin molemmilla Loviisan laitospuoleilla  
vuoden 1999 vuosihuoltoseisokeissa. Vuoden 2000  
vuosihuoltoseisokeissa jatkettiin höyrytintiloissa  
sähkö- ja automaatiokaapelien toimintakyvyn var-  
mistamiseksi ja lämpötilojen alentamiseksi täht-  
täviä toimenpiteitä. Lämpötilakartoitusta jatket-  
tiin parannusta vaativien kohteiden paikallista-  
miseksi. Sähkö- ja automaatiokaapeleita tarkas-  
tettiin sekä visuaalisesti että kaapelinäytetutki-  
musten avulla. Kaapelointia uusittiin ja kaapelien  
asennuksia parannettiin. Höyrytintilojen valai-  
simia ja niiden kaapelointia uusittiin. Putkistojen  
ja muiden kuumien rakenteiden vanhentuneita  
lämpöeristeitä uusittiin ja lämpötilakartoituksen  
perusteella asennettiin lisäeristeitä, jotta kuumat  
rakenteet lämmittäisivät aikaisempaa vähemmän  
ympäröiviä tiloja. Höyrytintilojen käynninai-  
kaisia lämpötiloja pyrittiin laskemaan lisäämällä il-  
mastointijärjestelmien tehokkuutta.

Toimenpiteet ovat antaneet lisävarmuutta  
mahdollisissa onnettomuusolosuhteissa tarvitta-  
vien sähkö- ja automaatiolaitteiden ja -kaapelien  
toimintakyvyn säilymisestä. Voimayhtiö on myös  
uudistanut höyrytintilojen sähkö- ja automaatio-

laitteiden kunnonvalvontaohjelman, jonka avulla laitteiden toimintakunto varmistetaan pitkällä tähtäimellä. Höyrystintiloissa tehtäviä parannustoimenpiteitä jatketaan vielä tulevissakin vuosihuoltoseisokeissa.

STUK tarkasti ja hyväksyi höyrystintilojen korkeiden lämpötilojen johdosta tehdyt parannustoimenpiteet. Lisäksi STUK valvoi parannushankkeiden toteutusta vuosihuoltoseisokeissa 2000.

### **Hätäjäähdytyspumppujen lämpökestoisuuden parantaminen Loviisan laitoksella**

Loviisan voimalaitoksen modernisointi- ja tehonkorotusprojektin yhteydessä tehdyt turvallisuusanalyysit osoittivat, että suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän pumppujen sähkömoottorien lämpötilakestoisuutta oli lisättävä. Myös moottorien toimintakykyä mahdollisen pitkäaikaisen alijännitteen aikana tuli parantaa. Pumppujen tehtävänä on ruiskuttaa vettä suojarakennukseen mahdollisen suuren jäähdytteenmenetyssonnettomuuden yhteydessä.

Analyysien tulokset johtivat siihen, että voimayhtiö päätti modernisoida molemmilla laitosyksiköillä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän pumppujen sähkömoottorit. Modernisointi toteutettiin käämimällä vanhat sähkömoottorit sekä niiden varamoottori uudelleen. Parannustoimenpiteiden jälkeen moottorit täyttävät asetetut vaatimmat käyttö- ja ympäristöolosuhdevaatiukset. Moottorien uudelleenkäynnin aloitettiin vuonna 1999 ja ne saatiin päätökseen vuoden 2000 alussa, jolloin Loviisa 1:llä otettiin käyttöön viimeinen uudelleenkäynnin pumppumoottori.

STUK on tarkastanut ja hyväksynyt moottorien uusintaan liittyvät asiakirjat ja seurannut moottorien asennuksia ja koekäyttöä.

#### **4.1.7 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit**

##### *Tulvariskianalyysi*

STUKissa on tarkastettu Loviisan voimalaitoksen tulvariskianalyysin vuonna 1998 päivitetty versio. Edellinen vuodelta 1994 oleva tulvariskianalyysiraportti tarkastettiin STUKissa 1997. Tulvariski-

analyysissä käsitellään laitoksen sisäisiä tehoajon aikaisia tulvatapahtumia, jotka voivat aiheutua esimerkiksi säiliöiden tai putkistojen murtumisista tai laitteiden virhetoiminnoista. Tehoajon aikainen tulvariskiarvio on noin 5 %:a laitoksen arvioidusta sydänvauriotaajuudesta.

Seisokkitilojen aikaiset laitoksen sisäiset tulvatapahtumat käsitellään seisokkiriskianalyysissä ja ulkoisista tapahtumista aiheutuvat tulvat sääriskianalyysissä. Eräillä tulvatapahtumilla on vaikutusta myös viereisellä laitosyksiköllä. Loviisa 1:n analyysissä otetaan huomioon myös tällaiset Loviisa 2:n tulvatapahtumat.

Voimayhtiö on kartoittanut potentiaaliset tulvalähteet vertaamalla turvallisuudelle tärkeiden laitteiden ja järjestelmien sijaintia merkittäviä nestemääriä sisältävien järjestelmien sijaintiin ottamalla huomioon myös tulvimisreitit. Voimayhtiö päätyi laitospaikalla tapahtuneen tarkastuksen jälkeen 1994 yhdeksään tulva-alkutapahtumaryhmään. Tulvan aiheuttajina ovat esim. putkien tai säiliöiden murtumiset, pumppujen virheelliset käynnistymiset tai venttiilien virheelliset asennot. Tulvatapahtumista aiheutuvaan riskiin vaikuttaa voimakkaasti tulvalähteiden sijainti ja toisaalta turvallisuuden kannalta tärkeiden, erityisesti reaktorin jälkilämmönpoistoon tarvittavien laitteiden erottelu ja sijoittelu.

STUKin vuonna 1997 tekemän tulvariskianalyysin tarkastuksen tavoitteena oli varmistaa, että kaikki potentiaaliset tulvalähteet ja -reitit oli tunnistettu ja että tulvien vaikutus laitoksen turvallisuusjärjestelmien toimintaan oli arvioitu asianmukaisesti. Lisäksi arvioitiin tulvariskien pienentämiseksi suunniteltujen laitosmuutosten kohteita ja riittävyttä. STUKin uusi tulvariskianalyysin 1998 versiosta koskeva tarkastus täydensi vuonna 1997 tehtyä tarkastusta, sillä voimayhtiö oli tehnyt on runsaasti muutoksia vuoden 1994 versioon. Analyysiin oli mm. lisätty yksi uusi tulva-alkutapahtuma, syöttövesisäiliötason tulva ja tehtyjen laitosmuutosten vaikutukset oli otettu huomioon.

#### **4.1.8 Säteilysuojellisuus**

Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2000 alittivat vuosiansosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten sätei-

lyannosten jakaumat vuonna 2000 on esitetään taulukossa II. Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 18,4 mSv. Annos oli kertynyt työskentelystä sekä Loviisa 1:n että 2:n vuosihuolloissa. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 16,5 mSv ja Loviisa 2:n seisokissa 7,9 mSv. Säteilyannos ei saa myöskään ylittää 100 mSv annosrajaa minkään viiden vuoden ajanjakson aikana. Viisivuotisjaksolla 1996–2000 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos on 93,2 mSv.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos vuonna 2000 oli Loviisan molemmilla laitostyksiköillä yhteensä 2,26 manSv. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 16. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 1,67 manSv ja Loviisa 2:lla 0,47 manSv. Kuvassa 17 esitetään Loviisan laitostyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset. Vuoden 2000 edellisvuosia suurempi kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä johtui suunnitellusta, tavanomaista suuremmasta työmäärästä ja ennakoimattomista töistä sekä pidentyneestä vuosihuollosta. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Loviisan yhdelle laitostyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 1,22 manSv. Vuonna 1999 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,80 manSv ja Loviisa 2:lla 0,56 manSv. Siten Loviisa 1:llä tämä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona määritelty ohjearvo ylittyi 0,04 manSv:llä. Tällaisessa tapauksessa voimayhtiön esittää STUKille ylitykseen johtaneet syyt sekä mahdollisesti tarpeelliset toimenpiteet säteilyturvallisuuden parantamiseksi.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2000 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat 0,03 % asetetuista rajoista. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja biologisen suojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Radioaktiiviset jodipäästöt olivat alle havaitsemisrajan. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 11 TBq on noin 7 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nukli-

**Taulukko II.** Loviisan ja Olkiluodon laitostyksiköiden työntekijöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2000.

Annosväli (mSv)	Henkilöiden lukumäärät annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	yhdistelmä*
alle 0,5	245	394	577
0,5–1	113	228	325
1–2	124	224	325
2–3	83	121	192
3–4	52	58	104
4–5	28	42	70
5–6	29	26	55
6–7	22	7	33
7–8	24	12	45
8–9	18	4	33
9–10	14	6	29
10–11	8	4	16
11–12	10	3	17
12–13	3	1	7
13–14	8	–	11
14–15	6	1	9
15–16	2	–	4
16–17	6	–	6
17–18	4	–	5
18–19	2	–	2
19–20	–	–	–
20–25	–	–	–
yli 25	–	–	–

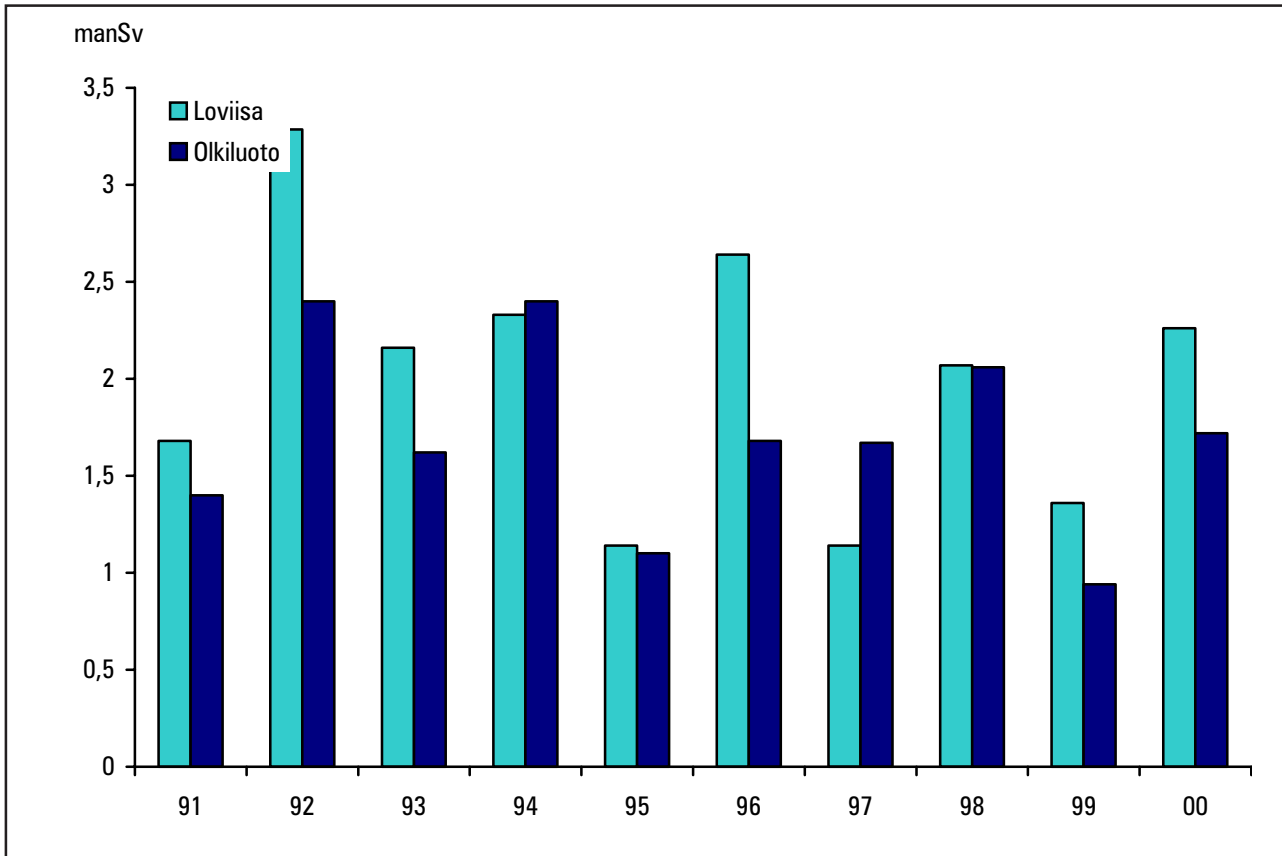
\* Tähän sarakkeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

dien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,1 GBq, mikä on noin 0,01 % päästörajasta. Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt esitetään taulukossa III.

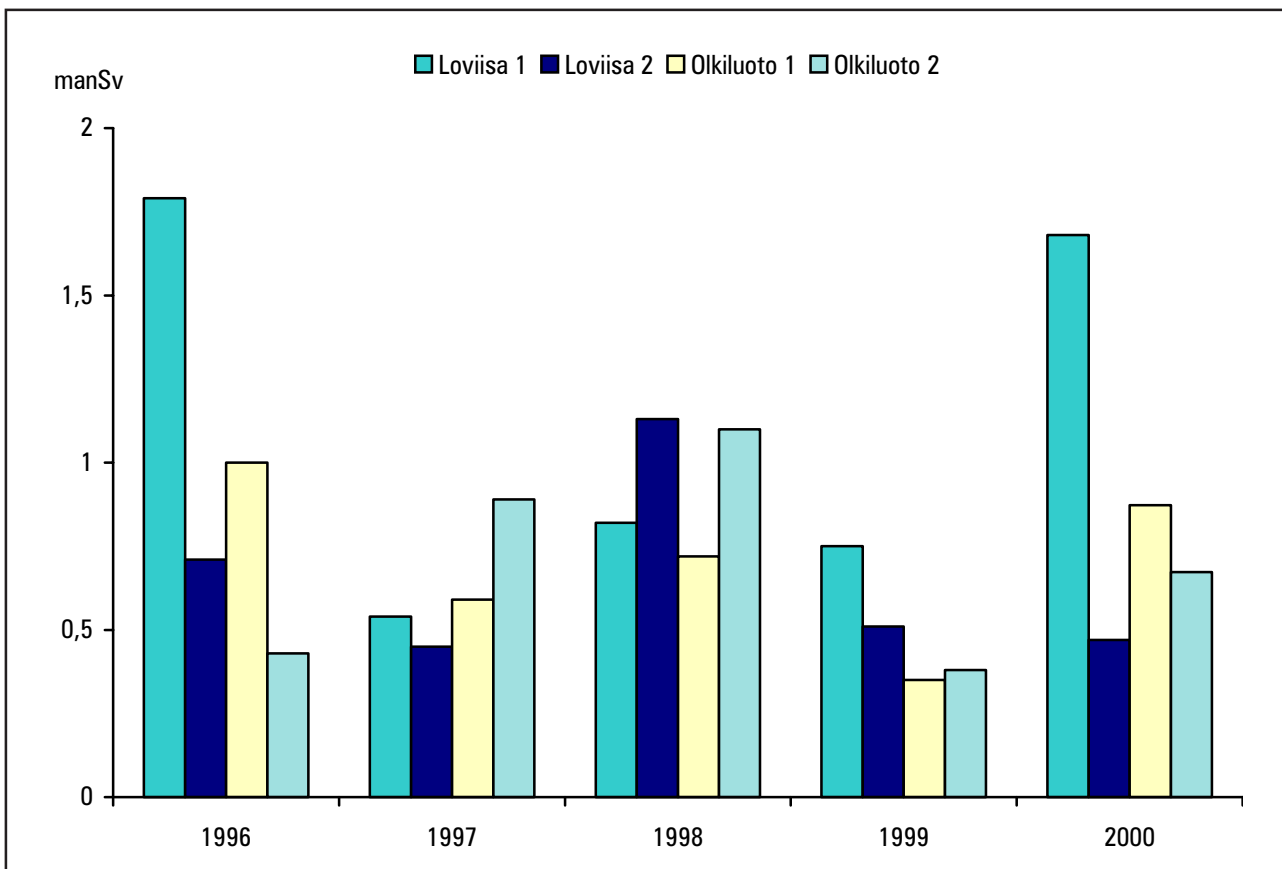
Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 µSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 % asetetusta rajasta. Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 18.

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määritykset, jotka tehdään väestön säteilyal-





**Kuva 16.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.



**Kuva 17.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden säteilyannokset.

**Taulukko III.** Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ja Olkiluodon laitoksilta vuonna 2000.

Päästöt ilmaan nuklidiryhmittäin (Bq) a)					
Laitospaikka	Jalokaasut (krypton 87 -ekviva- lenteina)	Jodit (jodi 131 -ekviva- lenteina)	Hiukkas- maiset aineet	Tritium	Hiili 14
<b>Loviisa</b>					
Vuonna 2000	$5,4 \cdot 10^{12}$	$5,7 \cdot 10^3$	$6,2 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^{11}$	$2,8 \cdot 10^{11}$
<b>Olkiluoto</b>					
Vuonna 2000	$3,0 \cdot 10^{11}$	$7,9 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^{11}$	b)
<b>Vuosipäästörajat</b>					
Loviisa	$2,2 \cdot 10^{16}$ c)	$2,2 \cdot 10^{11}$ c)			
Olkiluoto	$1,8 \cdot 10^{16}$	$1,1 \cdot 10^{11}$			
Päästöt veteen nuklidiryhmittäin (Bq) a)					
Laitospaikka	Tritium	Muut nuklidit			
<b>Loviisa</b>					
Vuonna 2000	$1,1 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^8$			
<b>Olkiluoto</b>					
Vuonna 2000	$1,0 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^9$			
<b>Vuosipäästörajat</b>					
Loviisa	$1,5 \cdot 10^{14}$	$8,9 \cdot 10^{11}$ c)			
Olkiluoto	$1,8 \cdot 10^{13}$	$3,0 \cdot 10^{11}$			
a) Radioaktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq): 1 Bq = 1 ydinmuutos sekunnissa.					
b) Kokeelliseen tutkimukseen perustuva hiili 14 -päästöarvio Olkiluodossa oli vuonna 2000 $7,6 \cdot 10^{11}$ Bq.					
c) Lukuarvo ilmoittaa laitosaluetta koskevan nuklidiryhmäkohtaisen päästörajan olettaen, että muita päästöjä ei tapahtuisi. Kokonaispäästöraja lasketaan siten, että eri ryhmien päästörajoosuuksien summa on enintään 1.					

tistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 324 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdessä ilmanäytteessä, kuudessa laskeumanäytteissä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, 11 vesikasvinäytteessä, seitsemässä sedimentoituvan aineksen näytteessä ja viidessä merivesinäytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa paitsi ilmassa. Havaintoja oli yhteensä 25. Seuraavaksi yleisimpiä olivat mangaanin ja hopean radioaktiiviset isotoopit (hopea 110m 16 havaintoa) ja (mangaani 54 12 havaintoa). Muutamissa vesiympäristön näytteissä esiintyi lisäksi seuraavia radioaktiivisia aineita

(suluissa havaintojen lukumäärä): tritium (5) kromi 51 (1), koboltti 58 (7), strontium 89 (1), zirkonium 95 (1), niobium 95 (2), telluuri 123m (3) ja antimoni 124 (5).

Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös Tshernobylin onnettomuudesta ja ydinasekoekiden laskeumasta peräisin olevia radioaktiivisia strontium-, cesium- ja plutoniumisotoppeja (strontium 90, cesium 134 ja 137, plutonium 238, 239 ja 240). Lisäksi näytteissä esiintyy luonnon radioaktiivisia aineita (mm. beryllium 7, kalium 40 sekä uraani ja torium hajoamistuotteineen), joiden pitoisuudet ko. näytteissä ovat yleensä suurempia kuin voimalaitokselta tai laskeumasta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on ydinvoimalaitosten ympäristöön sijoitettu annosmittareita noin kahteenkymmeneen pisteeseen 1–10 km etäisyydelle laitoksista sekä 25 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Valvontaa täydennetään annosnopeuden tarkistusmittauksilla sekä spektrometrillä mittauksilla. Loviisan laitoksen ympäristössä tehtiin 12 tällaista ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

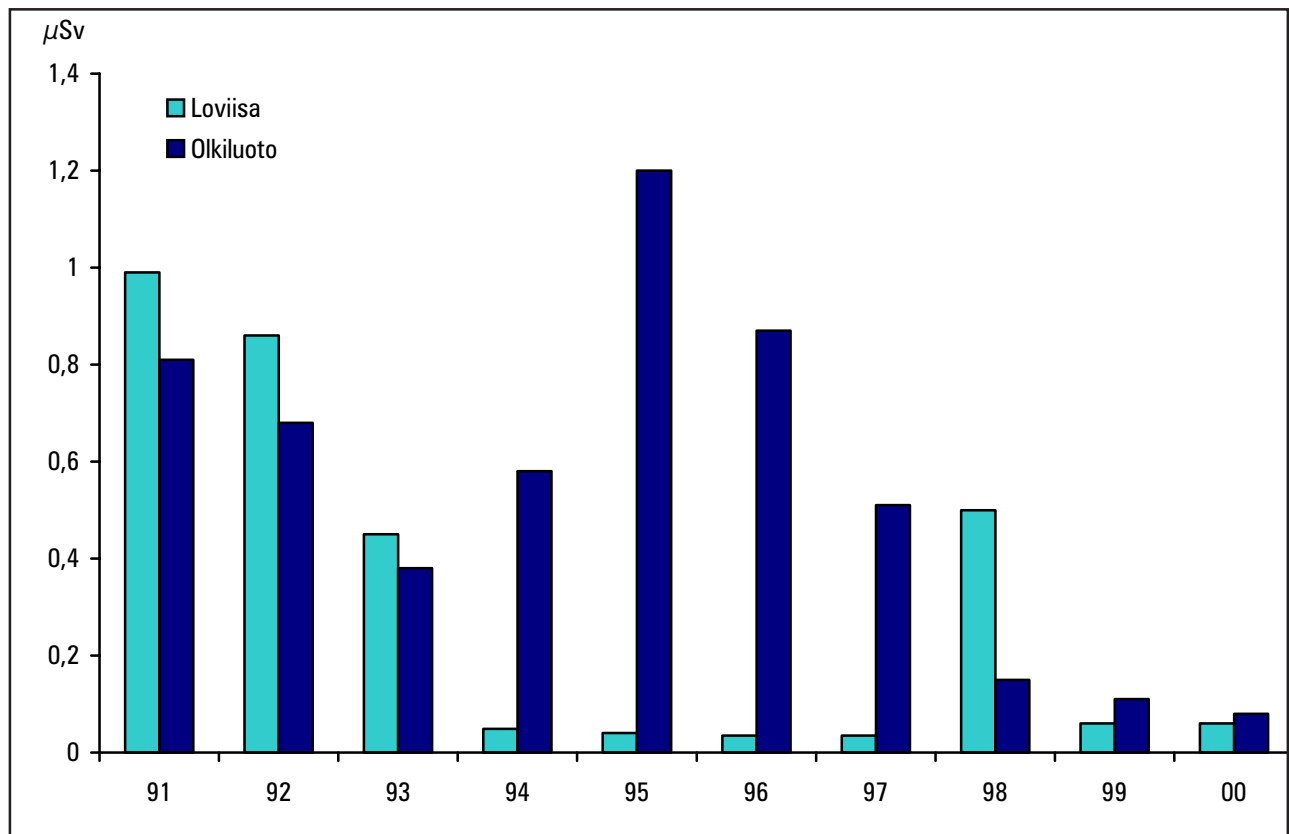
## 4.2 Olkiluodon voimalaitos

### 4.2.1 Käyttö

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat laitokset toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 95,7 % ja Olkiluoto 2:n 95,5 %. Kummankin laitoksen vuosihuoltoseisokin pituus oli 14 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan kohdassa 4.2.2. Vuosihuoltoseisokkien aikaista säteilyturvallisuutta kuvataan kohdassa 4.2.8.

Laitosyksiköillä ei ollut reaktorin pikasulkuja eikä vuosihuoltojen lisäksi muitakaan katkoksia sähköntuotannossa. Reaktoreiden tehoa rajoitettiin sähkönkysynnän seurauksena. Tehonrajoitukset ajoittuivat juhannukseen ja niistä aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Olkiluoto 1:llä 0,2 % ja Olkiluoto 2:lla 0,3 %. Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Olkiluoto 1:llä 0,1 % ja Olkiluoto 2:lla 0,04 %.

Olkiluodon laitosyksiköillä ei vuonna 2000 esiintynyt ongelmia tietokoneohjelmien kannalta kriittisinä päivinä eli 29.2.2000 ja 1.3.2000. Vuodenvaihteen 2000–2001 jälkeisenä työpäivänä eräs hallinnollisessa sovelluksessa oleva tietokone ei käynnistynyt. Syyksi ilmeni se, että tietokone ei käynnistysvaiheessa tunnistanut vuotta 2001. Sama virhe oli muissakin samaa tyyppiä olevissa tietokoneissa. Kyseistä tietokonetyyppiä käytetään Olkiluodon laitosyksiköiden prosessitietokonejärjestelmien eräissä osissa, mutta ongelma ei tullut niissä esille, koska prosessitietokoneet ovat jatkuvasti päällä. Virhe korjattiin ja tietokoneiden toiminta testattiin. Muita ongelmia ei vuodenvaihteesta 2000–2001 ollut. Vuodenvaihteesta 1999–2000 raportoitiin eräitä vähäisiä on-



**Kuva 18.** Altistuneimman väestönosan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristössä.

gelmia, joista merkittävin oli säteilyannosten reaaliaikaisen valvontajärjestelmän lukulaitteiden jääminen paikalliskäytölle. Tämä vaikeutti työntekijöiden henkilökohtaisten annosvalvontalaitteiden käyttöä. STUK oli edellyttänyt voimayhtiötä varautumaan kyseisistä päivämääristä mahdollisesti aiheutuviin tietokoneongelmiin ja raportoi- maan poikkeamista tietokoneiden toiminnassa.

Kuvassa 10 esitetään laitossyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2000. Energiakäyttökerronien ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 11 ja 12.

#### 4.2.2 Vuosihuoltoseisokit

Olkiluoto 1:n polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokki oli 21.5.–4.6.2000 ja Olkiluoto 2:n 7.–21.5.2000.

Olkiluoto 1:llä odotettiin reaktorin pysäytyksen jälkeen 17 tuntia, ennen kuin reaktoriveden radioaktiivisuus oli laskenut riittävästi ja reaktori voitiin avata. Syynä reaktoriveden normaalia korkeampaan radioaktiivisten aineiden määrään oli kaksi reaktorissa ollutta vuotavaa polttoainenippua. Vuoden 1999 vuosihuoltoseisokin jälkeisessä laitossyksikön käynnistyksessä 25.6.1999 voimayhtiö oli todennut pienen vuodon polttoaineen suojakuoressa (STUK-B-YTO 193, 1999). Laitossyksikön käytönaikainen aktiivisuuden seuranta oli antanut myöhemmin viitteitä myös toisesta polttoainevuodosta. Ennen reaktorin pysäyttämistä tehdyllä kokeella vuoto paikannettiin kahteen polttoainenippuun. Nämä niput poistettiin reaktorista vuosihuoltoseisokissa. Muille reaktorissa olleille ja sinne edelleen jääneille polttoainenipuille tehtiin vuodonetsintä, jotta voitiin varmistua siitä, että reaktoriin ei jää vuotavaa polttoainetta. Polttoainevuodosta huolimatta reaktorin jäähdytysveden radioaktiivisen jodi-isotoopin (jodi 131) pitoisuus oli pysynyt koko edellisestä vuosihuollostosta alkaneen käyttöjakson ajan alle promillessa laitossyksikön turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetusta, reaktorin käyttörajoitusta merkitsevistä raja-arvosta. Polttoainevuotojen varalle laitossyksiköillä on sekä havaitsemisjärjestelmät että radioaktiivisten aineiden puhdistusjärjestelmät.

Vuosihuoltojen aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä.

Molemmilla Olkiluodon laitossyksiköillä tuli enakoimattomana lisätyönä korjattavaksi reaktori-paineastian sisäpuolella sijaitsevan hätäjäähdytysjärjestelmän putkiosuuksia. Näiden sisäpuolisten putkiosuuksien avulla jäähdytysvesi ohjataan onnettomuustilanteessa reaktorin sydämen yläpuoliseen tilaan. Molemmilla laitossyksiköillä oli vuosina 1998 ja 1999 tehdyissä tarkastuksissa havaittu putkissa säröjä (STUK-B-YTO 181, 1998 ja STUK-B-YTO 193, 1999). Vuonna 1999 särölliset putkilinjat oli poistettu ja tilalle asennettu uudet, lämpösuojilla varustetut putkisegmentit. Säröytymättömiin putkilinjoihin oli asennettu pelkät lämpösuojat. Nyt tehdyissä tarkastuksissa havaittiin osan uusista putkisegmenteistä ja lämpösuojista liikkuneen. Putkisegmentit ja lämpösuojat palautettiin seisokissa oikeaan asentoon ja niiden kiinnitystä parannettiin. Irtoesine- ja lämpöväsymisriskin vuoksi korjatut kohdat tarkastetaan edelleen vuosittain.

STUK valvoi vuosihuoltoseisokkeja. Luvan Olkiluoto 2:n käynnistämiseen STUK antoi 18.5.2000, minkä jälkeen STUKin tarkastajat vielä samana päivänä totesivat laitossyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitossyksikön käynnistämisen. Käynnistys jouduttiin keskeyttämään kaksi kertaa. Käynnistyksen alkuvaiheessa tehdyssä tarkastuksessa todettiin reaktorin paineenalennukseen tarvittavan ulospuhallusjärjestelmän venttiilin vuotavan höyryä. Korjauksen jälkeen käynnistys aloitettiin uudelleen, mutta jouduttiin keskeyttämään, kun tehdyssä määräaikaiskokeessa saman järjestelmän toinen venttiili ei toiminut suunnitellusti. Vika korjattiin ja laitossyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 21.5.2000.

Luvan Olkiluoto 1:n käynnistämiseen STUK antoi 2.6.2000. Voimayhtiö aloitti laitossyksikön käynnistämisen, kun STUKin tarkastajat olivat todenneet laitossyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Laitossyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 4.6.2000. Täydellä teholla laitossyksikkö oli 7.6.2000.

#### 4.2.3 Merkittävät käyttötapahtumat

Olkiluodon laitossyksiköillä ei vuonna 2000 sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Seuraavassa esitetään kuvaukset laitossyksiköiden merkittävimmistä käyttötapahtumista ja niihin

liittyvistä STUKin valvontatoimenpiteistä. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät Suomen laitosyksiköillä esitetään kuvassa 13.

### **Varavoi- madieselien polttoaineen määrä varastosäiliössä alle turvallisuusteknisten käyttöehtojen rajan**

Olkiluoto 2:lla havaittiin 30.1.2000, että varavoi-  
madieselien polttoaineen määrä varastotankis-  
sa alitti turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa  
asetetun rajan 230 m<sup>3</sup>. Polttoainetta oli varasto-  
säiliössä noin kahden vuorokauden ajan 2 m<sup>3</sup> vä-  
hemmän, kuin mitä turvallisuusteknisissä käyttö-  
ehdoissa edellytetään. Polttoaineen määrän vähe-  
neminen johtui dieselgeneraattorille tehdystä koe-  
ajosta.

Varastotankin polttoaineen määrä tarkistetaan  
ja kirjataan jokaisessa käyttövuorossa. Perjantai-  
na 28.1. aamuvuorossa oli polttoaineen määräksi  
kirjattu 230 m<sup>3</sup> ja iltavuorossa 228 m<sup>3</sup>. Aamuvuo-  
rossa ei havaittu, että määrä oli juuri turvalli-  
suusteknisten käyttöehtojen rajalla eikä iltavuo-  
rossa havaittu, että raja oli alitettu. Myös seura-  
avissa neljässä vuorossa sama määrä (228 m<sup>3</sup>)  
kirjattiin ylös eikä rajan alittumista havaittu.  
Sunnuntaiaamuna 30.1. tehdyssä viikkoluennas-  
sa huomattiin, että varastotankin polttoaineen  
määrä oli laskenut viikon aikana 242 m<sup>3</sup>:stä 228  
m<sup>3</sup>:iin ja alitti turvallisuusteknisissä käyttöeh-  
doissa asetetun rajan.

Kummallakin laitosyksiköllä on neljä dieselge-  
neraattoria, jotka tuottavat laitosyksiköille vara-  
voimasähköä sähkönmenetystilanteissa. Tässä ta-  
pauksessa laitosyksikkö kävi normaalisti täydellä  
teholla eikä dieselgeneraattoreiden käyttötarvet-  
ta ollut. Varastosäiliön 230 m<sup>3</sup> riittää dieselgene-  
raattoreiden seitsemän vuorokauden kulutuk-  
seen, mitä on käytetty kriteerinä laitoksen suun-  
nittelussa. Varastosäiliön lisäksi dieselgeneraat-  
toreilla on omat päiväsäiliönsä, joissa kussakin oli  
noin 4 m<sup>3</sup> polttoainetta, joten polttoaineen koko-  
naismäärä olisi riittänyt seitsemän vuorokauden  
kulutukseen.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumasta STUKille  
31.1.2000 toimittamassaan vuorokausiraportissa  
ja toimitti myöhemmin STUKille raportin tapah-  
tumasta ja sen johdosta suunnitelluista toimenpi-  
teistä vastaavan tapahtuman toistumisen estämi-

seksi. Turvallisuuden kannalta merkittävintä oli-  
vat puutteet raja-arvojen valvonnassa. Turvalli-  
suusteknisissä käyttöehdoissa asetetun rajan alit-  
tuminen jäi useita kertoja havaitsematta. Syynä  
tähän oli se, että mittauksen perusteella kirjattua  
arvoa ei verrattu asetettuun raja-arvoon. Raja-  
arvon havaitsematta jäämiseen on osaltaan vai-  
kuttanut se, että dieselien polttoaineen määrän  
valvontaan käytetään vielä paperisia kiertoiltoja  
eikä raja-arvojen alitusten tai ylitysten valvontaa  
ole automatisoitu. Tapahtuman johdosta mittarei-  
hin merkittiin raja-arvot. Lisäksi voimayhtiö sel-  
vittää valvonnan modernisointia. Tapahtuma lu-  
okiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Viemäri- vesien keruusäiliön rikkoutuminen Olkiluodossa**

Olkiluodon voimalaitoksen laitosalueella sijaitse-  
van keskiaktiivisten jätteen eli ns. KAJ-varas-  
ton viemäri-  
vesien keruusäiliön todettiin vuotavan  
17.1.2000. Vuoto havaittiin kerran vuodessa teh-  
tävässä säiliön tyhjennyksessä. Tyhjennyksessä  
vesi imetään säiliöstä kuljetussäiliöön ja viedään  
laitoksen vesien käsittelyyn.

KAJ-varastoa käytetään radioaktiivisten jät-  
teiden ja komponenttien käsittelyyn sekä tilapäis-  
varastointiin. Rikkoutunut 3 m<sup>3</sup> lasikuitusäiliö si-  
jaitsi varaston lattian alla noin 1,5 metrin syvyys-  
dessä. Säiliöön tuli saniteettivesiä varastoraken-  
nuksen käsienpesualtaista ja lattioiden puhdis-  
tusvesiä.

Säiliö kaivettiin ylös ja sitä ympäröivän maa-  
aineksen radioaktiivisuus mitattiin. Säiliön välit-  
tömässä läheisyydessä noin 5 m<sup>3</sup> hiekkaa oli lie-  
västi radioaktiivista. Alueen ympäristöstä otetuis-  
sa porausnäytteissä ei havaittu luonnon taustaa  
ylittävää radioaktiivisuutta.

Kontaminoitunut maa-aines sijoitettiin tynny-  
reihin ja käsiteltiin radioaktiivisen jätteen edel-  
lyttämällä tavalla viranomaisohjeiden mukaises-  
ti. Poistetun säiliön tilalle on suunniteltu raken-  
nettavaksi uusi keruusäiliö. Sen valmistumiseen  
asti käytetään siirrettävää säiliötä.

Voimayhtiö toimitti STUKille selvityksen ta-  
pahtumasta. Tapahtuneella ei ollut työntekijöiden  
tai ympäristön asukkaiden säteilyturvallisuuden  
kannalta merkitystä. Tapahtuma luokiteltiin  
INES-asteikolla luokkaan 0.

## **Neutronivuon valvontajärjestelmän elektroniikkakorttien liittimien asennusvirheet Olkiluodon laitospäiväkirjoilla**

Olkiluoto 1:llä todettiin vuonna 1999 kaksi aiheutonta reaktorin yhden pikasulkuehdon laukeamista. Kumpikin laukeaminen tapahtui neutronivuon valvontajärjestelmän määräaikauskokeessa. Koska kokeet kohdistuivat kerrallaan vain yhteen järjestelmän neljästä kanavasta, ei reaktorin pikasulkua tapahtunut. Syynä laukeamisiin olivat elektroniikkakorttien runkoliittimien asennusvirheet.

Reaktorin neutronivuon valvontajärjestelmä uusittiin Olkiluoto 1:llä vuonna 1997 ja Olkiluoto 2:lla vuonna 1998. Ohjelmoitavalla tekniikalla toteutettu järjestelmä laukaisee pikasulkuehdon neutronitehon ylittäessä tietyn rajan. Järjestelmän kaikissa neljässä kanavassa on perinteisellä, kiinteästi langoitetulla tekniikalla toteutettu elektroniikkakortti, joka varmentaa ohjelmallisesti toteutettujen suojausrajojen toimintaa. Korttien takana olevien runkoliittimien kokoonpanossa on todettu käytetyn tyyppiltään sopimatonta liittinhylsyä. Lisäksi asennusmenetelmä on ollut virheellinen ja asennuksessa oli käytetty liian paksuja johtimia. Virheelliset asennukset aiheuttivat koestuksessa kontaktihäiriön ja edelleen pikasulkuehdon laukeamisen, kun koestuslaitteen liittintä irrotettiin elektroniikkakortista. Ongelma todettiin määräaikauskokeissa, joita tehtiin sen jälkeen, kun runkoliittimiin työnnettävät kortit oli vuonna 1999 vaihdettu suojaustoiminoiltaan parannettuihin korttityyppeihin.

Asennukset korjattiin molemmilla laitospäiväkirjoilla vuoden 2000 vuosihuoltoseisokeissa. Lisäksi voimayhtiö tarkasti vuosihuoltoseisokeissa muut neutronivuon valvontajärjestelmän liittokset ja totesi niiden olevan kunnossa.

STUK tarkasti korjaussuunnitelman, korjaustyön ja tarkastusten tulosaineistot. STUK edellytti voimayhtiöltä yksityiskohtaista raporttia tapahtumasta ja asennusvirheiden syiden selvittämisestä. Tapahtuma on luokiteltu INES-asteikolla luokkaan 0.

## **Poistokaasujen suodatusjärjestelmän lämmittimen erottaminen ennakkohuoltoon turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti Olkiluoto 1:llä**

Olkiluoto 1:llä erotettiin 26.7.2000 poistokaasujen suodatusjärjestelmän lämmitin ennakkohuoltoon varten tehoajon aikana, mikä on vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja. Käyttöehtojen mukaan lämmitin voi olla vian takia käyttökunnottomana kolme vuorokautta, mutta huoltojen vuoksi käytöstä pois ottaminen ei ole sallittua. Lämmitin oli erotettuna noin kolme tuntia lämmitysvastusten lämpötilavahtien kalibroimiseksi.

Lämmitin sijaitsee poistokaasujen suodatusjärjestelmän apuilmastointiosassa, jota tarvitaan reaktorirakennuksen hätäilmastoinnissa. Apuilmastointiosassa on neljä rinnakkaista suodatinryhmää ja neljä puhallinta. Suodatinryhmät koostuvat pisaranerottimesta, lämmittimestä ja partikkeli- ja aktiivihiilisuodattimista, joilla erotetaan mekaaniset epäpuhtaudet, jodi ja metyylijo-didi. Suodatinryhmään tuleva ilma lämmitetään, koska kosteus heikentää partikkelisuodattimien mekaanista kestävyyttä ja alentaa aktiivihiilisuodattimien erotuskykyä.

Voimayhtiön ja STUKin tekemissä selvityksissä on todettu, että vastaava turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen erotus oli tehty Olkiluoto 1:llä kaikille poistokaasujen suodatusjärjestelmän lämmittimille vuonna 1999. Myös aiemmin on toteutettu lyhytaikaisia erotuksia lämmitysvastusten eristysvastusten mittaamiseksi ja ylilämpösuojien kalibroimiseksi. Turvallisuusmerkitykseltään erotukset ovat olleet vähäisiä. Viimeisin tapahtuma on luokiteltu INES-asteikolla luokkaan 0.

Voimayhtiö ilmoitti lämmittimelle tehdystä ennakkohuollosta STUKille vuorokausiraportissa 27.7.2000. STUKin paikallistarkastaja selvitti asiaa laitospaikalla, ja voimayhtiö käynnisti selvitystyön näiden toistuvien turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeamisen johdosta. Selvitys osoitti, että syynä tapahtumaan olivat sekä muodostunut käytäntö että turvallisuusteknisten



käyttöehtojen tulkintavaikkeudet. Vastaavan tapahtuman estämiseksi voimayhtiö muuttaa käyttöehtoja ja ohjeistoja. Voimayhtiö kartoitti myös mahdolliset käyttöehtojen vastaiset ennakkohuoltomenettelyt muissa järjestelmissä. Kartoituksessa todettiin yhden ennakkohuoltotyön osalta muutostarpeita.

#### 4.2.4 Tapahtumien tutkinta

Olkiluodon laitoksella turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vastaisten tilanteiden lukumäärässä oli kasvua vuonna 1999 aikaisempiin vuosiin verrattuna. TTKE:n vastaisten laitostilanteiden taustalla olevia yhteisiä tekijöitä ja mahdollisia tapahtumiin johtaneita syitä selvitettiin tutkinnalla, joka kohdistettiin sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksiin. Tutkinnan tuloksia on selvitetty kohdassa 4.1.4.

Tutkinta kohdistettiin Olkiluodon laitostyösköillä myös inhimillisperäisiin yhteisvikoihin, joiden määrässä oli todettu kasvua aikaisempiin vuosiin verrattuna. Yhteisvialla tarkoitetaan samasta syystä aiheutunutta vikaa toistensa kanssa rinnakkaisissa osajärjestelmissä tai niiden laitteissa. Inhimillisinä virheinä pidettiin mm. suunnitteluvirheitä, vääriä työmenetelmiä ja virheellisiä asennuksia. Selvityksen tekemisessä käytettiin hyväksi Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vikatietokantaa.

Tutkinnan tavoitteena oli selvittää syitä lukumäärän kasvulle sekä arvioida voimayhtiöllä käytössä oleva yhteisvikojen analyysimenetelmä ja sitä, miten voimayhtiö on ottanut yhteisviat huomioon laitostyösköiden todennäköisyyspohjaisessa turvallisuusanalyysissä (PSA).

Yhteisvikojen merkitys laitoksen toiminnalle on ollut vähäinen, sillä yhdelläkään yhteisvioista ei ole arvioitu olevan merkitystä laitoksen toiminnalle. Järjestelmän toiminnan osalta kolmella vialla ei ollut mitään merkitystä, kolmen muun yhteisvian johdosta järjestelmän toiminta olisi ollut vajaa tai virheellinen (yleensä mittausviat) ja kolme vikaa aiheutti kahden tai useamman osajärjestelmän epäkäytettävyyden.

Tutkinnan tuloksena todettiin, että syyt yhteisvikojen kasvaneeseen määrään ovat käytännössä samoja kuin syyt TTKE:n vastaisten laitostilanteiden kasvamiseen (luku 4.1.4). Yhteisvikojen analysoinnin kannalta todettiin, että PSA:ssa

erityisen hankalaa on ihmisen toiminnasta johtuvien yhteisvikojen mallintaminen. Yhden laitoksen kokemukset eivät riitä luotettavan tietomäärän keräämiseen, vaan dataa on kerättävä maailmanlaajuisesti.

#### 4.2.5 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista

Olkiluodon laitostyösköillä oli seuraavat kaksi tilannetta, joissa laitostyöskö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa:

- Varavoimadieselien polttoaineen määrä varastosäiliössä
- Poistokaasujen suodatusjärjestelmän lämmitimen erottaminen ennakkohuoltoon Olkiluoto 1:llä

Kuvaukset tapahtumista on esitetty kohdassa 4.2.3.

Voimayhtiö on suunnitellut tai jo toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi, kuten kohdassa 4.2.3 selvitetään. Kuvassa 14 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät viime vuosilta.

Suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin STUKin myöntämien poikkeuslupien turvin. STUK antoi vuonna 2000 viisi tällaisia poikkeuslupaa Olkiluodon laitostyösköille; kaksi hakemusta hylättiin. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 15.

#### 4.2.6 Turvallisuutta varmistavat hankkeet

##### Vakaviin onnettomuuksiin varautuminen

Olkiluodon molemmilla laitostyösköillä on ollut viereillä useita vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautumista koskevia hankkeita (STUK-B-YTO 200, 2000). Vuonna 2000 toteutusvaiheeseen etenivät suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän suunnitellut muutokset. Muutoksen jälkeen ruiskutusveteen voidaan lisätä onnettomuuden aikana lipeää, jolla estetään radioaktiivisen jodin haihtuminen suojarakennuksen vesialtaista. Tällä tavalla pyritään varmistamaan, että radioaktiivista jodia ei karkaa esimerkiksi suojarakennuksen paineenalennuksen yhteydessä ympäristöön. Muutosta koskevat suunnitteluasiakirjat hyväk-

syttiin STUKissa vuoden 2001 alussa, minkä jälkeen voimayhtiö voi aloittaa järjestelmän muutostyöt.

### **Hiili 14- ja tritiumnäytteiden keräyslaitteistojen käyttöönnotto Olkiluodon laitosyksiköillä**

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kummankin laitosyksikön poistokaasupiipussa on otettu käyttöön jatkuvatoimiset hiili 14- ja tritiumnäytteiden keräyslaitteistot. Uusien keräyslaitteistojen avulla ilmaan tapahtuvien hiili 14- ja tritiumpäästöjen seuranta paranee.

Tritiumia eli vedyn raskainta isotooppia syntyy reaktorissa. Tritium on yleensä sitoutunut vesimolekyyliin. Myös hiili 14:ää eli hiilen radioaktiivista isotooppia syntyy reaktorisydämessä. Se puolestaan on sitoutunut pääasiassa hiilidioksidiin ja eräisiin hiilivetyihin. Vähäisiä määriä näitä beeta-aktiivisia isotooppeja voidaan havaita ilmapäästöissä.

Aikaisemmin hiili 14:n päästöt määritettiin Olkiluodon laitosyksiköillä erilliseen mittauskampanjaan perustuvalla laskennallisella menetelmällä. Laskennallisen menetelmän käyttö on mahdollista, koska hiili 14:n tuotto reaktorisydämessä on vakaata. Tritiumin päästömääritykset perustuivat säännöllisin välein tehtyyn näytteenottoon. Uusilla jatkuvatoimisilla näytteenottolaitteistoilla päästöjen määrittäminen perustuu ilmanäytteestä koko keräysjaksolta saatavaan informaatioon.

Uudella laitteistolla kerätään poistoilmaa laitosyksikön poistoilmapiipun näytteenottolinjasta. Näyte saadaan kierrättämällä analysoitavaa poistoilmaa jäädytettyä absorptioluosta sisältävien näytepullojen läpi. Hiili 14:n ja tritiumin päästöt määritetään näytteistä laboratoriossa.

STUK tarkasti laitteistoja ja niiden asennusta koskevat suunnitteluasiakirjat ja valvoi laitteistojen käyttöönottoa.

### **Olkiluodon laitosyksiköiden mittaustietokonejärjestelmien uusiminen**

Olkiluoto 1:n mittaustietokonejärjestelmä uusittiin vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa. Mittaustietokonejärjestelmä on laitteisto, jonka tehtävä-

nä on helpottaa käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan työtä laitosyksiköiden häiriötilanteiden tapahtumakulun seurannassa ja selvityksessä sekä mahdollistaa kerätyn tiedon analysointi.

Vanha järjestelmä on ollut normaalisti valmiustilassa ja käynnistynyt tietyistä hälytyssignaaleista keräämään tietoa laitosyksikön tärkeistä parametreista häiriötilanteiden aikana. Järjestelmää on käytetty myös taltioimaan laitosyksikön toimintaa erityistilanteissa kuten tärkeissä kokeissa. Järjestelmä on kerännyt tietoa yli 200 analogisesta ja 16 binäärisestä signaalista. Käytettävyyden ja ylläpidettävyyden parantamiseksi voimayhtiö päätti uusien järjestelmän tiedon keruu- ja käsittelylaitteiston.

Uudessa järjestelmässä mittaustiedot kerätään ohjelmoitavilla prosessoreilla, joiden näytteenottotaajuus on huomattavasti suurempi kuin vanhassa järjestelmässä. Lisäksi prosessorien tekniikka mahdollistaa mittauskanavien lukumäärän moninkertaistamisen. Prosessoreilta tieto siirretään erillisiin työasemiin. Ne keräävät tietoa jatkuvasti siten, että muistissa on koko ajan viikon tapahtumahistoria. Mittaustietojen tutkimista varten työasemilla on käytettävissä soveltuvia analysointiohjelmistoja.

Olkiluoto 2:n mittaustietokonejärjestelmä on tarkoitus uusien vuonna 2001.

Mittaustietokonejärjestelmällä on vain välillistä turvallisuusmerkitystä eikä muutosten ole todettu liittyvän suoraan turvallisuusjärjestelmiin, joten STUKin valvonta muodostuu lähinnä muutettua järjestelmää koskevan kuvauksen tarkastamisesta muutostyön jälkeen.

### **4.2.7 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit**

STUKissa tarkastettiin Olkiluodon laitosyksiköiden tulvariskianalyysi. Tehoajon aikainen tulvariskiarvio on noin 1 % laitoksen arvioidusta sydänvauriotaajuudesta.

Tulvariskianalyysissä käsitellään laitoksen sisäisiä tehoajon aikaisia tulvatapahtumia, jotka voivat aiheutua esimerkiksi säiliöiden tai putkistojen murtumisista tai laitteiden virhetoiminnoista. Seisokkitilojen aikaiset laitoksen sisäiset tulvatapahtumat käsitellään seisokkiriskianalyysissä ja ulkoisista tapahtumista aiheutuvat tulvat



sääriskianalyysissä.

Tulva-alkutapahtuman aiheuttamien järjestelmävikojen lisäksi tulvan leviäminen usean turvallisuudelle tärkeän osajärjestelmän alueelle on kriittinen tekijä tulvariskianalyysin luotettavuuden kannalta. Tärkeimpiä tällaisista turvallisuudelle tärkeistä tiloista Olkiluodon laitoksilla ovat apurakennusten pumpputilat, sillä reaktorin jälkilämmönpoistoon tarvittavia jäähdytysjärjestelmiä sijaitsee apurakennuksissa. Apurakennusten tulvatapahtumien osuus tulvariskiestimaatista on noin 84 %

Olkiluodon laitoksilla ei tulvariskianalyysin perusteella ole toistaiseksi tehty muutoksia, koska tulvariski on nykyiselläänkin voimayhtiön arvon mukaan pieni. STUKissa tehdyt arviot tukevat tätä käsitystä.

#### 4.2.8 Säteilyturvallisuus

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2000 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2000 on esitetään taulukossa II. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 14,9 mSv. Annos oli kertynyt työskentelystä sekä Olkiluoto 1:n että 2:n vuosihuolloissa. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 11,4 mSv ja Olkiluoto 2:n vuosihuollossa 11,9 mSv. Kenenkään henkilökohtainen säteilyannos ei ylittänyt 100 mSv annosrajaa viiden vuoden ajanjaksona.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyaltistus vuonna 2000 oli 1,72 manSv. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 16. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 0,87 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,67 manSv. Kuvassa 17 esitetään Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Vuonna 1999 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä

oli 0,49 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,45 manSv.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2000 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Ilmaan tapahtuneet jalokaasupäästöt olivat 0,002 % ja jodipäästöt 0,07 % asetetuista rajoista. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 1,0 TBq on noin 6 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 1,1 GBq, mikä on noin 0,4 % laitospaikkakohdasta päästörajasta. Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt esitetään taulukossa III.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,08 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 µSv). Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 18.

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määritykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 295 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa laskeumanäytteessä, yhdessä sadevesinäytteessä, yhdessä jäkälänäytteessä, kahdessa pohjaeläinnäytteessä, yhdessä merivesinäytteessä, 16 vesikasvinäytteessä ja 15 sedimentoituvan aineksen näytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa paitsi sadevedessä. Havaintoja oli yhteensä 37. Seuraavaksi yleisin oli mangaani 54, jota havaittiin vesikasveissa yhteensä yhdeksän kertaa. Kolmessa vesikasvinäytteessä esiintyi lisäksi koboltin toista radioaktiivisia isotooppia (koboltti 58). Yhdessä sade- ja yhdessä merivesinäytteessä oli kohonnut tritium-pitoisuus.

Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä tehtiin lisäksi 12 ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

**Taulukko IV.** *Vaihtoehdot uudeksi ydinvoimalaitokseksi.*

Laitos	Tyyppi	Sähköteho	Valmistaja
ABWR	BWR	1400 MW	General Electric, USA
BWR 90+	BWR	1500 MW	Westinghouse Atom, Ruotsi
SWR 1000	BWR	1000 MW	Framatome ANP, Ranska (suunnittelija entinen Siemens, Saksa)
AP1000/EP1000	PWR	1000 MW	Westinghouse Electric, USA
EPR	PWR	1500 MW	Framatome ANP, Ranska (suunnittelija entinen Nuclear Power International, joka oli Framatomen ja Siemensin yhteisyritys)
VVER 91/99	PWR	1000 MW	Atomstroyexport, Venäjä

### 4.3 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke

Teollisuuden Voima Oy jätti 15.11.2000 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseksi. Periaatepäätöstä haetaan ydinvoimalaitosyksikölle, joka voi olla joko kiehutusvesi- (BWR) tai painevesityyppinen (PWR) kevytvesireaktori. Sähköteholtaan laitosyksikkö tulisi olemaan laitostyyppistä riippuen 1000–1600 MW. Laitosyksikkö on tarkoitettu sijoittamaan joko Loviisaan tai Olkiluotoon. Teollisuuden Voima Oy on selvittänyt taulukossa IV mainittujen kuuden eri laitostyyppivaihtoehdon soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin sekä tekniseltä että taloudelliselta kannalta.

Kauppa- ja teollisuusministeriö pyysi periaatepäätöshakemuksesta STUKilta alustavan turvallisuusarvion. STUK oli varautunut alustavan turvallisuusarvion laatimiseen käymällä Teollisuuden Voima Oy:n ja laitostoimittajien kanssa keskusteluja markkinoilla olevista kevytvesireaktortyypeistä sekä siitä, mitkä edellytykset niillä on täyttää suomalaisten turvallisuusvaatimukset. Keskusteluissa täsmennettiin teknisesti eräitä säännöstyössä verrattain yleiseen muotoon kirjattuja vaatimuksia.

### 4.4 Muut ydinlaitokset

Sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoi Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan aivokasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja sen tutkimiseen.

STUKin valvonta kohdistuu mm. reaktorin laadunhallintaan, käyttöön, säteilysuojeluun, radioaktiivisten aineiden päästöihin, palontorjuntaan, valmius- ja turvajärjestelyihin sekä ydinmateriaalitoimintoihin. STUK hyväksyi VTT Kemiantekniikan esityksestä uusia ohjaajia FiR 1 -reaktorille maaliskuussa 2000. Reaktorin käytössä ei vuoden 2000 aikana havaittu merkittäviä ongelmia. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 2000 alittivat selvästi asetetut rajat.

FiR 1:n BNCT-säteilytysaseman suoritusarvot ovat tällä hetkellä hyvät. FiR 1 -reaktorin käyttöorganisaatio on kuitenkin vuonna 2000 aloittanut selvityksen tehonkorotuskokeesta suoritusarvojen parantamiseksi sekä toimittanut selvityksen tehonkorotuskokeen lupajärjestelyistä kauppa- ja teollisuusministeriölle. STUK on seurannut tehonkorotushanketta sekä käsitellyt eräitä siihen liittyviä turvallisuuskysymyksiä.

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 5.

## 5 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA

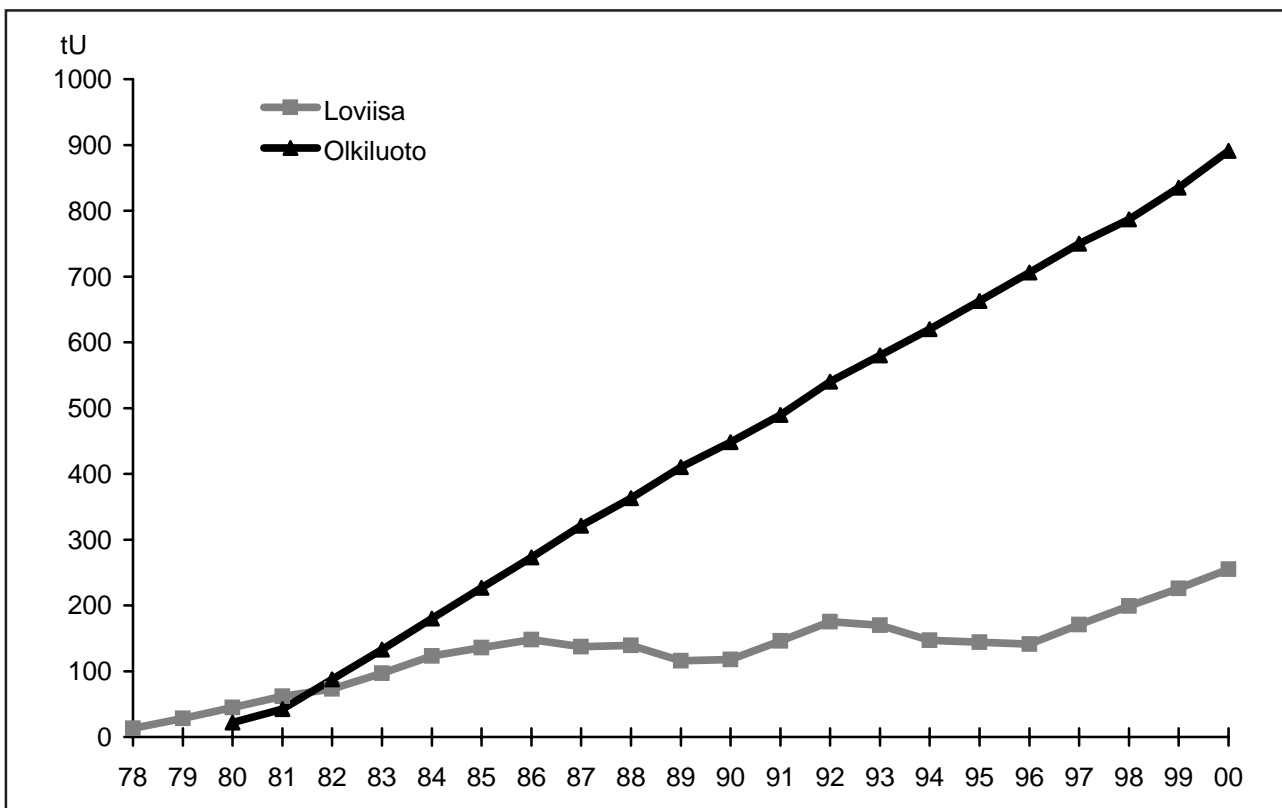
### 5.1 Käytetty ydinpolttoaine

STUK valvoi käytetyn ydinpolttoaineen varastointia säännönmukaisin tarkastuksin sekä tarkastamalla varastointilaitteita koskevia suunnitelmia ja töitä. Varastoinnissa ei sattunut turvallisuutta vaarantavia tapahtumia. Laitospaikoille varastoidun käytetyn polttoaineen määrät eri vuosina ilmenevät kuvasta 19.

Loviisan voimalaitoksella saatiin valmiiksi ydinpolttoaineen vesiallasvaraston laajennus ja uusi varasto otettiin käyttöön. Laajennuksen ansiosta välivarastokapasiteetti Loviisan laitoksella kasvoi määrään 610 tU. Myös laajennusosalle STUK tekee käytön aikana säännönmukaisia tarkastuksia.

Teollisuuden Voima Oy:n ja Fortum Power and Heat Oy:n omistama yhtiö Posiva Oy tekee käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyötä ja varautuu loppusijoituksen myöhempään toteutukseen. Yhtiö jätti toukokuussa vuonna 1999 periaatepäätöshakemuksen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Olkiluotoon ja vuoden 2000 joulukuussa valtioneuvosto hyväksyi hakemuksen. STUK esitti vuoden 2000 tammikuussa kauppa- ja teollisuusministeriölle periaatepäätöshakemusta koskevan alustavan turvallisuusarvion.

Loppusijoitushankkeen seuraavia päätavoitteita ovat valmiuksien hankkiminen laitoksen rakentamisen aloittamiseen 2010-luvun alussa ja käytön aloittamiseen 2020-luvun alussa. Seuraa-



**Kuva 19.** Laitospaikoilla varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden lopussa.

vien 10 vuoden aikana Posiva aikoo toteuttaa laajan tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöohjelman, jonka tarkoituksena on varmistaa valitun loppusijoituspaikan soveltuvuus ja hankkia loppusijoituksen turvallisuudesta varmistautumiseen tarvittava tutkimustieto. Tähän tutkimusohjelmaan kuuluu mm. maanalaisen tutkimustilan rakentaminen Olkiluotoon.

Tutkimustoiminnan keskittyminen valitulle loppusijoituspaikalle merkitsee STUKin valvontatoiminnan tehostumista. Posivan tutkimusten raportointia ja varsinkin Olkiluodossa tehtyjä kallioperätutkimuksia on seurattu aiempaa yksityiskohtaisemmin. Voimayhtiöiden ydinjätehuollon ohjelmasta antamassaan lausunnossa STUK esitti näkemyksensä tutkimus- ja kehitystarpeista mahdollisen periaatepäätöksen ja rakentamislupahakemuksen välisenä aikana. STUKissa valmistui myös viranomaistoimintaa tukevien ydinjätetutkimusten kehysuunnitelma. STUK auditoi vuonna 2000 Posivan laatujärjestelmän ja esitti joitakin huomautuksia sen kehittämiseksi.

## 5.2 Voimalaitosjätteet

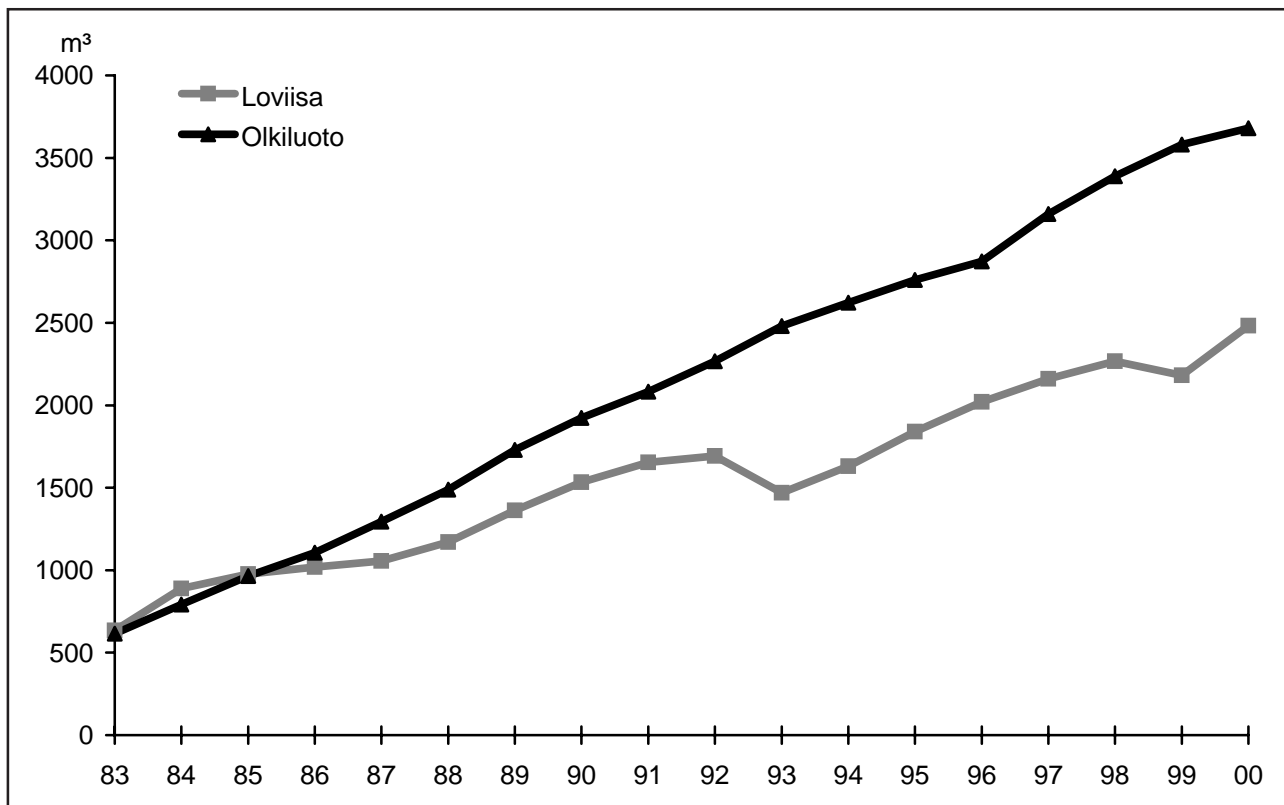
Fortum Power and Heat Oy:llä on tarkoitus rakentaa keskiaktiivisen jätteen kiinteytyslaitos Lo-

viisan voimalaitoksen alueelle, koska voimalaitoksen nestemäisten jätteiden varastot ovat täytty-mässä lähivuosina. Kiinteytyslaitoksen alustava turvallisuusseloste toimitettiin vuoden alussa STUKille tarkastettavaksi ja vuoden lopussa tarkastustyö saatiin päätökseen.

Voimalaitosjätteiden käsittelyä ja varastointia koskeissa tarkastuksissa STUK esitti huomautuksia, jotka koskivat mm. jätteiden aktiivisuuden mittaajärjestelmien turvallisuusluokitusta. Voimalaitosjätteiden loppusijoitusta koskevan tarkastuksen perusteella ei esitetty huomautuksia.

Ydinvoimalaitoksilta vapautettiin valvonnasta alunperin ydinjätteeksi luokiteltua, mutta myöhemmin radioaktiivisista aineista käytännöllisesti katsoen vapaaksi todettua metalliromua, huoltojätettä, jäteöljyä, pyykinpesuainetta ja jätevesien kastelemaa hiekkaa STUKin myöntämien lupien nojalla. Myönnettyt luvat luetellaan liitteessä 3.

Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa ja loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia. Jättemäärät eri vuosina ilmenevät kuvasta 20.



**Kuva 20.** Voimalaitosjätteen määrä vuoden lopussa.

### 5.3 Ydinvoimalaitosten käytöstäpoisto

Kauppa- ja teollisuusministeriön vuonna 1991 tekemän päätöksen nojalla maamme ydinvoimalaitosten käytöstäpoistoa koskevia suunnitelmia on ylläpidettävä ja päivitettyt suunnitelmat on raportoitava viiden vuoden välein. Viimeksi tällaiset suunnitelmat raportoitiin vuoden 1998 lopulla ja seuraavana vuonna STUK esitti niistä lausuntonsa kauppa- ja teollisuusministeriölle. Purkamisjätteiden loppusijoituksen turvallisuusarviota koskevan lausunnon antaminen kuitenkin siirtyi odottamaan sitä koskevaa VTT Energian selvitystä, joka valmistui vuoden 2000 alkupuolella. Asiaa koskevassa lausunnossaan STUK katsoi, että Loviisan voimalaitoksen purkamisjätteiden loppusijoituksen suunnittelu voi perustua vuoden 1998

käytöstäpoistosuunnitelmassa esitetyn kaltaiseen periaateratkaisuun. STUK myös esitti joitakin huomautuksia loppusijoitusratkaisun jatkosuunnittelua ja turvallisuusselvityksiä varten.

### 5.4 Muu valvonta

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-asetuksen 78 §:ssä tarkoitetun lausunnon voimayhtiöiden ydinjätehuollon toimenpiteistä ja suunnitelmista sekä ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetun lausunnon varautumisesta ydinjätehuollon kustannuksiin. Näissä säännönmukaisissa lausunnoissa arvioidaan, miten voimayhtiöt ovat edenneet ydinjätehuollon valmistelutöissä valtiovallan asettamien tavoitteiden mukaisesti. Samalla arvioidaan ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin varautumista.

## 6 YDINMATERIAALIVALVONTA

### 6.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

Ydinmateriaalivalvonnalla varmistetaan toiminnan turvallisuudesta ja siitä, ettei ydinmateriaalia siirretä pois lupien mukaisesta rauhanomaisesta käytöstä ja että toiminta tapahtuu voimassa olevien määräysten ja Suomen solmimien kansainvälisten sopimusten mukaisesti.

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistui ydinvoimalaitosten osalta polttoaineen maahan tuonteihin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Voimayhtiöt toimittavat STUKille ydinmateriaalivalvontaan liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakoilmoitukset ja raportit.

Loviisan voimalaitokselle tehtiin vuonna 2000 yhteensä 13 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle yhteensä 15 tarkastusta. Euratom oli mukana 22 tarkastuksessa käyttäen niihin 26 henkilötyöpäivää. IAEA oli mukana 15 tarkastuksessa ja käytti niihin 18 henkilötyöpäivää. Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat reaktoriyksiköt, tuoreen polttoaineen varasto ja kaksi käytetyn polttoaineen varastoa ovat ydinmateriaalikirjanpidollisesti yksi kokonaisuus, materiaalitasealue. Olkiluodon voimalaitoksella on kolme materiaalitasealuetta: Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 sekä käytetyn polttoaineen varasto.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori. Lisäksi Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratoriolle, VTT Valmistustekniikalla, Geologian tutkimuskeskuksen isotooppigeologian yksiköllä sekä STUKilla on hallussaan pieniä määriä ydinaineita. Vuonna 2000 FiR 1 -reaktorille tehtiin yksi tarkastus.

Eri verifiointimenetelmien avulla varmenneetaan, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Mittauksin voidaan varmentaa myös muita ydinturvallisuuteen liittyviä asioita alkaen käyttöturvallisuudesta jatkuen aina loppusijoitukseen. Vuonna 2000 STUK verifioi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 42 käytettyä polttoaineenippua. Loviisan voimalaitoksella verifioitiin 1199 käytettyä polttoaineenippua. Loviisan laitoksella on mahdollista käyttää STUKin kehittämää Scanning-SFAT-menetelmää, jolla kyetään verifioimaan noin 1000 polttoaineenippua päivässä.

Kansainvälistä valvontaa toteuttavat IAEA ja Euroopan yhteisön komission safeguardstoimisto (Euratom). IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseettomien maiden, Euratomin ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193). Euratomin suorittama valvonta perustuu EU:n atomienergiayhteisön perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (Regulation 3227/76). STUK osallistuu aina kansainvälisten järjestöjen suorittamiin tarkastuksiin.

Euratom ja IAEA ovat sopineet tarkastusyhteistyöstä (New Partnership Approach, NPA). Käytännössä Euratom ja IAEA tekevät tarkastukset yhteistyössä kaikilla materiaalitasealueilla. Euratom hoitaa rutiinitarkastukset Olkiluoto 1:llä ja 2:lla, mutta samassa yhteydessä tehtäviin KPA-varaston tarkastuksiin osallistuvat sekä Euratom että IAEA.

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet. Euratom ja IAEA toimittivat vuonna 2000 STUKille 28 Euratomin tarkas-

tusraporttia ja IAEA:n selontekoa. Raporttien ja selontekojen mukaan kansalliset velvoitteet oli täytetty valvontasopimuksen edellyttämällä tavalla.

Irakin ydinaseohjelman paljastuttua IAEA aloitti kattavan ohjelman ydinmateriaalien valvontajärjestelmän vahvistamiseksi. Tämä ydinmateriaalivalvonnan vahvistaminen perustuu hallinnollisesti valvontasopimuksen lisäpöytäkirjaan (INFCIRC/540). Suomi ratifioi 30.6.2000 lisäpöytäkirjan, ja on siten valmistautunut toteuttamaan lisäpöytäkirjan mukaista valvontaa. Lisäpöytäkirja tulee voimaan yhtä aikaa kaikissa EU:n ydinaseettomissa jäsenmaissa.

Ydinmateriaalivalvontaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti raportissa STUK-B-YTO 205.

## 6.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

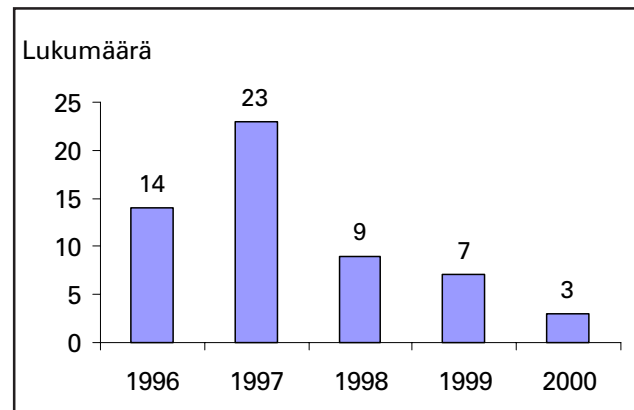
Suomessa kuljetetaan vuosittain noin 20 000 radioaktiivista pakkausta. STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa. Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt. Vuoden 2000 aikana STUK ei myöntänyt yhtään uutta radioaktiivisten aineiden kuljetuslupaa, koska aikaisemmin haetut kuljetusluvut olivat voimassa. STUK hyväksyi neljä kuljetussuunnitelmaa. Näistä kolme koski tuoretta polttoainetta ja yksi tutkimusmateriaaliksi toimitettavia säteilytettyjä polttoainesauvoja. STUK hyväksyi neljä pakkaustyyppiä Suomessa käytettäväksi. Merkittävimmät ydinaineiden kuljetukset vuonna 2000 olivat tuoreen polttoaineen tuonnit, yhteensä 248 polttoaineenippua, Saksasta ja Espanjasta Suomen ydinvoimalaitoksille sekä kahden vuotavan polttoainesauvan vienti Studsvikiin Ruotsiin

tutkittavaksi.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyriytyksiä ei vuonna 2000 rajoilla todettu, sen sijaan muutamia ilmeisesti tahattomia tapauksia tuli ilmi.

Vuonna 2000 rajalta käännytettiin kolme radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Näistä yksi oli metalliromua, joka oli tarkoitettu teollisuuden raaka-aineeksi sekä kaksi puutavaravauunua, joiden metallirakenteissa oli aktiivisuutta. Lisäksi kahdessa maahan päässeessä romukuormassa todettiin lievää radioaktiivisuutta, mutta niitä ei voitu enää käännyttää. Rajavalvonnan läpi päässeitä kuormia ei nykykäytännön mukaan voida enää palauttaa.

Kuvassa 21 esitetään rajalta käännytettyjen kuljetusten lukumäärät vuosittain. Vuonna 2000 rajalta käännytettiin kolme kuljetusta. Lukumäärään vähenemiseen edellisiin vuosiin verrattuna on osaltaan vaikuttanut se, että lähettäjät ja vastaanottajat ovat koulutuksen ja kokemuksen kautta oppineet tiedostamaan radioaktiivisuuden mahdollisuuden romussa. Myös valvonta on tehostunut.



**Kuva 21.** Suomen rajalta käännytettyjen radioaktiivisia aineita sisältävien kuljetusten lukumäärät.



## 7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

### IAEA:n IRRT-arviointi

IAEA:n asiantuntijaryhmä teki STUKiin 13.-24.3.2000 tarkastuksen, jolla arvioitiin STUKin viranomaistoiminnan tehokkuutta ydin- ja säteilyturvallisuuden varmistamisessa. Tarkastus tehtiin sosiaali- ja terveysministeriön ja kauppa- ja teollisuusministeriön tilaamana. Tarkastuksen tuloksena STUKille annettiin suosituksia ja ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi. Ryhmä kirjasi myös hyviksi havaittuja STUKin menettelytapoja opiksi muiden maiden viranomaisille. Tarkastuksen tulokset on julkaistu raportissa, joka on luetavissa STUKin www-sivuilla.

Asiantuntijaryhmä kiinnitti huomiota mm. siihen, että STUKilla ei ole kirjoitettua toimintapolitiikkaa, joka takaisi johdonmukaisen linjan tarkastajien havaitessa turvallisuutta vaarantavia tekijöitä. Nykykäytännön mukaan toiminta harkitaan tapauskohtaisesti. Tarkastuksessa todettiin myös, että STUKin tarkastustoiminta menee syvälle yksityiskohtiin ja tarkastajilla on perinpohjainen tieto valvottavista ydinlaitoksista. Tämän puolestaan epäiltiin heikentävän valvonnan riippumattomuutta.

Ydinvoimalaitosten käytön valvonnan tarkastusohjelma suositeltiin tehtäväksi kattamaan useamman vuoden, kun se nyt tehdään vain vuodeksi kerrallaan. Lisäksi pidettiin tarpeellisena toteuttaa yllätystarkastuksia. Nykymenettelyjen mukaan kaikista tarkastusajankohdat sovitaan voimayhtiön kanssa ja myös tarkastettavat asiat ilmoitetaan voimayhtiölle etukäteen.

Ydinjätehuollon alueella ryhmä suositteli, että STUKin pitäisi nykyistä suoremmin vaikuttaa esimerkiksi ydinjätteiden loppusijoitusta koskevan tutkimus- ja kehitystyön valvontaan. Nykyisen lain mukaan kauppa- ja teollisuusministeriöllä on asiassa varsin ohjaava rooli.

Asiantuntijaryhmä piti STUKin viranomaistoimintaa korkealaatuisena. Erityisesti myönteisenä pidettiin pyrkimystä toiminnan jatkuvaan parantamiseen ja ydinjätehuoltoa koskevia järjestelyjä. Muiden maiden viranomaisille esimerkiksi kelpaavina pidettiin STUKin menettelytapoja, jotka liittyvät toiminnan järjestelmällisyyteen ja STUKin kehittyneeseen sisäiseen laatu järjestelmään.

STUK on käynnistänyt toimenpiteet IAEA:n IRRT-ryhmän suositusten pohjalta.

STUK on käynnistänyt toimenpiteet IAEA:n IRRT-ryhmän suositusten pohjalta.

### IAEA-yhteistyö

IAEA jatkaa ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. STUK valmisteli IAEA:lle useita Suomelta pyydettyjä lausuntoja ohjeluonnoksista (ks. liite 4). STUKista osallistuttiin pyydettyä ohjeluonnoksien valmistelutyöryhmien työhön.

Kansainvälinen ydinturvallisuussopimus edellyttää kolmen vuoden välein laadittavan selonteon esittämistä sopimuksen velvoitteiden täyttämistä. Ensimmäinen tarkastelukokous oli vuonna 1999. STUKissa aloitettiin vuoden 2000 lopussa seuraavan selonteon valmistelu.

STUKin edustaja toimi ydinmateriaalivalvontaa koskevissa asioissa IAEA:n pääjohtajan yhtenä neuvonantajana kauden 1998–1999. IAEA:n pääjohtaja kutsui ko. STUKin edustajan tehtävään myös kaudeksi 2000–2001.

IAEA:n ja OECD:n yhteisten ydinvoimalaitostapahtumien IRS-raportintijärjestelmän (IRS, Incident Reporting System) kautta saatiin 73 raporttia. Järjestelmän avulla saatetaan osallistuvien maiden tietoon ydinvoimalaitosten käyttötapaukset ja havainnot, joista voidaan saada kimmoke turvallisuuden parantamiseen jollakin muulla ydinvoimalaitoksella. STUK toimii Suomen yhteysorganisaationa. Raportit ovat tallennettuna tietokantaan (AIRS, Advanced Incident Reporting System), joka sisälsi vuoden 2000 lo-

pussa noin 2900 tapahtumaraporttia. Tietokanta on Suomessa sekä STUKin että voimayhtiöiden käytössä. Raportit käsiteltiin sekä STUKissa että voimayhtiöissä. Vuonna 2000 käsitellyt raportit eivät antaneet aihetta merkittäviin rakenteellisiin tai käyttötieteisiin muutoksiin Suomen ydinvoimalaitoksilla.

STUK toimii yhteysorganisaationa myös IAEA:n ylläpitämässä tutkimusreaktorilaitosten tapahtumien tiedonvaihtojärjestelmässä (IRSRR, Incident Reporting System for Research Reactors). Järjestelmän toiminta on vasta alussa ja vuonna 2000 toimitettiin eri maista raportteja aikaisempien vuosien tapahtumista. Suomesta IRSRR tietokantaan raportoitettiin Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -reaktorilla 23.9.1994 sattunut tapahtuma ”Incorrect procedures during irradiation of a sample at FiR 1 reactor”.

IAEA välitti ydinlaitostapahtumien INES-tiedonvaihtojärjestelmän (INES, International Nuclear Event Scale) kautta tiedot 26 tapahtumasta, joista kaksi oli edellisenä vuonna sattuneen tapahtuman lopullisia luokituksia. IAEA:lle raportoidaan tapahtumat, jotka sijoittuvat INES-asteikolla vähintään luokkaan 2 tai jotka herättävät tai joiden arvellaan herättävän mielenkiintoa kansainvälisesti. STUK on Suomen yhteysorganisaatio myös INES-järjestelmässä. Vuoden 2000 tapahtumista 13 sattui ydinvoimalaitoksilla. Ydinvoimalaitostapahtumat olivat korkeintaan luokkaa 2. Egyptissä sattui kesäkuussa radioaktiivisen lähteen käsittelyyn liittynyt onnettomuus, joka luokiteltiin luokkaan 4 (alustava luokitus). Voimakkaasti säteilevä radioaktiivinen Ir 192-lähde oli joutunut väärin käsiin. Säteilylähde aiheutti kahden henkilön kuoleman ja viiden muun henkilön merkittävän altistumisen säteilylle. Muut säteilyn käytössä ja muilla ydinlaitoksilla kuin ydinvoimalaitoksilla sattuneet tapahtumat olivat pääasiassa luokkaan 1 luokiteltuja säteilylähteen katoamistapauksia. Suomesta ei vuonna 2000 toimitettu raportteja INES-järjestelmään, mutta Loviisan ydinvoimalaitoksella 17.8.2000 ollutta lievästi radioaktiivisten aineiden vuotoa koskeva STUKin raportti levitettiin INES-järjestelmän kautta, kun raportti toimitettiin STUKista IAEA:n valmiusasioita hoitavaan yksikköön.

STUK järjesti IAEA:n rahoittaman kaksiviik-

köisen kansainvälisen kurssin, joka käsitteli ydinvoimalaitosten turvallisuusarvioita päätöksenteon apuna. Kurssi oli tarkoitettu itäisen Euroopan maiden ydinvoimalaitosten ja turvallisuusviranomaisten palveluksessa oleville.

STUKin edustajat osallistuivat IAEA:n asiantuntijoina ydinturvallisuusviranomaisten toimintaa koskeviin IRRT-arviointeihin Tshekissä, Unkarissa ja Kiinassa. STUKin edustaja on lisäksi osallistunut IAEA:n asiantuntijana Armenian ydinturvallisuusviranomaisen koulutus- ja avustustehtäviin.

### OECD/NEA-yhteistyö

OECD:n ydinenergiayksikön (NEA) kautta kanavoitui pääosa turvallisuustutkimukseen liittyvää kansainvälistä yhteistyötä. Lisäksi järjestö tarjosi tilaisuuden viranomaisten väliseen mieliteiden vaihtoon ydinturvallisuussäännösten kehittämistarpeesta ja yksittäisten säännösten sisällöstä. STUK oli edustettuna kaikissa järjestön pääkomiteoissa, jotka käsittelevät

- turvallisuustutkimusta (CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations),
- ydinturvallisuusvalvontaa ja -vaatimuksia (CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities),
- säteilyturvallisuutta (CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health) ja
- ydinjätehuoltoa (RWMC, Radioactive Waste Management Committee).

STUKin edustaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana. Lisäksi STUK osallistui komiteoiden perustamien työryhmien työhön.

### EU-yhteistyö

STUK osallistui asiantuntijana EU:n ministerineuvoston alaisen työryhmän Atomic Questions Group (AQG) kokouksiin, kun käsiteltiin EU:n jäsenehdokasmaiden ydinturvallisuuden arviointia.

STUK osallistui EU:n työryhmien Nuclear Regulators Working Group (NRWG), European Radioactive Waste Regulator's Forum (ERWR) ja European Nuclear Installations Group (ENIS-G) toimintaan. Lisäksi osallistuttiin NRWG:n työryhmän Safety Critical Software työskentelyyn.

Ydinmateriaalien valvonnan alueella STUK

osallistui European Safeguards R&D Associationin (ESARDA) toimintaan. ESARDA:n tehtävänä on edistää ja harmonisoida ydinmateriaalien valvonnan eurooppalaista tutkimus- ja kehitystyötä. ESARDA tarjoaa foorumin tietojen ja ajatustenvaihtoon viranomaisille, tutkijoille ja ydinlaitosten käyttäjille.

STUK osallistui komission asettaman asiantuntijaryhmän toimintaan jäsenvaltioiden toimitamien aineistojen käsittelemiseksi Euratom-sopimuksen artiklan 37 mukaisten velvoitteiden täyttämiseksi. Artiklan mukaan jokaisen jäsenvaltion on toimitettava komissiolle yleiset tiedot missä tahansa muodossa olevan radioaktiivisen jätteen hävittämistä koskevista suunnitelmista sen arvioimiseksi, aiheuttaako suunnitelman toteuttaminen veden, maaperän tai ilman radioaktiivista saastumista toisen jäsenvaltion alueella.

### **NKS-yhteistyö**

Meneillään oleva pohjoismainen ydinturvallisuus-tutkimusohjelma NKS kattaa vuodet 1998-2001. Ohjelma pääalueet ovat ydinturvallisuus ja säteily suojele (SOS), valmiustoiminta ja ympäristövaikutukset (BOK) ja informaatio ja uhkakuvaprojektit (SBA), jotka jakautuvat edelleen yhteensä seitsemään projektiin.

SOS-ohjelman merkittävimpiä tehtäviä ovat ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan riskien ja turvallisuuskulttuurin arviointi sekä vakavien reaktorionnettomuuksien hallinta. BOK-ohjelma ja SBA-hankkeet liittyvät eräiltä osiltaan ydinturvallisuuteen. STUK osallistui NKS-ohjelman johdoryhmien ja eri tutkimusalueiden toimintaan.

### **Kahdensiväinen yhteistyö eri maiden kanssa**

STUKin edustaja osallistui Ruotsin SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan työhön pysyvänä jäsenenä. SKI:n edustaja oli puolestaan kutsuttuna asiantuntijana STUKin yhteydessä toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukunnassa. SKI:n kanssa yhteistyötä jatkettiin tapaamisissa, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan kysymyksistä. Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI:n kanssa jatkettiin tiedonvaihtoa säteilyannoksista, jotka suomalaiset olivat saaneet työskennellessään Ruotsin ydinvoimalaitoksilla ja ruotsa-

laiset Suomen ydinvoimalaitoksilla. Yhteydenpitoa valmiustilanteessa kehitettiin SKI:n ja SSI:n kanssa.

USA:n NRC:n kanssa solmitun yhteistyösopimuksen puitteissa vaihdettiin kirjallisia raportteja aiempien vuosien tapaan runsaasti.

Belgian ydinturvallisuusviranomaisen AIB Vincotte Vincotte Nuclear (AVN) kanssa tärkein yhteistyömuoto oli osallistuminen ao. organisaation tukena toimivan kansainvälisen ydinturvallisuusneuvottelukunnan toimintaan.

Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen (DSIN) kanssa pidettiin PSA:ta ja palotutkimuksia koskevat yhteistyökokoukset.

STUKin ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen Gosatomnadzorin (GAN) välinen yhteistyö ydinmateriaalien ja ydinjätteiden valvonnan alalla jatkui vuonna 1998 allekirjoitetun yhteistyöjärjestelyn perusteella.

Australian viranomaisen (ASO) kanssa jatkettiin yhteistyötä ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimitti ASO:lle sovitun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista ja täällä olevista ydinaineista.

Liettuan ydinturvallisuusviranomaisen (VATESI) tukena toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukunnassa oli pysyvästi nimettynä STUKin edustaja. Lisäksi STUKin edustajat osallistuivat VATESI:n Ignalinan ydinvoimalaitoksen luvituksessa tukevan projektin Licensing Assistance Project (LAP) toimintaan.

### **Keski- ja Itä-Euroopan turvallisuusviranomaisten avustaminen**

STUK jatkoi osallistumista Keski- ja Itä-Euroopan ydin- ja säteilyturvallisuusviranomaisten avustamiseen ulkoasiainministeriön ja Euroopan Unionin rahoituksella sekä myös IAEA:n välityksellä.

STUK on yhdessä useiden muiden EU-maiden kanssa toteuttamassa Euroopan Unionin viranomaisavustusohjelmia Liettuaassa, Slovakiassa, Tshekissä, Ukrainassa, Unkarissa ja Venäjällä. Näiden ohjelmien aiemmat vaiheet saatettiin päätökseen vuoteen 2000 mennessä. Jatkohankkeiden valmistelu kaikkiin näihin maihin sekä lisäksi Viroon ja Latviaan suunnattaviin uusiin hankkeisiin on saatettu komission päätöstä vaille valmiiksi. Lähes koko vuosi 2000 kului komissiossa

lopullisen muodon etsimiseen ydinturvallisuusasiat ja niihin liittyvät avustushjelmat kattavalle hallintomallille. Vuoden 2001 alusta pitäisi komissiossa jälleen olla täydet valmiudet ydinturvallisuusavustushjelmiä koskevaan päätöksentekoon.

Ulkoasiainministeriön lähialueyhteistyövaroin pidettiin yllä kahdenvälistä yhteistyöohjelmaa Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan ja Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisten kanssa. Kiinteä yhteydenpito jatkui Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten paikallistarkastajien kanssa. Molempien voimalaitoksen paikallistarkastajat laativat säännöllisesti neljännesvuosiraportit laitostapahtumista ja kävivät niiden pohjalta kertomassa tilanteesta laitoksilla. Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen teknisen tukiorganisaation henkilöitä perehdytettiin reaktoreita koskevien vertailuanalyysojen tekemiseen tarjoamalla koulutusta Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa Suomessa kehitetyn simulointiohjelman soveltamisessa uuteen venäläiseen reaktortyyppiin.

Ydinmateriaalivalvonnan osalta tiivistä yhteistyötä tehtiin Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan ja Ukrainan kanssa. Rajavalvojen ja tullivirkailijoiden koulutuksen ja radioaktiivisten aineiden havaitsemiseksi toimitettujen laitteiden avulla estetään radioaktiivisten aineiden salakuljetuksia.

### **Itä-Euroopan ydinlaitosten turvallisuuden kehittäminen**

STUK hallinnoi Suomen hallituksen lähialueyhteistyöbudjetista rahoitettua suomalais-venäläistä säteily- ja ydinturvallisuusyhteistyötä. Toiminnan kohteena ovat Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitokset sekä erilaiset radioaktiivisen jätteen varastot. STUK tekee projektisuunnitelmat yhdessä avustuskohteen kanssa, pyytää toimijoilta tarjoukset ja valvoo hankkeiden etenemistä. Konsulttien ohella myös STUKin asiantuntijat osallistuvat kohdelaitosten turvallisuuden parantamiseen.

Hankkeet ovat jatkoa monivuotiselle ohjelmalle, jonka pääkohteina ovat ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan laatu, paloturvallisuus ja turvallisuuden kannalta tärkeiden putkistojen tarkastusmenetelmät sekä valmiustoiminta ja ympäristön säteilyvalvonta.

Yksityiskohtaisempia tietoja hankkeista on

esitetty raportissa ”Finnish Support Programme for Nuclear Safety, Annual Summary 2000 (STUK 2001)”.

STUKin edustajat toimivat EU:n ja Euroopan Jälleenrakennus- ja Kehityspankin (EBRD) asiantuntijaryhmissä, jotka arvioivat rahoitettavaksi esitettyjen ydinturvallisuutta lisäävien hankkeiden tarkoituksenmukaisuutta.

STUK toimi Venäjän ydinjätehuollon kansainvälisten parannushankkeiden koordinoimiseksi perustetussa asiantuntijaryhmässä (Contact Experts Group, CEG) osallistumalla sen kokouksiin, työryhmiin sekä arviointi-, esitys- ja konsultointityöhön. Yksi ryhmän suuri kokous järjestettiin Suomessa. Suorana kahdenvälisenä toimena STUK jatkoi ohjelmia GAN:n ja Radon-kombinaatin kanssa ydinjätehuoltotietouden ja -kokemusten vaihtamiseksi. STUK järjesti venäläisille viranomaisille monenlaista koulutusta ydinjätteistä ja länsimaisesta teknologiasta. Monenkeskisessä kansainvälisessä yhteistyössä pyrittiin erityisesti siihen, että avustajamailla olisi aiempaa paremmin tietoa toistensa ydinjätehankkeista.

Suomi osallistui kansainväliseen hankkeeseen, jonka tavoitteena on kehittää siirrettävä varastosäiliö Kuolan niemimaalla sijaitseville radioaktiivisille laivastojätteille. Säiliöstä tulee modernit turvallisuusvaatimukset täyttävä prototyyppi.

Viron osalta STUK osallistui pienreaktoreiden tyhjentämistä ja radioaktiivisten jätteiden käsittelyä valvovan PIERG-asiantuntijaryhmän toimintaan. Suomen kahdenvälisenä yhteistyönä avustettiin Viron säteilyturvallisuusviranomaista Kiirgus-keskusta.

Säteilyvalvonta parani Leningradin ydinvoimalaitoksen ympäristössä, kun sinne asennettiin lisää valvontalaitteita. Verkkoon kuuluu nyt 25 automaattista mittausasemaa, ja STUK voi seurata tietoja lähes reaaliajassa. Myös Kuolan ydinvoimalaitokselle ollaan kehittämässä vastaavaa järjestelmää. Kuolan laitoksen ympäristön säteilyvalvontaverkkoon on asennettu ja otettu käyttöön 15 automaattista mittausasemaa.

Leningradin ydinvoimalaitoksella uusittiin satelliittivälitteisen onnettomuusilmoitusjärjestelmän lähetyslaitteisto. Järjestelmä on sekä Leningradin että Kuolan ydinvoimalaitoksilla ydinturvallisuusviranomaisen käytössä ja järjestelmän avulla saadaan nopeasti tapahtumaa tai onnettomuutta koskeva ilmoitus STUKiin.

STUK teki yhteistyötä myös Pietarissa sijaitsevan Venäjän energiaministeriön alaisen valmiuskeskuksen kanssa. Vuonna 2000 osallistuttiin mm. valmiuskeskuksen uusien toimitilojen ilmastointijärjestelmän hankintoihin.

Ydinmateriaalivalvonnassa tiivistä yhteistyötä tehtiin Venäjän, Viron, Latvian, Liettua ja Ukrainan kanssa. Koulutuksen ja laitetoimitusten avulla halutaan estää radioaktiivisten aineiden salakuljetukset.

### **Ydinkoekiellon valvonta**

Suomi ratifioi ydinkoekieltosopimuksen 15.1.1999. Sopimuksessa STUKille annettiin kansallisen tietokeskuksen tehtävät eli STUK vastaa sopimuksen valvonnan velvoitteista kansallisena viranomaisena toimivaa ulkoasiainministeriötä kohtaan sekä kansainvälistä viranomaista eli Ydinkoekiello-organisaatiota kohtaan (CTBTO, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization). Kansallisen tietokeskuksen toiminta avattiin virallisesti 4.10.1999.

Vuoden 2000 aikana tietokeskus osallistui kansainvälisen verifikaatiojärjestelmän rakentamiseen. Tietokeskuksen omia toimintavalmiuksia kehitettiin: suojatut tietoliikenneyhteydet ja radionuklidien automaattinen analyysijärjestelmä valmistuivat. Lisäksi tietokeskuksen toiminnan kuvaus valmistui. Tietokeskus koulutti pohjoismaisten radioaktiivisuutta valvovien asemien henkilökuntaa.

### **Muu yhteistyö**

STUK osallistui aktiivisella työpanoksella Western European Nuclear Regulators' Associationin (WENRA) työskentelyyn. WENRA on läntisen Euroopan maiden ydinturvallisuusviranomaisten perustama keskinäinen yhteistyöelin. Vuonna 2000 WENRA julkaisi toisen raportin EU-jäsenedokasmaidan ydinturvallisuuden tilasta. Yhteistyötä yhteisen eurooppalaisen turvallisuuslinjan luomiseksi sekä reaktoriturvallisuuden että ydinjäte-

huollon alueella jatkettiin.

STUK jatkoi osallistumistaan NERS-työhön (Network of Regulators of Countries with Small Nuclear Programmes) ja isännöi vuonna 2000 pidetyn NERS-kokouksen. NERS on pienen ydinvoimaohjelman omaavien maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelin, jonka työhön osallistuvat Alankomaiden, Argentiinan, Belgian, Etelä-Afrikan, Slovakian, Slovenian, Suomen, Sveitsin, Tshekin ja Unkarin viranomaiset. Yhteistyöelimen tarkoituksena on vaihtaa kokemuksia ja käsityksiä siitä, miten pienet viranomaisorganisaatiot voivat hoitaa tehtävänsä tarkoituksenmukaisesti ja tehokkaasti. Lisäksi yhteistyöelimessä pohditaan mahdollista keskinäistä avunantoa viranomaisvalvontaa koskevissa kysymyksissä.

STUK on osallistunut VVER-tyyppiä olevia ydinvoimalaitoksia käyttävien maiden viranomaisyhteistyöhön, VVER-foorumiin. Muut osallistujamaat ovat Armenia, Bulgaria, Slovakia, Tshekki, Unkari, Ukraina ja Venäjä. Foorumissa keskustellaan ja vaihdetaan kokemuksia VVER-tyyppisten laitosten käyttökokemuksista ja turvallisuusparannuksista. Vuonna 2000 VVER-foorum piti yhden kokouksen. VVER-foorum on käynnistänyt VVER-tyyppisten laitosten laitteiden ja rakennusten käyttöiän hallintaa koskevan yhteistyöhankkeen. Tarkoituksena on edistää ydinvoimalaitosten käyttöiän hallintaan liittyvää tiedon vaihtoa VVER-laitoksia valvovien viranomaisten kesken sekä laatia suosituksia käyttöiän hallinnan viranomaisvaatimusten kehittämiseksi. STUKin edustaja osallistui Kiovassa järjestettyyn työryhmän aloituskokoukseen

STUK osallistui Loviisan energiakeskuksen käynnistämän DOCUM-projektin valmistelukokouksiin. Hankkeessa on tarkoitus kehittää yhteistyössä Venäjän atomivoimaministeriön kansainvälisen ydinturvallisuuskeskuksen (RINSC) ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen (GAN) kanssa tyyppiohjelmaa venäläisten VVER-laitosten eliniän hallintaa varten.



**A. Turvallisuusjohtaminen**

- turvallisuuskulttuurin määrittely, ylläpito ja kehittäminen
- laadunhallinta
- turvallisuusmääräysten täyttämisen osoittaminen
- yhteistyö viranomaisten kanssa

**B. Päätoiminnot**

- toimintaprosesseissa käytettävät menettelytavat ja niiden toimivuus
- toimintaprosessien eri työvaiheiden väliset rajapinnat
- toimintoihin sisältyvät takaisinkytkennät ja niiden hyödyntäminen
- tarkastettavaa päätoimintoa koskevat tukitoiminnot kuten koulutus, laadunvarmistus ja asiakirjahallinto.

**B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen**

- turvallisuusvaatimusten muuttumiseen vastaaminen
- turvallisuustutkimusten hyödyntäminen
- käyttökokemusten hyödyntäminen turvallisuuden arvioinnissa ja kehittämisessä
- muutostyöprosessi ja sen toimivuus

**B.2. Käyttötoiminta**

- käyttö
- käytön valvonta
- häiriötilanteiden hallinta
- määräaikaikokeet

**B.3. Laitoksen ylläpito**

- kunnossapito
- käyttöiän hallinta
- vuosihuoltojen hallinta
- hankinnat
- töiden hallinnollinen valvonta

**C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset**

- C.1. Laitoksen turvallisuustoiminnot
- C.2. Sähkö-, instrumentointi- ja automaatio-tekniikka
- C.3. Konetekniikka
- C.4. Rakennus- ja rakennetekniikka
- C.5. PSA ja vikatilastojen hyödyntäminen
- C.6. Tietohallinto
- C.7. Kemia
- C.8. Ydinjätteet
- C.9. Säteilysuojelu
- C.10. Palontorjunta
- C.11. Valmiusjärjestelyt
- C.12. Turvajärjestelyt
- C.13. Koulutus
- C.14. Laadunvarmistustoiminta

## LIITE 2

## ERILLISTARKASTUSTEN KOHTEET

- Käyttöä koskevat asiakirjat
- Henkilöiden pätevyys
- Käyttötapahtumia koskevat tarkastukset
- Seisokin suunnittelu ja toteutus
- Reaktorin vaihtolataus
- Määräaikaistarkastukset
- Painelaitteiden tarkastukset
- Muutos-, korjaus- ja ennakkohuoltotyöt
- Laitoksen käynnistys seisokin jälkeen
- Ydinpolttoaineen hankinta
- Ydinmateriaalien valvonta
- Ydinjätteen vapauttaminen valvonnasta



SÄTEILYTURVAKESKUKSEN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT  
JA YVL-OHJEIDEN TÄYTÄNTÖÖNPANOPÄÄTÖKSET

**LIITE 3**

**Ydinenergiain mukaiset luvat**

- C214/219, 16.11.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Kahden säteilytetyn ydinpolttoainesauvan maastavienti Ruotsiin Studsvikiin tutkimuksia varten. Enintään 30 g plutoniumia ja 4 kg rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2000 saakka.
- C821/68, 17.11.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Valvonnasta vapautuvan 9 m<sup>3</sup> suuruisen Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettäväksi moottorisahojen teräketjuöljyjen raaka-aineeksi. Voimassa 31.3.2001 saakka.
- 3/001/97, 30.3.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 6.10, ydinmateriaaleja koskeva raportointi.
- 3/001/97, 30.3.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 6.10, ydinmateriaaleja koskeva raportointi.
- 4/001/98, 27.4.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 4.3, ydinlaitosten palontorjunta.
- 4/001/98, 27.4.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 4.3, ydinlaitosten palontorjunta.

**YVL-ohjeiden täytäntöönpanopäätökset**

- 17/001/99, 15.2.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 1.10, ydinvoimalaitoksen sijaintipaikkaa koskevat vaatimukset.
- 17/001/99, 15.2.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 1.10, ydinvoimalaitoksen sijaintipaikkaa koskevat vaatimukset.
- 7/001/98, 23.3.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 1.14, ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Valmistuksen valvonta.
- 7/001/98, 23.3.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 1.14, ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Valmistuksen valvonta.
- 3/001/97, 30.3.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 6.9, ydinmateriaalien kirjanpito- ja valvontajärjestelmä.
- 3/001/97, 30.3.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 6.9, ydinmateriaalien kirjanpito- ja valvontajärjestelmä.
- 1/001/97, 28.4.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 6.2, ydinpolttoaineen suunnittelurajat ja yleiset suunnitteluvaatimukset.
- 1/001/97, 28.4.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 6.2, ydinpolttoaineen suunnittelurajat ja yleiset suunnitteluvaatimukset.
- 16/001/99, 27.9.2000, Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 1.16, ydinvastuuvakuutusten valvonta.
- 16/001/99, 27.9.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 1.16, ydinvastuuvakuutusten valvonta.
- 10/001/99, 27.12.2000,  
Teollisuuden Voima Oy  
Ohje YVL 2.1, ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus.
- 10/001/99, 27.12.2000,  
Fortum Power and Heat Oy  
Ohje YVL 2.1, ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus.

**LIITE 4****SÄTEILYTURVAKESKUKSEN ANTAMAT LAUSUNNOT JA YDINVOIMALAITOSTEN HENKILÖSTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET****STUKin antamat lausunnot**

- Y811/29, 12.1.2000  
Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen periaatepäätöshakemukseen liittyvä Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio kauppa- ja teollisuusministeriölle
- 2.2.2000  
OECD/NEA/CNRA questionnaire on plant upgrading and life extension; Finnish response.
- Y811/23, 4.2.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle voimayhtiöiden ydinjätehuollon vuoden 2000 ohjelmasta
- 2/000/00, 13.4.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-asetuksen muuttamista koskevista valtioneuvoston asetuksesta
- 4/750/00, 27.4.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Organisation and staffing of the regulatory body for nuclear facilities"
- 4/750/00, 27.4.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Review and assessment by the regulatory body for nuclear facilities"
- 4/750/00, 27.4.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Regulatory inspection of nuclear facilities and enforcement by the regulatory body"
- 4/750/00, 27.4.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Documentation produced and required in regulating nuclear facilities"
- A814/8, 12.6.2000  
Loviisan voimalaitoksen käytöstäpoistoseselvitys, purkamisjätteiden loppusijoituksen turvallisuusarvio kauppa- ja teollisuusministeriölle
- 26/750/00, 30.6.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Dispersion of radioactive material in air and water and consideration of population distribution in site evaluation for nuclear power plants"
- 25/750/00, 24.7.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Maintenance, surveillance and in-service inspection in nuclear power plants"
- Y214/48, 3.9.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle VTT Kemiantekniikan hakemuksesta, joka koski toriumia sisältävän pyroklooririkasteen vientiä
- C812/27, 18.10.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Teollisuuden Voima Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon
- A812/26, 19.10.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Fortum Power and Heat Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon
- 35/750/00, 23.10.2000  
Lausunto IAEA:lle ohjeesta Safety Guide Draft "Safety of nuclear power plants. Operation: Core management and fuel handling"
- F812/21, 11.12.2000  
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle VTT:n taloudellisesta varautumisesta FiR 1 - tutkimusreaktorin ydinjätehuoltoon

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN ANTAMAT LAUSUNNOT JA  
YDINVOIMALAITOSTEN HENKILÖSTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET

**LIITE 4**

**Ydinvoimalaitosten henkilöstöä koskevat  
STUKin päätökset**

- F113/8, 8.2.2000  
VTT Kemiantekniikan esityksestä hyväksytty uusia henkilöitä toimimaan FiR 1 -tutkimusreaktorin ohjaajan tehtävissä 31.12.2002 saakka.
- A113/100, 23.2.2000; A113/102, 26.4.2000; A113/104, 30.10.2000; A113/105, 20.12.2000  
Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksytty hakijan palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä.
- C113/164, 16.2.2000; C113/165, 24.3.2000; C113/166, 31.3.2000; C113/167, 15.5.2000; C113/170, 26.10.2000  
Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta hyväksytty hakijan palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä.
- T121-2/8, 25.4.2000  
Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta hyväksytty Teollisuuden Voima Oy:n, Inspecta Oy:n ja Huber Testing Oy:n palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan OL1/OL2 ydinlaitosten laitteiden ja rakenteiden rakennetarkastuksia.
- C114/23, 12.6.2000  
Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta hyväksytty diplomi-insinööri Esa Unga toimimaan ydinenergiain (990/87) 79 §:n ja ydinenergia-asetuksen (161/88) 122–127§:ien tarkoittamana vastuullisen johtajan varamiehenä Olkiluodon ydinvoimalaitoksella.
- A114/17, 4.7.2000  
Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksytty diplomi-insinööri Markku Tiitinen toimimaan ydinenergiain (990/87) 79 §:n ja ydinenergia-asetuksen (161/88) 122–127§:ien tarkoittamana vastuullisen johtajan toisena varamiehenä Loviisan ydinvoimalaitoksella.
- T121-1/29, 27.7.2000  
Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksytty hakijan palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan Lo1/Lo2 ydinlaitosten mekaanisten laitteiden ja rakenteiden rakenne-, käyttö- ja määräaikaistarkastuksia sekä sähkö- ja automaatioteknisten korjaus- ja muutosten käyttöönottotarkastuksia.

## LIITE 5

VUONNA 2000 VALMISTUNEET  
SÄTEILYTURVAKESKUKSEN TURVALLISUUSTUTKIMUKSET**Ydinvoimalaitosten turvallisuus**

Monte Carlo -tekniikan soveltaminen monimutkaisissa geometrioissa

TRAB-PLIM tietokoneohjelma; TRAB-3D ohjelman verifioiminen

HEXTRAN-PLIM-tietokoneohjelma; Ohjelman täydentäminen PLIM-ratkaisumenetelmään perustuvalla primaaripiirin mallilla

Riskitärkeysmittojen ominaisuuksien ja käyttökelpoisuuden arviointi ydinvoimalaitoksen riskipohjaisia valvontamenettelyjä varten

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Pätevöinnin muuttajat

FINNUS/AGE/FUELI – polttoaineen suojakuoren korroosiomekanismi ja sen mallintaminen, v. 1999

FINNUS/AGE/OXI – oksidifilmien käyttäytymisen mallinnus ja niiden merkitys aktiivisuuden kerääntymisessä ja eri korroosioilmiöissä ydinvoimalaitoksissa, v. 1999

FINNUS/AGE/ENVI – ydinvoimalaitosmateriaalien ympäristövaikutteinen murtuminen, v. 1999

Polttoaineanalyysivalmiuksien kehittäminen FRAPCON-3/FRAPTRAN-ohjelmapakettia hyödyntämällä

Turvallisuuskulttuurin muodostuminen käytännössä

Huonetilan kaapelipalomallin täydentäminen

Siltojen ja ydinvoimalaitosrakenteiden rakentamiseen, tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyvät betoniteknilliset tutkimukset; tutkimukset 1999

Review of Loviisa level 2 PSA

SCANAIR-ohjelman kehittäminen ja kelpoistaminen

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Qualification body documents

Polttoaineen palaman vaikutus turvallisuuteen; v. 1998

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Qualification level documents

Orgaanisen jodin muodostuminen vakavan onnettomuuden aikana; Maalikoheet

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten säämastohavaintojen tiedonkeruu ja käsittely Ilmatieteen laitoksella; jatkotilaus

Multiverter-taajuusmuuttajien analyysi

Palotilanteiden mallitus palo-PSA:n tarpeisiin

Savun ja lämmön vaikutus elektroniikkalaitteisiin

Sopimus PALOTUB-paloturvallisuusprojektin toteuttamisesta v. 1997–98

Ohjelmoitavan automaatiojärjestelmän lisensiointi; Käyttökokemusanalyysi

Ohjelmoitavan automaatiojärjestelmän lisensiointi

Deterministisen ja todennäköisyyspohjaisen tiedon analysoiminen ja yhdistäminen päätöksenteon perustaksi; Monikriteerisen päätösmallin kehittäminen ja soveltaminen päätöspaneelin osana	Geochemical barriers in nuclear waste repositories: the behaviour of high-FeO olivine rock and sorption mechanisms of uranium
NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Co-operation in the qualification of NDT systems in Finland. Review of TVO/Siemens qualification documents; 16.10.2000	Pohjaveden virtausreitit: rakahavaintojen teko tieleikkauksista
<b>Ydinjätehuolto</b>	Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic Shield in Finland as indicators of nuclear waste repository safety
Olkiluodon VLJ-jätteen karakterisoinnin arviointi	Selvitys mahdollisista safeguards-verifointimenetelmistä ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten
Loviisan voimalaitoksen purkamisjätteiden loppusijoituksen turvallisuusanalyysin tarkastus	Loppusijoituksen mekaanisten ja fysikaalisten ilmiöitten laskennallinen mallinnus turvallisuustarkasteluissa
Palmotun luonnonanalogiprojekti; redox-prosesit ja migraatio v. -99.	Uraanisarjatutkimus pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnissa
Palmotun luonnonanalogiprojekti; geochemical evaluation 1999	Jäätikkökuormitusmallinnus
Palmotun luonnonanalogiprojekti; performance assessment studies 1999	Ydinjätteen loppusijoituskapselin kuparivaipan pinnan reaktiotuotteiden tutkimus kloridipitoisissa pohjavesiolosuhteissa
Kaivoskenaarioiden kautta aiheutuvien säteilyannosten arviointi	Rako- ja rikkonaisuusvyöhykkeiden esiintyminen ja ominaisuuksien tutkimus loppusijoitusympäristössä