

# YDINENERGIAN KÄYTÖN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2002

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-666-2 (sid.)  
ISBN 951-712-667-0 (pdf)  
ISSN 0781-2884

Dark Oy, Vantaa 2003

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2002. STUK-B-YTO 221. Helsinki 2002. 41 s. + liitteet 22 s.

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

## Tiivistelmä

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 2002. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppaja- ja teollisuusministeriölle. Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Myöskään FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyi kansainväliseen tasoon verrattuna pienenä. 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 loppusijoitusuunnitelmiin sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinmateriaalikirjanpito vastasi todellisuutta.

Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitoksia käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinjätehuolto ja ydinmateriaalien käyttö tapahtuivat voimassa olevien säännösten ja määräysten mukaisesti. STUK todensi myös, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2002 olivat 7,6 milj. euroa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 6,1 milj. euroa, jotka perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 YDINTURVALLISUUSVALVONTA	8
2.1 Ydinturvallisuusvalvonnan tunnuslukuja	8
2.2 Talous	11
2.3 Kehityshankkeet	11
3 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	13
4 YDINLAITOSTEN VALVONTA	14
4.1 Ydinturvallisuusvalvonta	14
4.2 Loviisan voimalaitos	16
4.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	16
4.2.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet	18
4.2.3 Tapahtumien tutkinta	18
4.2.4 Turvallisuuden parantaminen	19
4.2.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	19
4.2.6 Säteilyturvallisuus	19
4.3 Olkiluodon voimalaitos	22
4.3.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	22
4.3.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet	24
4.3.3 Tapahtumien tutkinta	24
4.3.4 Turvallisuuden parantaminen	25
4.3.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	26
4.3.6 Säteilyturvallisuus	26
4.4 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke	27
4.5 Tutkimusreaktori	28
4.6 Muut ydinlaitokset	28
5 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	29
5.1 Käytetty ydinpolttoaine	29
5.2 Voimalaitosjätteet	30
5.3 Muu valvonta	30

6	YDINMATERIAALIVALVONTA	31
6.1	Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	31
6.2	Ydinmateriaalivalvonnan uudistuminen	31
6.3	Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	32
7	TURVALLISUUSTUTKIMUS	33
8	VALMIUSTOIMINTA	35
9	VIESTINTÄ	36
10	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	37
11	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	41
	LIITE 1 STUKIN YDINTURVALLISUUSTUNNUSLUVUT	42
	LIITE 2 STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT	44
	LIITE 3 YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	45
	LIITE 4 YDINVOIMALAITOSTEN TURVALLISUUTTA VARMISTAVAT HANKKEET	46
	LIITE 5 YDINVOIMALAITOSTEN VUOSIHUOLTOSEISOKIT	51
	LIITE 6 YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	53
	LIITE 7 YDINVOIMALAITOSTEN LAITTEIDEN KÄYTTÖKUNNOTTOMUUDEN VAIKUTUS ONNETTOMUUSRISKIIN	60
	LIITE 8 VUONNA 2002 VALMISTUNEET STUKIN TURVALLISUUSTUTKIMUKSET	62



# 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 kauppaja- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Raportissa käsitellään ydinlaitosten, ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien valvontaa. Nämä valvontatehtävät kuuluvat STUKin osastoille Ydinvoimalaitosten valvonta (YTO) ja Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta (YMO).

Ydinlaitosten valvontaa koskevassa osassa kuvataan ydinlaitosten käyttöä ja käyttötapauksia ja selvitetään laitoksilla tehtyjä toimenpiteitä turvallisuuden parantamiseksi. Raportissa kuvataan myös säteilyturvallisuutta työntekijöiden saamien säteilyannosten ja kollektiivisten annosten sekä päästöjen ja ympäristön säteilyvalvonnan tulosten avulla.

Ydinjätehuollon valvontaa koskevassa osuudessa käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeeseen ja voimalaitosjätteiden käsittelyyn liittyviä asioita. Raportissa esitetään laitospaikoilla varastoidun ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen määrät vuoden lopussa.

Raportissa selvitetään ydinmateriaalien valvontaa Suomen ydinlaitoksilla sekä radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa.

Raportissa esitetään ydinturvallisuusvalvonnan tunnuslukuja kuten ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työaikojen jakautuminen eri tehtäväalueille, ydinvoimalaitoksilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät sekä käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät ja käsittelyajat.

Raportissa käsitellään myös ydinturvallisuus säännösten kehittymistä sekä eräitä ydinturvallisuusvalvonnan tukitoimintoja kuten turvallisuustutkimusta, valmiustoimintaa, viestintää ja kehityshankkeita. Raportissa selvitetään lisäksi osallistumista ydinturvallisuusalan kansainväliseen yhteistyöhön.

## 2 Ydinturvallisuusvalvonta

### 2.1 Ydinturvallisuusvalvonnan tunnuslukuja

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. Fortum Power and Heat Oy:stä ja Teollisuuden Voima Oy:stä käytetään myöhemmin tekstissä nimitystä luvanhaltija. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset. Lisäksi valvonnassa käsiteltiin uuteen ydinvoimalaitoshankkeeseen liittyviä kysymyksiä.

Ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnassa on käytössä tunnuslukujärjestelmä, jonka avulla saadaan tietoa ja viitteitä seurattavan toiminnan kehityssuunnasta. Tunnusluvuilla seurataan valvontatoiminnan vaikuttavuutta (ydinvoimalaitosten turvallisuutta kuvaavat tunnusluvut) ja valvontatoiminnan tehokkuutta (ydinturvallisuusvalvontaa kuvaavat tunnusluvut). Tunnuslukujärjestelmä esitetään liitteessä 1. Tässä luvussa selvitetään ydinturvallisuusvalvonnan tunnuslukuja; ydinvoimalaitosten turvallisuuden tunnuslukuja kuvataan luvussa 4.

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui pääosin ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin valvottavilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoimintaa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusval-

vonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys, raportointi sekä osallistuminen ydinturvallisuustutkimustyöhön) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa I.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 12,1 henkilötyövuotta, joka on 14,8 % ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 12,4 henkilötyövuotta, joka on 15,1 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 2,3 henkilötyövuotta eli 2,8 % kokonaistyöajasta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,1 henkilötyövuotta ja suunnitteilla olevan ydinvoimalaitoksen turvallisuusarvioinnin laatimiseen ja valvontatyön valmisteluun 0,8 henkilötyövuotta. Ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan käytettiin 0,01 henkilötyövuotta. Kuvassa 1 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen vuosina 1998–2002.

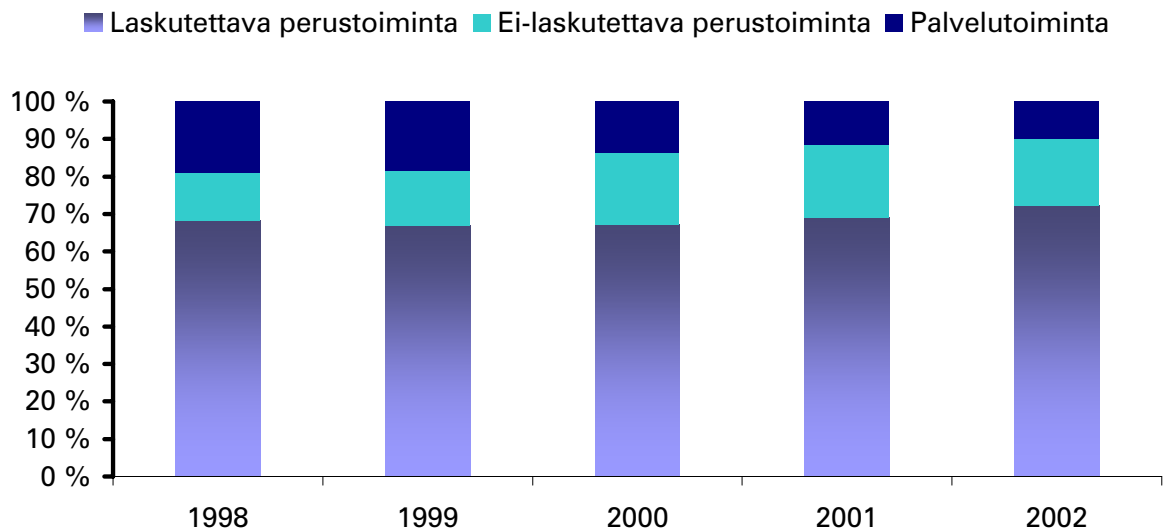
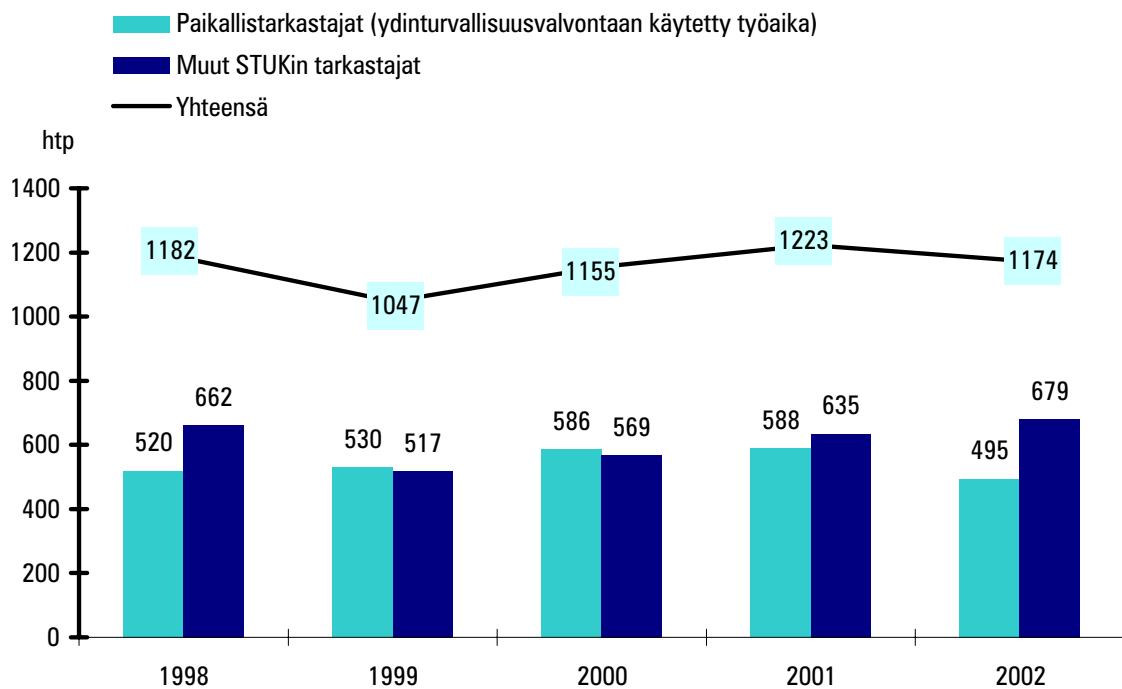
Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 679. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Lisäksi Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastajaa ja Loviisan laitoksella yksi paikallistarkastaja. Tarkastuspäivien lukumäärät vuosilta 1998–2002 esitetään kuvassa 2.

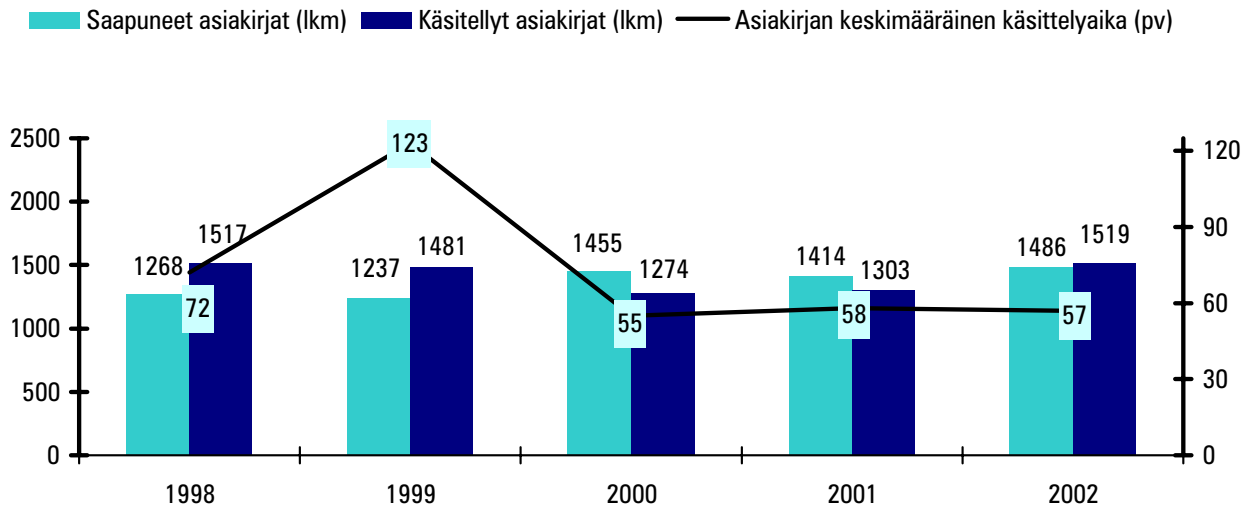
Vuonna 2002 STUKille toimitettiin käsiteltäväksi kaikkiaan 1486 asiakirjalähetystä. Vuonna 2002 sekä aikaisemmin toimitettujen asiakirjojen tarkastuksia saatiin vuonna 2002 päätökseen



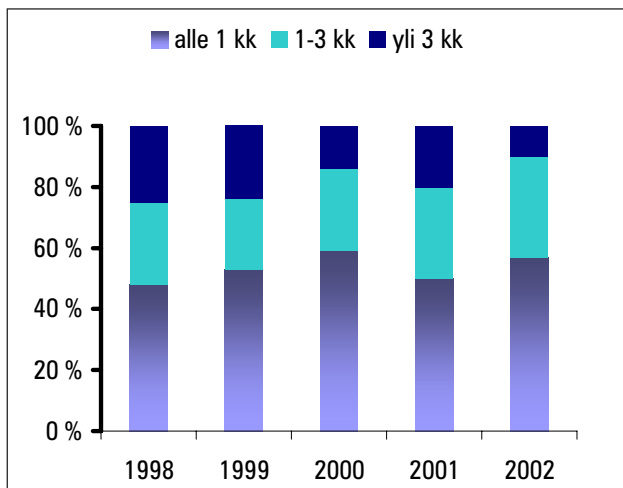
**Taulukko I.** Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan jakautuminen eri tehtäväalueille.

Tehtäväalue	1998	1999	2000	2001	2002
Laskutettava perustoiminta	24,7	25,3	26,4	26,3	27,6
Ei-laskutettava perustoiminta	4,6	5,5	7,5	7,4	6,9
Palvelutoiminta	6,9	7,0	5,4	4,4	3,8
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	25,1	24,6	25,5	28,5	27,1
Lomat ja poissaolot	13,9	14,8	15,0	16	16,2
Yhteensä	75,2	77,2	79,8	82,6	81,6

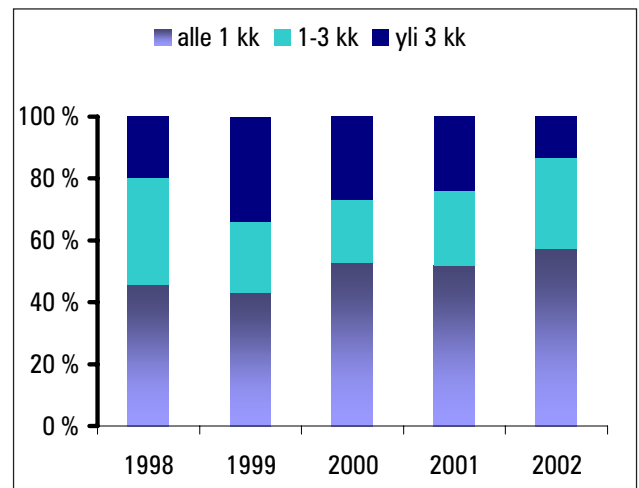
**Kuva 1.** Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.**Kuva 2.** Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.



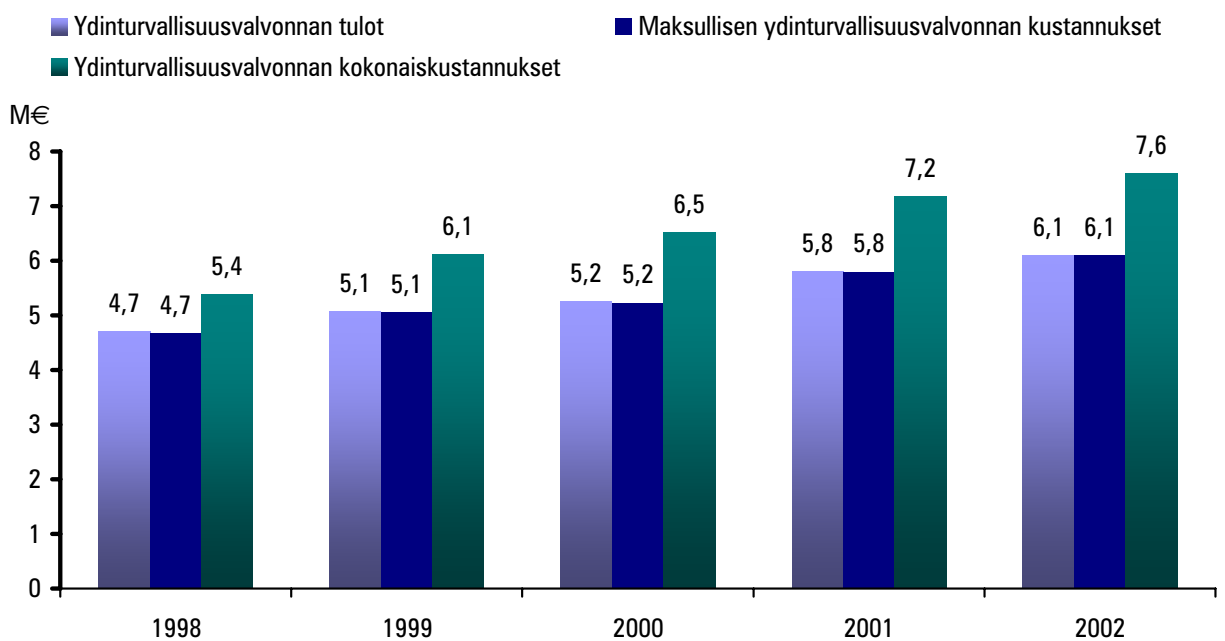
Kuva 3. Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.



Kuva 4. Loviisan laitossyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



Kuva 5. Oulunkylän laitossyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



Kuva 6. Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.

1519. Lukuun sisältyvät myös STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat, jotka luettelaaan liitteessä 2. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 57 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosina 1998–2002 esitetään kuvassa 3. Kuvissa 4 ja 5 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.

## 2.2 Talous

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2002 olivat 6,1 milj. euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 7,6 milj. euroa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 81 %.

Vuonna 2002 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 6,1 milj. euroa. Tuloista 2,5 milj. euroa kertyi Loviisan ja 2,7 milj. euroa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 0,8 milj. euroa. Muista valvottavista kohteista (mm. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvonta, suunnitteilla olevan ydinvoimalaitoksen turvallisuusarvioinnin laatiminen ja valvontatyön valmistelu, ydinaineiden pienkäyttäjien valvonta) kertyneet tulot olivat 0,1 milj. euroa. Kuvassa 6 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset vuosilta 1998–2002.

## 2.3 Kehityshankkeet

### Oman toiminnan kehittäminen

Oman toiminnan kehittämisessä oli kaksi merkittävää teemaa: prosessit ja osaaminen. Prosessit oli valittu koko STUKin kehittämiskohteeksi. Vuoden aikana tunnistettiin ydinturvallisuusvalvonnan prosessit, laadittiin prosessikartta, nimettiin prosessien omistajat ja käynnistettiin prosessien kuvaaminen. Seuraavassa vaiheessa on tarkoitus ottaa käyttöön uudistettu prosessipohjainen toimintajärjestelmä.

Osaamiskartoituksen ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin suoraan ydinturvallisuusvalvontaan liittyvien substanssiosaamisten tavoite- ja nykytila. Toisessa vaiheessa kartoitettiin kaikille STUKin työntekijöille yhteisten ns. yleisten osaamisten tilanne. Osaamiskartoituksen tuloksia hyödynnetään osaamisen kehittämisessä, erityisesti

sisäisessä koulutuksessa ja uusien henkilöiden perehdyttämisessä.

Uuden ydinvoimalaitoksen valvontahankkeeseen varauduttiin muodostamalla sen valvontaa koordinoiva projektiryhmä ja laatimalla luonnos projektisuunnitelmasta. Projektimuotoisesta toiminnasta saatavia kokemuksia on tarkoitus hyödyntää myös muussa valvontatoiminnassa.

Oman toiminnan arvioinnin avuksi otettiin käyttöön BSC-mallin mukainen mittaristo. Mittarien osalta jatkettiin kansainvälistä yhteistyötä OECD/NEAn kahdessa työryhmässä.

### Tiedonhallinnan kehittäminen

Ydinturvallisuusvalvontaan liittyvän tiedonhallinnan kehittämistä jatkettiin. Pääpaino vuoden aikana oli tiedonhallintaan soveltuvien portaali ohjelmistojen käytännön testauksessa. Alkuvuodesta saatettiin päätökseen Sharepoint Portal Server (SPS) -ohjelmiston testaus ja sen jälkeen osallistuttiin STUKissa tapahtuvaan SAP Enterprise Portal -ohjelmiston testaamiseen. Testausvaiheen päätyttyä keväällä 2003 tehdään lopullinen valinta koko STUKin tiedonhallintaportaalista.

STUKiin laadittiin yhtenäinen asianhallinnan projektisuunnitelma, jossa on kerättynä yhteen kaikilla osastoilla menossa olevat tai käynnistettävät tiedonhallintaan liittyvät kehityshankkeet. Projektin vetäjänä toimii STUKin tietohallintopäällikkö, mikä virka perustettiin vuoden alussa. Samoin aiemmin osastojen organisaatioihin kuuluneet ATK-tuki- ja kehitystehtävissä toimivat henkilöt siirrettiin vuoden 2003 alussa tietohallintopäällikön suoraan alaisuuteen perustettuun tietohallintoyksikköön.

Ohjelmistovertailujen ja testausten lisäksi jatkettiin keskusteluja luvanhaltijoiden kanssa yhteisten ns. Extranet-ratkaisujen toteuttamisesta. Fortum Power and Heat Oy:stä saatiin käyttöön digitaalisessa muodossa kaikki Loviisan laitoksen tekniset perusdokumentit, jotka ovat nyt tarkastajakunnan käytettävissä STUKin tietoverkossa. STUKin laitospaikoilla toimivien paikallistarkastajien ja muun henkilöstön tietoliikenneyhteyksiä STUKin tietoverkkoon Helsingissä uudistettiin ja nopeutettiin uusien teknisten ratkaisuin.

Tarkastajakunnan käytössä olevaa tietokone-laitteistoa uusittiin huomattavasti ja vuoden loppuun mennessä siirryttiin lähes täydellisesti Windows 2000 -käyttäjärjestelmään. Useille aiemmin

perustetuille erillisille tietokannoille laadittiin selainpohjaiset käyttöliittymät STUKin Intranettiin.

### **Turvallisuuskulttuuri**

STUKin tavoitteena on turvallisuuskulttuurin kehittäminen Suomessa koko ydinvoima-alan kattavasti.

Luvanhaltijoiden kanssa pidettiin keskustelutilaisuus, jossa käsiteltiin turvallisuuskulttuuriin liittyviä keskeisiä koettuja asioita. Tilaisuus perustui STUKin teettämän tilaustutkimustyön tuottamaan tietoon ja keskusteluilla pyrittiin muodostamaan yhteistä näkemystä suomalaiskansallisen turvallisuuskulttuurin sisällöstä. Keskustelussa yhteiseksi lähtökohdaksi todettiin se, että luvanhaltijoilla on jakamaton vastuu turvallisuudesta. STUK on kehittämässä ohjeistoaan ja valvontamenettelyjään niin, että se asettaa selvät vaatimukset hämärtämättä luvanhaltijoiden vastuuta ja turvaa riittävän dokumentoinnin välttämisen turhaa byrokratiaa. Kehitys asettaa haasteita myös luvanhaltijoille. Sukupolven vaihdos, osamisen pitäminen ajan tasalla ja henkilöstön motivaation säilyttäminen ovat suuria haasteita kaikille ydinvoima-alan organisaatioille, ja ne edellyttävät työn ja työympäristön, välineiden ja menettelyjen kehittämistä ja henkilöstön osallistumisen lisäämistä. Keskustelu koettiin antoisaksi ja sitä on tarkoitus jatkaa tulevina vuosina.

Turvallisuusviranomaisten välistä keskustelua turvallisuuskulttuuriin liittyvistä kysymyksistä jatkettiin. STUKin aloitteesta pidettiin viisi keskustelutilaisuutta, joihin osallistuivat STUKin lisäksi edustajat Ilmailulaitoksesta, Merenkululaitoksesta, Ratahallintokeskuksesta, TUKESista sekä sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön työsuojeluyksiköstä. Tilaisuuksissa käsiteltiin eri viranomaisien turvallisuusjohtamiseen ja turvallisuuskulttuurin kohdistuvan valvonnan lähtökohtia ja käytännön menettelyjä.

### **Riskitietoisen valvonnan kehittäminen**

Vuonna 2002 tunnistettiin riskitietoisen valvonnan keskeiset elementit ja suunnattiin valvontaa riskin kannalta merkittävimpiin kohteisiin.

Riskitietoista turvallisuuden hallintaa ydinvoimalaitoksilla koskevat vaatimukset esitetään uusitussa ohjeessa YVL 2.8. Uudessa ohjeessa on

erityisesti tarkennettu ydinvoimalaitoksen suunnitteluvaiheen todennäköisyyspohjaiselle turvallisuusanalyysille (PSA) asetettavia vaatimuksia sekä riskitietoista turvallisuuden hallintaa koskevia vaatimuksia. PSA:ta on jo aikaisemminkin käytetty laajasti muutostöiden arviointiin ja turvallisuusteknisiä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupahakemusten perusteluina. Ohjeessa edellytetään käytettävän PSA:ta lisäksi esimerkiksi turvallisuusteknisten käyttöehtojen muutostarpeiden ja turvallisuusluokituksen arviointiin, järjestelmien ja laitteiden testausohjelmien arviointiin, käynnin ennakkohuollon riskimerkityksen arviointiin sekä putkistojen määräaikaistarkastusohjelmien kehittämiseen.

Myös STUKin valvontatoimintaa kohdennetaan riskitietoisesti ja tämä on otettu huomioon YVL-ohjeiston kehittämisessä. Uusitussa ohjeessa YVL 2.0, joka koskee ydinvoimalaitoksen järjestelmien suunnittelua, korostetaan turvallisuusperiaatteiden huomioonottamista ja arviointia suunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa periaatesuunnitelmien yhteydessä. Samaa periaatetta on noudatettu ydinlaitosten sähkö- ja automaatiojärjestelmiä koskevissa ohjeissa YVL 5.2 ja YVL 5.5. YVL-ohjeissa määriteltiin myös uudelleen painelaitteiden sekä sähkö- ja automaatiolaitteiden valvontaperiaatteet. STUKin valvonta kohdistetaan laitetasolla luvanhaltijan toimintatapoihin ja riippumattoman tarkastuslaitoksen toimintaan ja vain tärkeimpiä laitteita tarkastetaan itse.

STUKin valvontatoiminnan kohdentaminen riskitietoisesti jatkuu YVL-ohjeiden ja STUKin toimintaprosessien kehittämisen yhteydessä.

Ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan valvonassa korostettiin teknisen valvonnan lisäksi voimayhtiöiden organisaation toimintaan liittyvää valvontaa, jota tehtiin erityisesti käytön valvonnan tarkastusohjelman ja tapahtumien tutkinnan yhteydessä. Laitetasolla työtä kohdennettiin turvallisuuden kannalta merkittäviin vikoihin, yhteisvikoihin ja toistuviin vikoihin. Työssä käytettiin apuna STUKin tunnuslukujärjestelmää. Toimintaprosesseja kehitettäessä otetaan käyttöön ydinvoimalaitosten käyttötoimintaan liittyviä ennakoivia vuosittaisia kokonaisarviointeja, joiden avulla valvontatoimintaa suunnataan.

### 3 Säännöstötyö

YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. YVL-ohjeet ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia määräyksiä, joita STUK valmistelelee ydinennergialain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenettelyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille.

YVL-ohjetyöryhmissä valmisteltiin tai arvioitiin kaikkiaan noin 45:tä ohjetta, joista vuoden loppuun mennessä valmistui 10 ohjetta. Vuosina 1998–2002 julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 7. Englannin kielellä julkaistiin seitsemän ja ruotsin kielellä kolme ohjetta. YVL-ohjeet julkaistiin sekä paperimuotoisina että Internetissä.

Vuonna 2001 käynnistynyttä säännöstöstrategian uudistamishanketta linjattiin uudelleen siten, että YVL-ohjeiston uudistamista koskevat periaatteet sisällytetään STUK-tason strategiaan ja erilliseen säännöstöä koskevaan toimintaohjelmaan. Osastotasolla laaditaan vain erillinen, ohjekohtainen työsuunnitelma.

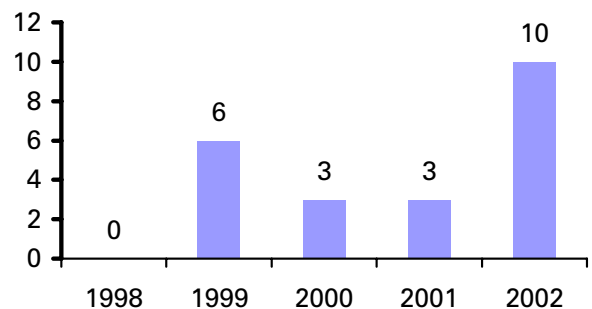
Sen jälkeen kun eduskunta oli päättänyt jättää hallituksen hyväksyvän periaatepäätöksen uuden ydinvoimalaitoksen rakentamisesta voimaan, tehtiin koko YVL-ohjeiston kattava arvio merkittävimmistä muutostarpeista, jotka lähivuosina on tarpeen ottaa huomioon YVL-ohjeistoa päivitettäessä. Tämä arvio toimitettiin tiedoksi luvanhaltijoille. Kolmesta ohjeesta, jotka käsittelevät turvallisuusluokitusta, vikakriteerejä ja turvajärjestelyjä, valmisteltiin lisäksi täsmennysmuistiot. Niissä kuvattiin yksityiskohtaisesti ohjeiden vaatimus-

ten tulkintaa erityisesti uudelle laitoshankkeelle asetettavien suunnitteluvaateiden selventämiseksi.

Vuoden 2002 aikana STUKissa ei valmisteltu eikä Suomessa astunut voimaan merkittäviä ydinennergialain tai -asetuksen muutoksia. Myöskään valtioneuvoston päätösinä annettuihin yleisiin ydinturvallisuutta koskeviin määräyksiin ei valmisteltu muutoksia. Ydinturvallisuutta koskevia suosituksia antavat myös kansainväliset järjestöt EU, IAEA, OECD/NEA sekä eri maiden kansalliset viranomaiset. Niiden taholta ei myöskään tullut aihetta kansallisiin säännöstön päivityshankkeisiin.

STUK valmisteli kansalliset lausunnot IAEA:lle kahdeksan turvallisuusohjeen luonnoksesta.

EU:n komissio toimitti alkuvuonna jäsenvaltioille kommentoitavaksi ehdotuksen uudesta ydinmateriaalivalvontaa koskevasta asetuksesta. Pääosin vuodelta 1957 peräisin olevan asetuksen (Euratom 3227/76) uudistaminen on tullut ajankohdaiseksi lisäpöytäkirjan mukaisen valvonnan, EU:n laajenemisen sekä raportointiformaatin nykyaikaistamisen vuoksi. STUK osallistui aktiivisesti asian käsittelyyn neuvoston atomiasian työryhmässä (AQG). Työ jatkuu vuonna 2003.



Kuva 7. Julkaistujen YVL-ohjeiden lukumäärä.

## 4 Ydinlaitosten valvonta

### 4.1 Ydinturvallisuusvalvonta

Ydinvoimalaitosten valvonta muodostui käytön tarkastusohjelmaan kuuluvista tarkastuksista, laitosmuutosten valvonnasta, tapahtumien tutkinnasta sekä erillisistä tarkastuksista, jotka luvan haltija oli velvollinen pyytämään laitoksella tehtävien toimenpiteiden yhteydessä tai jotka STUK teki harkintansa perusteella. STUK arvioi ydinvoimalaitosten turvallisuutta myös mm. käyttökokemusten ja turvallisuustutkimusten sekä luvan haltijan toimittamien raporttien ja suunnitelmien perusteella sekä tekemällä tarkastuksia laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona.

Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitoksia käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti.

#### Käytön tarkastusohjelma

Vuonna 2002 Loviisan laitokselle tehtiin 12 ja Olkiluodon laitokselle 14 käytön tarkastusohjelmaan kuuluvaa tarkastusta. Tarkastuksissa käytiin läpi johtamistoimintaa, menettelytapoja, organisaatioyksiköiden toimintaa ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksissa todennettiin mm. luvan haltijan asiakirjojen sisällön vastaavuutta säännöksiin nähden sekä sitä, että luvan haltija toimii oman laadunhallintajärjestelmänsä mukaisesti. Tarkastukset muodostuivat voimalaitosten henkilöstön haastatteluista, asiakirjojen ja muiden dokumenttien tarkastuksista ja laitoskierroksista, joilla todennettiin asioita sekä valvottiin mm. koestuksien tekemistä. Ohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuosittainen tarkastusohjelma saatettiin luvan haltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovittiin luvan haltijan edustajien kanssa.

Tarkastusten perusteella esitettiin yhteensä 54 vaatimusta. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitok-

silla tehdään ja on jo tehtykin toimenpiteitä havaittujen puutteiden korjaamiseksi. Mikään STUKin tekemistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut oleellista vaikutusta laitosyksiköiden turvallisuuteen.

Käytön tarkastusohjelmaan sisältyvät tarkastukset esitetään liitteessä 3.

#### Laitosmuutosten valvonta

Laitosmuutosten valvonta muodostui viranomaiskäsittelylaajuuden määrittelystä, muutoksia koskevien asiakirjojen käsittelystä ja muutostyön toteutuksen ja käyttöönoton valvonnasta. Laitosyksiköiden turvallisuuden parantamiseksi tehtyjä laitosmuutoksia selvitetään luvuissa 4.2.4 ja 4.3.4 sekä liitteessä 4.

STUK valvoi laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvan haltijan laatimien selvitysten avulla. Laitoksilla tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitosten toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste ja käyttöohjeet muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johdettua laitosdokumentaation päivittämistä.

Muutostöiden valvontaan liittyi STUKin ja luvan haltijoiden välisiä kokouksia, joissa luvan haltijoiden edustajat selvittivät suunnitteilla olevia, seuraavassa vuosihuollossa ja ja myös pidemmällä tähtäimellä toteutettavia muutoksia sekä meneillään olevien muutostöiden tilannetta. STUKissa aloitettiin vuonna 2001 uutena käytäntönä sisäisten muutostöiden seurantakokousten pitäminen. Kokouksissa käsitellään STUKin käsittelyyn tulleita ja tulevia muutostöitä ja niiden tilannetta suunniteltuun toteutusajankohtaan nähden. Vuonna 2002 kokouksia pidettiin yksi kumpaakin voimalaitospaikkaa kohden.

Atk-pohjaisen laitosmuutosrekisterin avulla seurattiin turvallisuuden kannalta merkittävien muutostöiden etenemistä. Vuonna 2002 rekisteriin kirjattiin 12 uutta muutostyötä. Rekisterissä seurattiin lisäksi lukuisia aiempina vuosina kirjattuja, vielä keskeneräisiä muutoksia. Laitosmuutosrekisteriä käytettiin hyväksi erityisesti muutostöihin liittyvien asiakirjamuutosten toteutumisen seurannassa. Seurannan tuloksena todettiin, että vuonna 2001 tehtyjen, laitosmuutosrekisterillä seurattujen muutostöiden asiakirjamuutokset on saatettu loppuun Olkiluodon laitoksella 77-prosenttisesti ja Loviisan laitoksella 81-prosenttisesti muutosta seuranneeseen vuosihuoltoon mennessä. Kaikki turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin tehtävät muutokset toteutuivat molemmilla laitospaikoilla ennen muutoksen käyttöönottoa.

### **Vuosihuoltoseisokkien valvonta**

Vuosihuoltoseisokkien valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin. Valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyökentelyyn ja yleiseen järjestykseen. STUK valvoi myös laitosyksikköjen pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin kullekin laitosyksikölle uutta polttoainelatausta varten tehdyt turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista.

STUK teki vuosihuoltoseisokkien aikana painelaitelain edellyttämät tarkastukset. Lisäksi valvottiin painesäiliöiden ja muiden painetta kantavien laitteiden määräaikaistarkastuksia tarkastamalla niitä koskevat ohjelmat ja valvomalla tarkastussuorituksia laitospaikalla.

Vuosihuoltoseisokkeja koskevia asioita kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 5.

### **Tapahtumien tutkinta**

Vuonna 2002 STUKissa nimettiin kaksi tapahtumien tutkintaryhmää selvittämään ydinvoimalaitoksella sattunutta tapahtumaa. Tutkintaryhmä

nimetään 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.

Luvanhaltijat 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 2002 vireillä olleita tapahtumien tutkintoja selvitetään luvuissa 4.2.3 ja 4.3.3.

### **Henkilöiden pätevyyden valvonta**

STUK valvoi luvanhaltijoiden käytettävissä olevien organisaatioiden tarkoituksenmukaisuutta ja riittävyyttä sekä henkilökunnan koulutusta. STUK hyväksyi luvanhaltijoiden esityksestä ydinenergia-asetuksen tarkoittamia uusia vastuullisia johtajia ydinvoimalaitoksille, tutkimusreaktorille ja yhdelle ydinaineiden pienkäyttäjälle. Luvanhaltijoiden hakemuksesta hyväksyttiin niiden palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä ja tutkimusreaktorilla ohjaajan tehtävissä. Hyväksymiset koskivat pääasiassa henkilöiden hyväksymisiä uudelle kolmivuotiskaudelle. Hyväksymisiä annettiin 26:lle Loviisan laitoksen henkilölle ja 33:lle Olkiluodon laitoksen henkilölle. Tutkimusreaktorin ohjaajan tehtäviin hyväksyttiin viisi henkilöä.

STUK hyväksyi myös Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta myös testauslaitoksia ja niiden palveluksessa olevia henkilöitä tekemään ydinvoimalaitosten mekaanisten laitteiden tarkastuksia ja testauksia. Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksyttiin myös hakijan palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan Loviisan laitoksen sähkö- ja automaatioteknisten laitteiden korjaus- ja muutostöiden käyttöönottotarkastuksia. Lisäksi luvanhaltijoiden hakemuksesta hyväksyttiin tarkastuslaitokset suorittamaan mekaanisten laitteiden ja rakenteiden tarkastuksia.



## Ydinvastuu

Ydinenergialain mukaan STUKin on todettava, että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädettyllä tavalla. Vastuujärjestelyjen sisällöllisen puolen tarkastaa Vakuutusvalvontavirasto. Valvontamenettely kuvataan yksityiskohtaisesti STUKin ohjeessa YVL 1.16, Ydinvastuuvakuutusten valvonta. Luvanhaltijat toimittivat ohjeen mukaista menettelyä käyttäen tarvittavat asiakirjat STUKille. STUK on todentanut, että järjestelyt on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

## 4.2 Loviisan voimalaitos

### 4.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

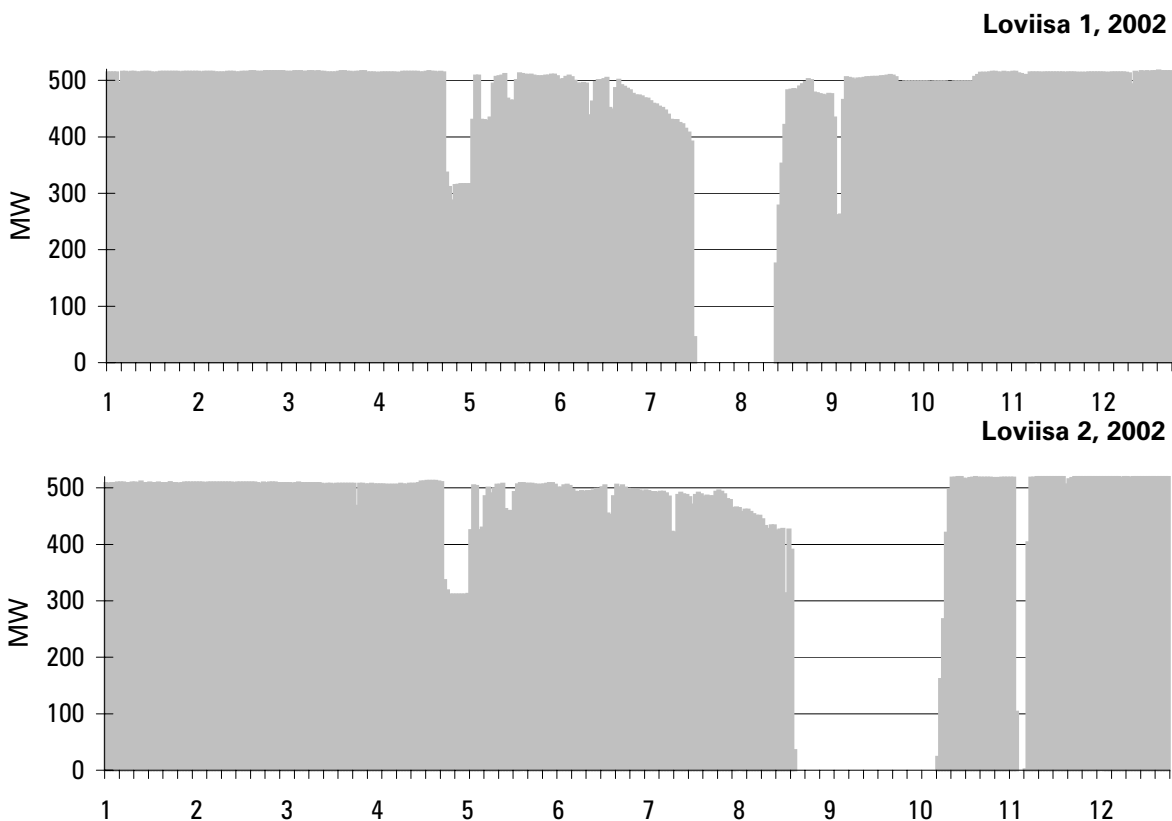
Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 89,3 % ja Loviisa 2:n 82,2 %. Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 28 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 50 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan liitteessä 5. Vuosihuoltoseisokin lisäksi Loviisa 2:lla oli lisäksi kaksi lyhyttä katkosta sähköntuotannossa. Elokuussa laitosyksikön turbiinit pysähtyivät laitossuojajärjestel-

män elektroniikkakortin vian seurauksena aiheuttaen muutaman tunnin tuotantokatkoksen. Marraskuussa laitosyksiköllä oli vajaan viiden päivän mittainen seisokki paineistimen ruiskutuslinjan venttiilin vuodon korjaamiseksi. Muita tuotantokatkoksia laitosyksiköillä ei ollut. Vuoden toisella neljänneksellä kumpaakin Loviisan laitosyksikköä ajettiin Suomen energiatilanteesta johtuen useita, muutaman päivän mittaisia jaksoja alennetulla teholla.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Loviisa 1:llä 0,7 % ja Loviisa 2:lla 1,3 %.

Kuvassa 8 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2002. Energiakäyttökerrointen ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät vuosilta 1993–2002 esitetään kuvissa 9 ja 10.

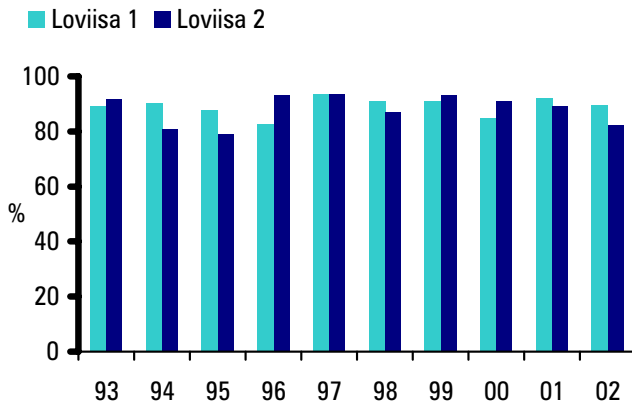
Loviisan laitosyksiköiltä raportoitiin STUKille 10 käyttötapahtumaa. Tapahtumaraporttien lukumäärät vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 11. Tapahtumakohtaisia raportteja ovat erikoisraportit, joita vuonna 2002 toimitettiin kohdassa 4.2.2 mainituista tapahtumista, sekä käyttöhäiriöraportit ja pikasulkuraportit. Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi Loviisan voimalaitokselta toimi-



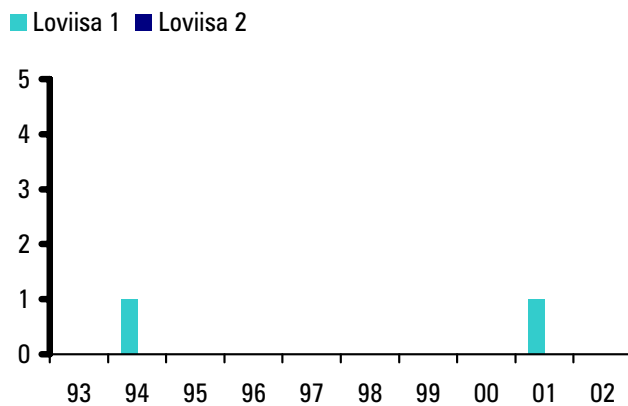
Kuva 8. Loviisan laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2002.



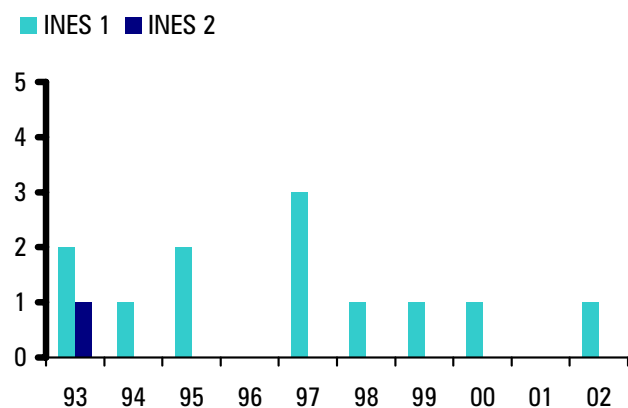
tettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.



**Kuva 9.** Loviisan laitospöytäkirjojen energiakäyttökertoimet.



**Kuva 10.** Loviisan laitospöytäkirjojen reaktorien pikasulkujen lukumäärät lukuun ottamatta pikasulkukoikeita (reaktori yli 5 % teholla).

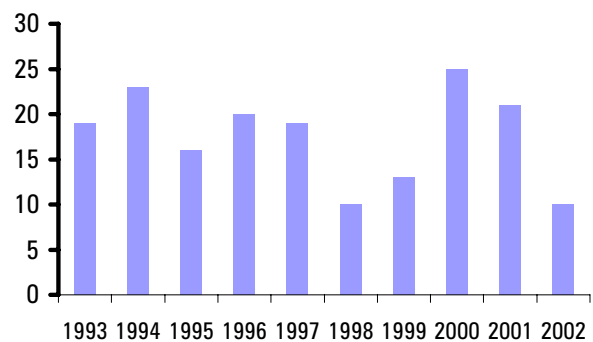


**Kuva 12.** INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen Loviisan laitoksen tapahtumien lukumäärät.

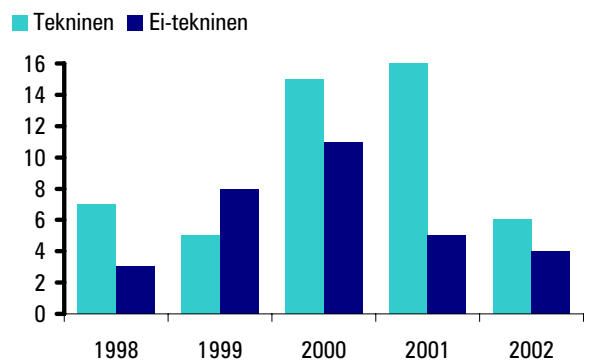
Loviisan laitospöytäkirjojen tapahtumista yksi luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1. Tapahtumassa Loviisa 1:n primääripiirin boorihappopitoisuus alitti vuosihuoltoseisokissa turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetun rajan. Muilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuudelle. Liitteessä 6 esitetään laitospöytäkirjojen merkittävimpiä tapahtumia vuonna 2002. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1993–2002 esitetään kuvassa 12.

Loviisan laitospöytäkirjojen laitteiden käyttökunnottomuuden vaikutusta onnettomuusriskiin käsitellään liitteessä 7. Laitteiden käyttökunnottomuuksien johdosta STUK ei edellyttänyt luvanhaltijalta erityisiä toimenpiteitä.

Loviisan laitoksen tapahtumien syyt jaoteltuna teknisiin ja ei-teknisiin eli inhimillisistä tai organisatorisista tekijöistä johtuviin syihin esitetään kuvassa 13. Inhimillisperäisistä syistä johtuneiden tapahtumien lukumäärä on ollut laskussa vuoden 2000 jälkeen.



**Kuva 11.** Loviisan laitoksen tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät.



**Kuva 13.** Loviisan laitoksella sattuneiden tapahtumien syyt.

#### 4.2.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet

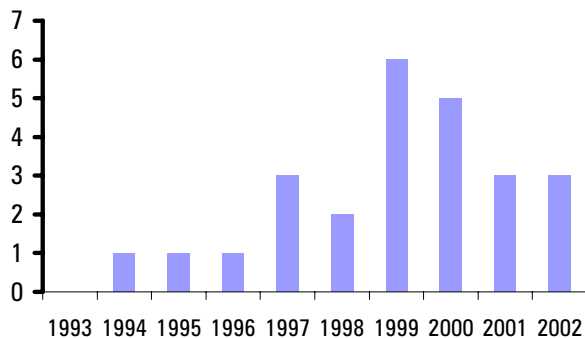
Loviisan laitossyksiköillä oli seuraavat kolme tilannetta, joissa laitossyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa:

- Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti tehty ennakkohuoltotyö, minkä seurauksena reaktorin suojakuoren ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän rinnakkaiset pumput eivät olleet käyttökunnossa Loviisa 1:llä
- Kahden eristysventtiilin jääminen koestamatta Loviisa 1:llä vuonna 2001 (tilanne havaittiin vuonna 2002)
- Primääripiirin boorihappopitoisuuden lasku alle turvallisuusteknisten käyttöehtojen rajan Loviisa 1:llä

Yksityiskohtaiset kuvaukset tilanteista esitetään liitteessä 6.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärä on pysynyt samana edelliseen vuoteen verrattuna ja pienentynyt vuosituhannen vaihteeseen verrattuna. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrän perusteella ei ole ollut aihetta erityisiin valvontatoimenpiteisiin. Luvanhaltija on suunnitellut ja osin toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 14 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät vuosilta 1993–2002.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. Vuonna 2002 luvanhaltija haki lupaa 13:lle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle. STUK hyväksyi kaikki hakemukset sellaisenaan. Poikkeusluvista yhdeksän koski muutos-, korjaus- ja huoltotöiden



**Kuva 14.** Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärät Loviisan laitossyksiköillä.

aiheuttamia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Kaksi lupaa myönnettiin koestuksesta johtuvaa poikkeusta varten. Yhdellä luvalla sallittiin koestusajankohdan siirto ja yhdellä muutostyön toteuttamatta jättäminen, joka johtui tarvatoimitusten myöhästymisestä. Poikkeuslupien määrät viime vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 15.

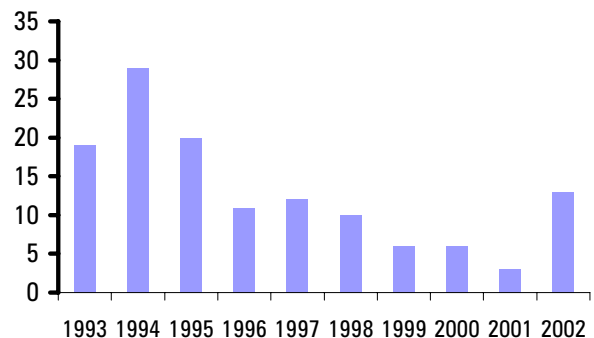
#### 4.2.3 Tapahtumien tutkinta

##### Laiminlyönnit testauslaitosten hyväksymismenettelyissä Loviisan voimalaitoksella

STUKiin perustettiin lokakuussa tutkintaryhmä selvittämään testauslaitoksen ”Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos” toimintatavat, joilla varmistetaan STUKille toimitettavien ainetta rikkomatonta testausta suorittavia laitoksia koskevien hyväksymispyyntöjen asianmukainen valmistelu ja hyväksymisten voimassaolon valvonta. Tutkinnassa käsitellään myös Loviisan voimalaitoksen laiminlyönnejä STUKin päätöksissä esitettyjen aikarajojen noudattamisessa liittyen tarkastusjärjestelmien päteväisyydestä pyydettyihin lisäselvityksiin. Tutkintaryhmän tehtävänä on lisäksi selvittää Fortum Power and Heat Oy:n näkemystä tarkastusjärjestelmien päteväisyyden hoidamisesta ja sen vaatimista resurssitarpeista. Tutkinta jatkuu vuoden 2003 puolelle.

Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 113 §:n mukaisesti ydinlaitoksen rakenteiden ja laitteiden rikkomatonta aineenkoetusta saavat suorittaa vain Säteilyturvakeskuksen hyväksymä testauslaitos tai testaaja. Luvanhaltijan on haettava kirjallisesti testauslaitoksen tai testaajan hyväksymistä tehtävänsä.

Tutkintaryhmä perustettiin, kun STUKin tar-



**Kuva 15.** Turvallisuusteknisistä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupien määrät Loviisan laitossyksiköillä.

kastaja oli havainnut Loviisan laitossyksiköiden vuoden 2002 vuosihuoltoseisokkien alkaessa heinäkuun lopulla, että erään molemmilla laitossyksiköillä tarkastuksia tekemään tulevan testauslaitoksen STUKin hyväksynnän voimassaoloaika oli päättynyt. Tarkastaja antoi tästä suullisen huomautuksen Loviisan voimalaitoksen edustajalle. Loviisan voimalaitos ei hakenut kyseisen hyväksynnän uusimista Loviisa 1:n vuosihuollon käynnistyttyä eikä sen aikana vaan erillisen huomautuksen jälkeen Loviisa 2:n vuosihuollon aikana.

Kyseisen testauslaitoksen hyväksymishakemuksen käsittelyn yhteydessä STUK havaitsi, että kyseinen testauslaitos oli jo vuonna 2000 tehnyt molemmilla Loviisan laitossyksiköillä tarkastuksia vaikka sen hyväksymispäätöksen voimassaolo oli päättynyt 1.8.1999.

#### 4.2.4 Turvallisuuden parantaminen

Loviisan voimalaitoksen turvallisuutta parannettiin edelleen. Parannukset ovat perustuneet YVL-ohjeissa laitosten käyttöönoton jälkeen asetettuihin uusiin turvallisuusvaatimuksiin, todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tuloksiin sekä osittain myös laitosten käytön aikana saatuihin kokemuksiin.

Loviisa 2:lla toteutettiin useita vakavan onnettomuuden seurausten rajoittamiseksi suunniteltuja toimenpiteitä. Niistä merkittävin oli reaktoripainesäiliön ulkopuolisen jäähdytyksen varmentaminen tilanteessa, jossa reaktorissa oleva polttoaine on vakavan onnettomuuden seurauksena sulanut painesäiliön pohjalle. Muutosten jälkeen vakavassa reaktorionnettomuudessa muodostuva sydänsula voidaan pidättää reaktoripainesäiliössä.

Molemmilla laitossyksiköillä on jatkettu muutoksia, joilla pienennetään primääripiiristä reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle eri järjestelmien kautta tapahtuvien, yli 5 kg/s olevien vuotojen riskiä. Myös reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle primääri- ja sekundäärijärjestelmien kautta tapahtuvien pienten, alle 5 kg/s, vuotojen riskiä on pienennetty laitosmuutoksien.

Loviisa 1:llä otettiin käyttöön 58 uutta kiinteää säteilymittauskanavaa, joilla korvattiin pääosa laitoksen alkuperäisestä ulkoisen säteilyn, ilman aktiivisuuden ja prosessien säteilyvalvontajärjestelmästä. Säteilymittaustieto siirtyy aikaisempaa tehokkaammin laitoksen säteilytilanteen seurantaan tapisteisiin laitoksella.

Matalapaineisen hätäjäähdytysjärjestelmän pumppujen vaihto ja putkistomuutokset tehtiin molemmilla yksiköillä valmiiksi. Vaihdoilla saatiin poistettua vanhoissa pumpuissa esiintyneet rakenteelliset heikkoudet sekä pienennettyä putkistoista pumpuille koituvia mekaanisia rasituksia. Uusi pumpputyyppejä on alkuperäistä tehokkaampi ja pystyy syöttämään vettä aiempaa korkeampaa painetta vastaan, joten myös matalapaineisen hätäjäähdytysjärjestelmän toimintakyky parani.

Turvallisuutta parantavia hankkeita kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 4.

#### 4.2.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Loviisan laitoksen todennäköisyyspohjaiseen turvallisuusanalyysiin ei tehty täydennyksiä vuoden 2002 aikana.

#### 4.2.6 Säteilyturvallisuus

##### Työntekijöiden säteilyannokset

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden saamat säteilyannokset vuonna 2002 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2002 esitetään taulukossa II. Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos vuonna 2002 oli 20,8 mSv. Annos kertyi työskentelystä Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Pelkästään Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 19,5 mSv.

Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos viisivuotisjaksolla 1998–2002 oli 84,6 mSv. Annos on saatu Loviisan ydinvoimalaitoksella.

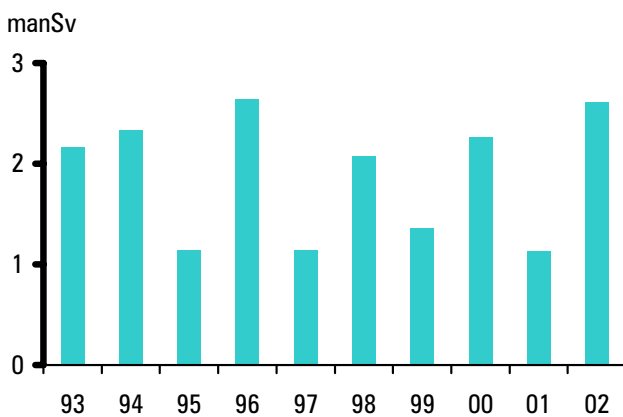
Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos vuonna 2002 oli Loviisan molemmilla laitossyksiköillä yhteensä 2,61 manSv. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 1,04 manSv ja Loviisa 2:lla 1,57 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitossyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee yhdelle Loviisan laitossyksikölle 1,22 manSv säteilyannos-

**Taulukko II.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2002 (laskettu työsuhteittain).

Annosväli (mSv)	Henkilöiden lukumäärät annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	yhdistelmä*
alle 0,5	210	427	576
0,5–1	118	227	308
1–2	153	209	347
2–3	86	85	165
3–4	50	42	98
4–5	41	16	61
5–6	35	14	49
6–7	30	2	35
7–8	18	0	26
8–9	11	5	25
9–10	14	2	12
10–11	10	1	17
11–12	8	–	15
12–13	9	–	11
13–14	7	–	11
14–15	3	–	5
15–16	7	–	6
16–17	9	–	11
17–18	6	–	5
18–19	2	–	3
19–20	5	–	5
20–21	–	–	1
21–25	–	–	1
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.

Lähde: STUKin annosrekisteri



**Kuva 16.** Loviisan laitoksen työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

ta. Arvo ei ylittynyt kummallakaan laitostyöntekijällä. Loviisan laitoksen kollektiiviset säteilyannokset vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 16. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosi- huoltoseisokkien aikaisia säteilyannoksia selvitetään liitteessä 5.

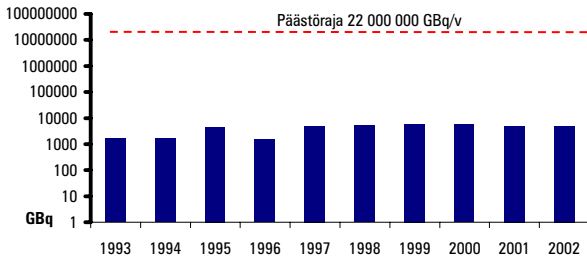
### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2002 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 5 TBq, mikä on noin 0,02 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktori-paineastian ja biologisen suojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 1 MBq, mikä on noin 0,0005 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 67 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili 14 -päästö ilmaan noin 0,4 TBq. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 13 TBq on noin 9 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 85 MBq, mikä on noin 0,01 % päästörajasta. Kuvassa 17 esitetään jalokaasu- ja jodipäästöt ilmaan vuosina 1993–2002 ja kuvassa 18 päästöt mereen vuosina 1993–2002. Päästörajan lukuarvo ilmoittaa laitosaluetta koskevan nuklidiryhmäkohtaisen päästörajan olettaen, että muita päästöjä ei tapahtuisi. Kokonaispäästöraja lasketaan siten, että eri ryhmien päästörajojen summa on enintään 1.

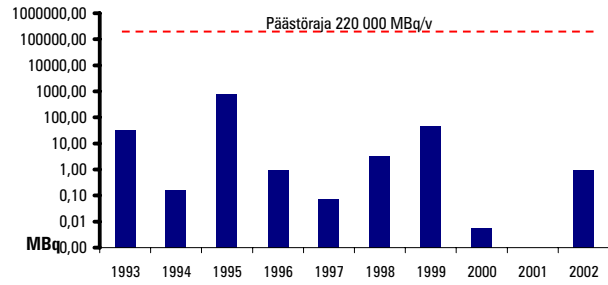
Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,05 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta. Laskennalliset säteilyannokset vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 19.

### Ympäristön säteilyvalvonta

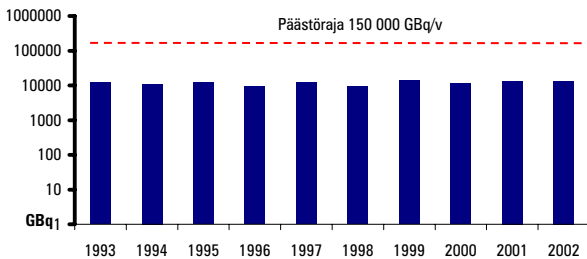
Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilymittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määrittelyt, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.



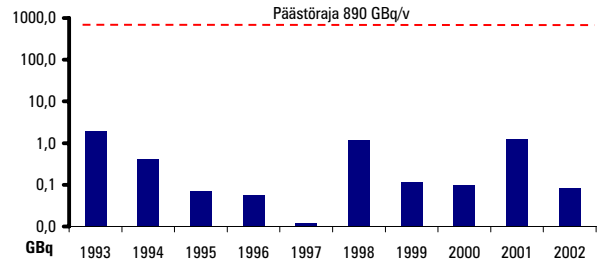
Jalokaasupäästöt krypton 87 -ekvivalenteina



Jodipäästöt jodi 131 -ekvivalenteina. Vuonna 2001 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

**Kuva 17.** Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.

Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

**Kuva 18.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.

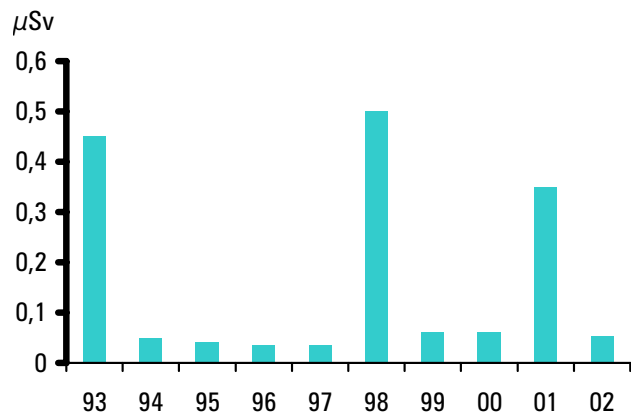
Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 310 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa laskeumanäytteessä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, kymmenessä vesikasvinäytteessä, yhdeksässä sedimentoituvan aineksen näytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa. Havaintoja oli yhteensä 21. Seuraavaksi yleisimpiä olivat mangaanin ja hopean radioaktiiviset isotoopit (hopea 110m, 14 havaintoa ja mangaani 54, 13 havaintoa). Muutamissa näytteissä esiintyi lisäksi tritiumia (9 havaintoa), koboltin toista radioaktiivista isotooppia (Co-58, 9 havaintoa), antimonia (Sb-124, 8 havaintoa), zirkoniumia (Zr-95, 3 havaintoa) ja telluuria (Te-123m, 1 havainto).

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 plutonium-isotooppeja (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 valta-

**Kuva 19.** Altistuneimman väestönosan yksilölle laskeamalla arvioidut säteilyannokset Loviisan laitoksen ympäristössä.

kunnan säteilyvalvontaverkkoon. Valvontaa täydennetään annosnopeuden tarkistusmittauksilla sekä spektrometrisillä mittauksilla. Loviisan laitoksen ympäristöstä tehtiin 12 tällaista ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

## 4.3 Olkiluodon voimalaitos

### 4.3.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat laitokset toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 95,3 % ja Olkiluoto 2:n 96,6 %. Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokin pituus oli 13 vuorokautta ja Olkiluoto 2:n seitsemän vuorokautta. Vuosihuoltoseisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan liitteessä 5.

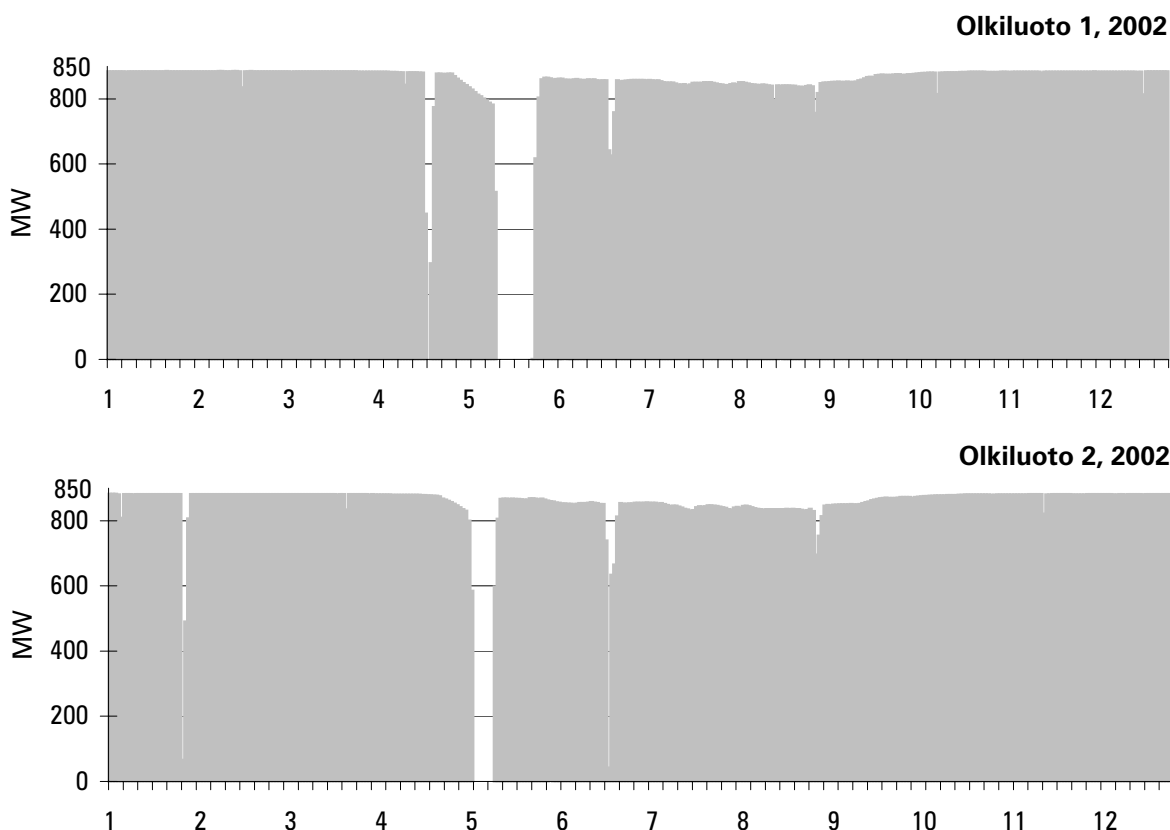
Olkiluoto 1:llä tapahtui 20.4.2002 valtakunnallisen 400 kV voimansiirtoverkon häiriön seurauksena reaktorin pikasulku. Tapahtumaa selvitetään tarkemmin liitteessä 6. Olkiluoto 2:lla oli lyhyt tuotantokatkos matalapaineturbiinien venttiilien vaihdon vuoksi. Venttiilien vaihtoon johtaneita syitä selvitetään kohdassa 4.3.3. Olkiluoto 2 oli lisäksi poissa sähköntuotannosta noin vuoro-

kauden ulospuhallusjärjestelmän venttiilitarkistusten vuoksi. Muita katkoksia sähköntuotannossa ei laitoksyksiköillä ollut vuosihuoltoseisokkien lisäksi.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Olkiluoto 1:llä 0,6 % ja Olkiluoto 2:lla 0,7 %.

Kuvassa 20 esitetään laitossyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2002. Energiakäyttökerrointen ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät vuosilta 1993–2002 esitetään kuvissa 21 ja 22.

Olkiluodon laitokselta raportoitii STUKille 13 käyttötapautumaa. Tapautumaraporttien lukumäärät vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 23. Tapautumakohtaisiin raporteihin kuuluvat erikoisraportit, joita vuonna 2002 laadittiin kohdassa 4.3.2 mainituista tapautumista, sekä käyttöhäiriöraportit ja pikasulkuraportit. Tapautumakohtaisten raporttien lisäksi Olkiluodon voimalaitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten sätei-



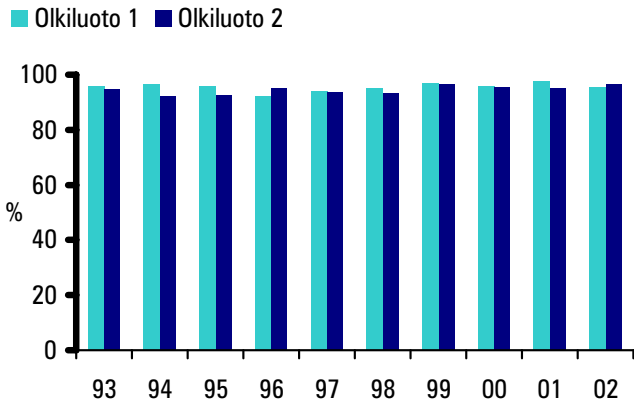
Kuva 20. Olkiluodon laitossyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2002.

lyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

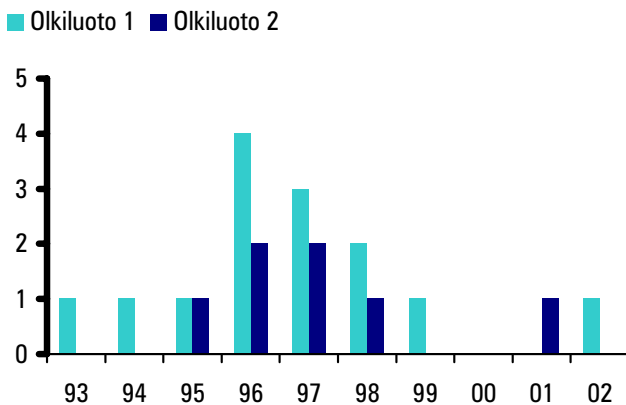
Olkiluodon laitosyksiköillä sattui yksi tapahtuma, joka luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1. Tapahtuma oli Olkiluoto 1:llä, jossa vuosihuollon jälkeisissä kokeissa todettiin, että reaktorisydämen neutronivuon valvontajärjestelmässä kaksi turvallisuusrajaa ei toiminut suunnitellusti. Muilla laitosyksiköiden käyttötapauksilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuudelle. Laitosyksiköiden merkittävimpiä tapahtumia kuvataan liitteessä 6. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1993–2002 esitetään kuvassa 24.

Olkiluodon laitosyksiköiden laitteiden käyttökunnottomuuden vaikutusta onnettomuusriskiin käsitellään liitteessä 7. Laitteiden käyttökunnottomuuksien johdosta STUK ei edellyttänyt luvanhaltijalta erityisiä toimenpiteitä.

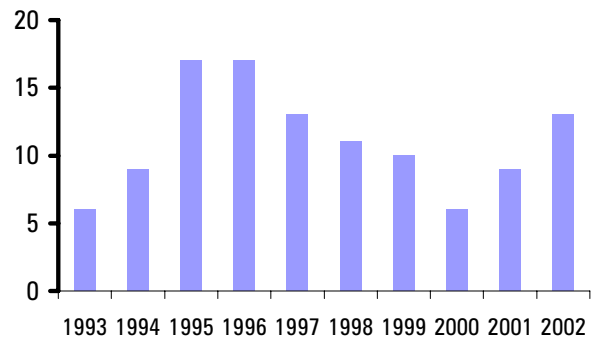
Olkiluodon laitoksen tapahtumien syyt jaoteltuna teknisiin ja ei-teknisiin eli inhimillisistä tai organisatorisista tekijöistä johtuviin syihin esitetään kuvassa 25. Inhimillisperäiset tapahtumien syyt ovat olleet kasvussa kahtena viime vuotena.



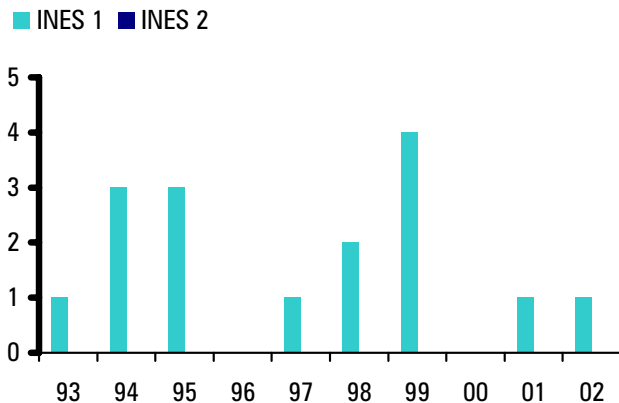
Kuva 21. Olkiluodon laitosyksiköiden energiakäyttökerroimet.



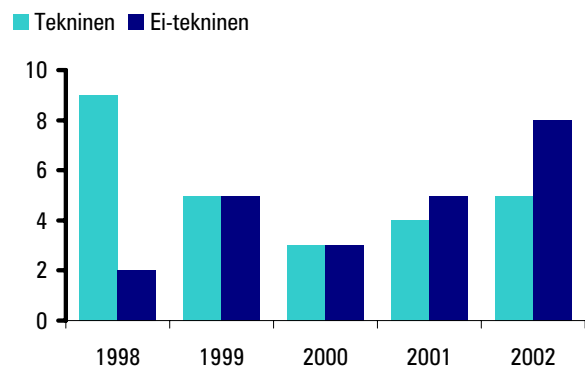
Kuva 22. Olkiluodon laitosyksiköiden reaktorien pikasulkujen lukumäärät lukuun ottamatta pikasulkukokeita (reaktori yli 5 % teholla).



Kuva 23. Olkiluodon laitoksen tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät.



Kuva 24. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen Olkiluodon laitoksen tapahtumien lukumäärät.



Kuva 25. Olkiluodon laitoksella sattuneiden tapahtumien syyt.



### 4.3.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet

Olkiluodon laitosyksiköillä oli seuraavat seitsemän tilannetta, joissa laitosyksikkö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa:

- Dieselpolttoöljyn samepisterajan ylittyminen varastosäiliöissä Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä.
- Eräiden piirturien siirto keskusvalvomosta relehuoneeseen vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä.
- Kahden polttoainepun virheellinen siirto Olkiluoto 1:llä.
- Neutronivuon valvontajärjestelmän osittainen toimimattomuus Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä.

Kuvaukset tapahtumista esitetään liitteessä 6.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärä on lisääntynyt selvästi edellisestä vuodesta. Oleellisena syynä on se, että vuoden 2002 tapahtumista kolme tapahtumaa oli sellaisia, jotka ilmenivät samasta syystä kummallakin laitosyksiköllä. Tapahtumien estämiseksi tarkoitetut laadunhallintamenettelyt ovat olleet riittämättömiä. Luvanhaltija on suunnitellut tai jo toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 26 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät vuosina 1993–2002.

Suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin STUKin myöntämien poikkeuslupien turvin. Vuonna 2002 luvanhaltija haki Olkiluodon laitosyksiköille 11 tällaista poikkeuslupaa. Hakemuksista 8 hyväksyttiin sellaisenaan ja kolmessa tapauksessa tehtiin päätös, ettei hake-

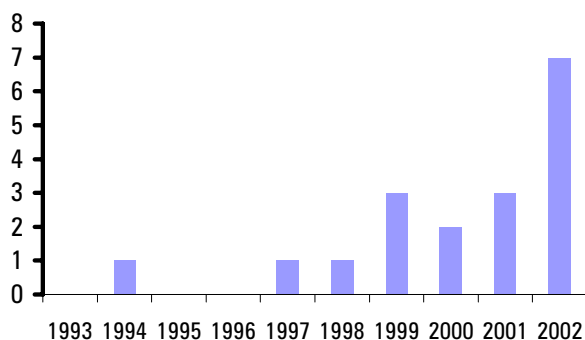
musta käsitellä. Myönnettyistä poikkeusluvista neljä koski muutostöistä johtuvia poikkeuksia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Kaksi lupaa myönnettiin viallisen laitteen aiheuttamalle poikkeustilanteelle ja samoin kaksi lupaa tarkastus- tai koestustilanteen vuoksi. Poikkeuslupien määrät vuosina 1993–2002 esitetään kuvassa 27.

### 4.3.3 Tapahtumien tutkinta

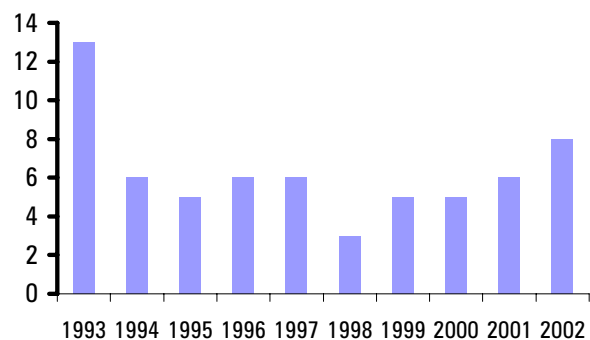
#### Olkiluoto 2:n matalapaineturbiiniventtiilien viat ja tilapäinen muutos turbiinin suojausjärjestelmässä

STUK:ssa perustettiin tammikuussa tutkintaryhmä selvittämään ja arvioimaan Teollisuuden Voima Oy:n päätöksentekoa ja sovellettuja menettelyjä Olkiluoto 2:n matalapaineturbiiniventtiilien vikojen käsittelyssä sekä pahenevien venttiiliongelmien johdosta tehdyn automaatiomuutoksen toteutuksessa. Tutkinnassa annettiin Teollisuuden Voima Oy:lle useita organisaation toimintaan ja tiedonkulkuun liittyviä suosituksia.

Matalapaineturbiinin säätö- ja pikasulkuventtiilien vikoja esiintyi ensimmäisen kerran Olkiluoto 2:lla syyskuussa 2001 tehdyissä venttiilien toimintakokeissa. Useasta yrityksestä huolimatta kahdessa höyrylinjassa jäi yksi venttiili osittain auki. Toimintakokeet tehdään kahden kuukauden välein. Myöhemmin marraskuussa 2001 ja tammikuussa 2002 tehdyissä määräaikaikokeissa auki jääneitä venttiileitä oli kaksi lisää, ja venttiilit jäivät enemmän auki kuin aikaisemmin. Määräaikaikokeet viittasivat venttiilien kunnan jatkuvaan heikentymiseen ajan myötä. Tammikuun lopulla oli epävarmaa, miten hyvin matalapaineturbiinille johtavat höyrylinjat olisivat sulkeutuneet. Kahden matalapainelinjan jääminen täysin auki



Kuva 26. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärät Olkiluodon laitosyksiköillä.



Kuva 27. Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupien määrät Olkiluodon laitosyksiköillä.



nostaisi turbiinin kierrokset selvästi turbiinilaitoksen toimittajan suositteleman kierroslukurajan yli. Lisäksi oli ilmeistä, että laitossyksikkö ei kuormanpudotuksen jälkeen olisi kyennyt siirtymään omakäyttöteholle.

Luvanhaltija suunnitteli turbiinin valmistajan avustuksella turbiinin suojausjärjestelmään muutoksen, joka laukaisee turbiinipikasulun laitos- tai generaattorikatkaisijan auetessa. Lisäksi lyhennettiin turbiinipikasulun jälkeen tapahtuvan tyhjönmurron aikaviivettä. Muutoksilla oli tarkoitus rajoittaa turbiinin kierroslukua ja vähentää turbiinin vaurioitumisriskiä kyseisissä tilanteissa.

Luvanhaltija päätti 22.1.2002, että muutokset tehdään. Muutokset toteutettiin 24.1.2002 laitoksen käydessä täydellä teholla ja ne oli tarkoitus pitää voimassa vuoden 2002 vuosihuoltoon saakka. Myöhemmin ilmeni, että tehdyt muutokset eivät venttiilien ongelmien pahetessa olisi olleet riittäviä suojaamaan turbiinia. Muutosten seurauksena laitossyksikkö ei olisi päässyt siirtymään omakäyttöteholle missään tilanteessa, eli laitossyksikkö ei olisi täyttänyt alkuperäistä suunnitelluperustettaan. Näistä johtuen Teollisuuden Voima Oy päätti vaihtaa vialliset venttiilit. Sitä varten laitossyksikkö pysäytettiin noin vuorokauden mittaiseen kuumaseisokkiin 26.1.2002. Tehty muutos turbiinin suojausautomaatiikassa palautettiin ennalleen. Poistetut venttiilit purettiin ja niiden rullalaakereiden todettiin jumiutuneen voitelurasvan kuivumisen vuoksi. Kuivumisen syynä oli uudentyypinen rasva, johon siirryttiin alkuperäisen rasvan valmistuksen loputtua ja joka ei soveltunutkaan kyseiseen kohteeseen.

STUK esitti tutkintaraportissa luvanhaltijan organisaatiota, laadunhallintaa ja turvallisuuskulttuuria sekä automaatiomuutoksia koskevia suosituksia ja edellytti niihin luvanhaltijalta selvitystä. Sen käsittely STUKissa on kesken suositusten johdosta esitettyjen toimenpiteiden keskenäisyyden vuoksi.

Tutkintaraportissa STUKin omaan toimintaan liittyvät suositukset kohdistuivat turvallisuudelle tärkeiden vikojen analysointiin ja rekisteröintiin sekä uusien tai uusittavana olevien YVL-ohjeiden voimaansaattamisprosessin selkiinnyttämiseen. STUK oli normaalin valvontatoiminnan yhteydessä saanut tietoa venttiilien koestusten yhteydessä tehdyistä vikahavainnoista. STUKilla ei ollut kuitenkaan riittävästi tietoa venttiilivikojen merki-

tyksestä pystyäkseen ennakoimaan vikojen turvallisuusmerkitystä. STUK sai tietää automaatiomuutoksesta vasta sen toteutusvaiheessa eikä sillä ollut siten mahdollisuutta esittää kantaansa asiassa ennen muutoksen tekemistä. STUKin toimintaa koskevien suositusten toteuttamisesta on laadittu toimenpidesuunnitelma.

#### 4.3.4 Turvallisuuden parantaminen

Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuutta parannettiin edelleen. Parannukset ovat perustuneet YVL-ohjeissa laitosten käyttöönoton jälkeen asetettuihin uusiin turvallisuusvaatimuksiin, todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tuloksiin sekä osittain myös laitosten käytönaikana saatuihin kokemuksiin.

Olkiluodon laitoksilla on useana vuonna tehty muutoksia, joilla parannetaan varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Vuonna 2002 Olkiluoto 2:lla vahvistettiin suojarakennuksen henkilösulku. Muutoksen jälkeen suojarakennus kestää aiempaa huomattavasti voimakkaampia yksittäisiä paineiskuja, joita saattaisi esiintyä vakavassa onnettomuudessa.

Kummankin laitossyksikön keskusvalvomoiden pulpetteihin lisättiin venttiilikohtaiset valintakytkimet, joiden avulla voidaan muuttaa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän reaktorin pinnan korkeudesta riippuvaa toimintaväliä hätäjähdytyksen varmistamiseksi eräissä onnettomuustilanteissa.

Olkiluoto 1:lla uudistettiin reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonsoitusjärjestelmä. Uudistuksella tarkennettiin säätösauvojen ohjausta, parannettiin asentotietojen ja testien raportointia ja vähennettiin häiriöitä. Lisäksi muutoksella pienennetään säätösauvojen virheellisen ulosvedon todennäköisyyttä.

Pyörivien tasa-/vaihtosähkömuuttajakoneiden korvaaminen nykyaikaisilla UPS-laitteistoilla (UPS, Uninterruptible Power System, katkeamaton jännitteensyöttö) saatiin päätökseen. Muuttajakoneiden uusimisen syynä olivat koneiden kohonneet huoltokustannukset, huono hyötysuhde ja ikääntymisen aiheuttamat viat.

Olkiluoto 1:n prosessitietokonejärjestelmän vanhimmat tietokoneet prosessiliityntälaitteistoihin uusittiin ja varustettiin käyttöliittymillä.

Turvallisuutta parantavia hankkeita kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 4.

#### 4.3.5 Todennäköisyypohjaiset turvallisuusanalyysit

Olkiluodon voimalaitoksen sääriskianalyysin tarkastus saatiin päätökseen. Analyysin mukaan sääilmiöiden ja meriveteen liittyvien ilmiöiden aiheuttama riski johtuu lähes täysin levien, merivesitunnelin simpukoiden ja supon aiheuttamasta merivesijäähdytyksen menetyksestä. Sääilmiöiden ja niihin rinnastettavien ympäristöilmiöiden aiheuttama osuus laitoksen kokonaissydänvauriotaajuudesta on noin 5 %.

Tarkastuksessa todettiin, että analyysiin liittyy erittäin suuria epävarmuuksia. Epävarmuudet koskevat toisaalta äärimmäisten sääolosuhteiden esiintymistaajuuksia ja toisaalta vastatoimenpiteiden onnistumistodennäköisyyksiä. Tarkastuksessa tuli korostuneesti esille Olkiluodon voimalaitoksen riippuvuus merivesijäähdytyksen toiminnasta.

Varsinaisia sääilmiöitä ja meriveden pinnan korkeutta koskevien analyysiosien tarkastuksessa käytettiin hyväksi Ilmatieteen laitoksella ja Merentutkimuslaitoksella vuosina 2000–2001 teetetyjä tutkimuksia.

Sääriskianalyysin tulokset eivät anna aiheutta välittömiin toimenpiteisiin laitoksella. Tarkastuksen perusteella luvanhaltijaa edellytettiin kuitenkin käsittelemään useita lisäkysymyksiä sääriskianalyysin seuraavassa päivityksessä.

#### 4.3.6 Säteilysuorallisuus

##### Työntekijöiden säteilyannokset

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2002 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2002 esitetään taulukossa II. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 10,4 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa vuosina 1998–2002.

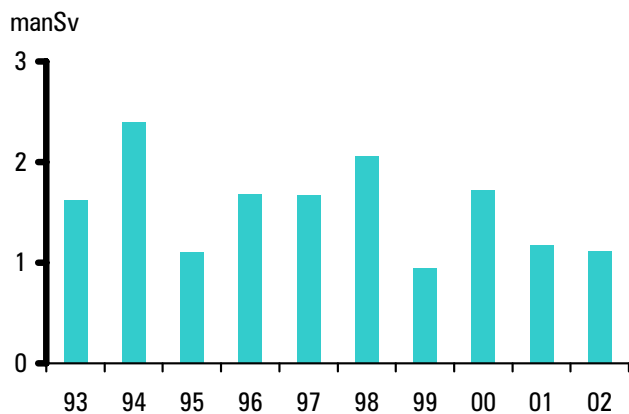
Vuonna 2002 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 0,81 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,31 manSv eli molemmilla laitoksilla yhteensä 1,12 manSv. STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitokselle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-

arvo ei ylittynyt kummallakaan laitoksella. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kollektiiviset säteilyannokset vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 28. Vuosihuoltoseisokkien aikana saatuja annoksia selvitetään erikseen liitteessä 5.

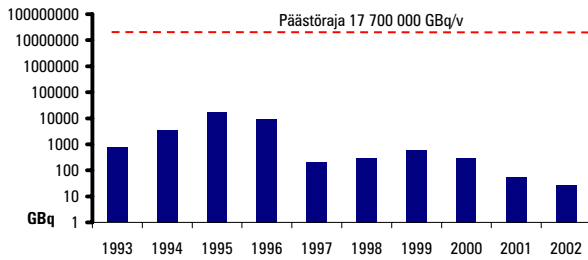
##### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2002 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Ilmaan tapahtuneet jalokaasupäästöt olivat noin 0,03 TBq, mikä on noin 0,0002 % asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 10 MBq, mikä on noin 0,009 % asetetusta päästörajasta. Hiukasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 30 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,4 TBq ja hiili 14 päästö ilmaan noin 1 TBq. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 1 TBq on noin 6 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,8 GBq, mikä on noin 0,3 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta. Kuvassa 29 esitetään jalokaasu- ja jodipäästöt ilmaan vuosina 1998–2002 ja kuvassa 30 päästöt mereen vuosina 1998–2002. Päästörajan lukuarvo ilmoittaa laitosaluetta koskevan nuklidiryhmäkohtaisen päästörajan olettaen, että muita päästöjä ei tapahtuisi. Kokonaispäästöraja lasketaan siten, että eri ryhmien päästörajojen summa on enintään 1.

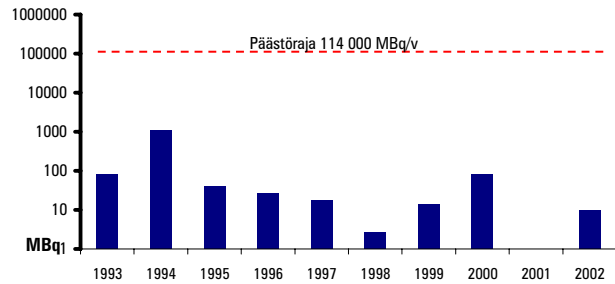
Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,07 mikroSv eli alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Laskennalliset säteilyannokset vuosilta 1993–2002 esitetään kuvassa 31.



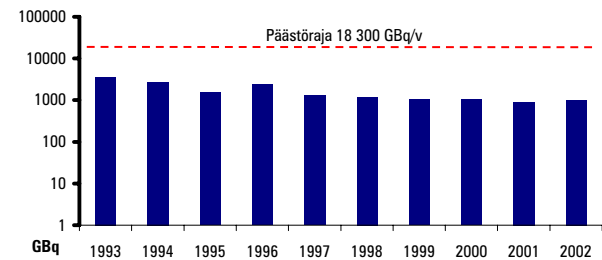
Kuva 28. Olkiluodon laitoksen työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.



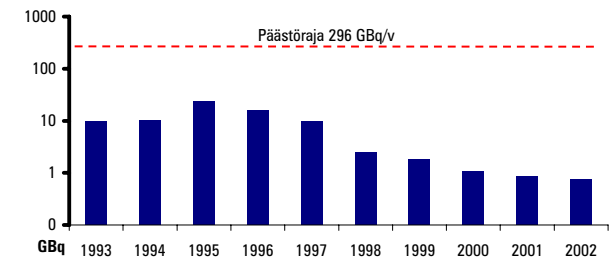
Jalokaasupäästöt krypton 87 -ekvivalentteina



Jodipäästöt jodi 131 -ekvivalentteina. Vuonna 2001 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

**Kuva 29.** Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.

Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

**Kuva 30.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.

### Ympäristön säteilyvalvonta

Ympäristön säteilyvalvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 294 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdessä ilmanäytteessä, yhdessä laskeumanäytteessä, yhdessä kalanäytteessä, kahdessa pohjaeläinnäytteessä, 15 vesikasvinäytteessä ja 14 sedimentoituvan aineksen näytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa. Havaintoja oli yhteensä 34. Kobol-

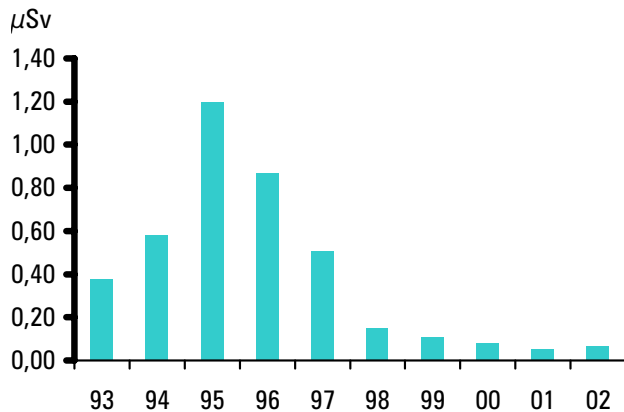
tin lisäksi yhdessä laskeumanäytteessä ja kahdessa vesikasvinäytteessä esiintyi mangaanin radioaktiivista isotooppia (mangaani 54). Lisäksi kahdessa sadevesinäytteessä ja yhdessä merivesinäytteessä oli kohonnut tritium-pitoisuus.

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

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä tehtiin lisäksi 12 ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

### 4.4 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke

Uuden ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemuksesta helmikuussa 2001 annettua STUKin alustavaa turvallisuusarviota täydennettiin tammi-kuun alussa 2002 ulkoisten uhkien kuten lentokonetörmäysten osalta. Täydennys tehtiin New Yorkin World Trade Centeriin syyskuussa 2001 kohdistuneiden terroritekojen takia. Alustavan turvallisuusarvion täydennyksen mukaan on teknisesti mahdollista rakentaa uusi ydinvoimalaitos lentokonetörmäyksen kestäväksi. Täydennykseen sisältyy törmäyskestävyyttä koskevia yleisiä turvallisuusvaatimuksia ja eräitä muita turvallisuusvaatimuksia aiempaa kattavammaksi varautumiseksi ulkoisen hyökkäyksen varalta.

**Kuva 31.** Altistuneimman väestönosan yksilölle laskemalla arvioidut Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä.

Hallitus antoi uuden ydinvoimalaitoksen rakentamista koskevan hyväksyvän periaatepäätöksen 17.1.2002 ja liitti päätökseen lausuman, jonka mukaan hallitus odottaa, että uusi ydinvoimalaitos rakennetaan tiukkojen turvallisuusvaatimusten mukaan. Tämän jälkeen periaatepäätös siirtyi eduskunnan käsittelyyn. Valmistelua johti talousvaliokunta, joka pyysi asiasta lausunnot seitsemältä muulta valiokunnalta. STUKin asiantuntijat ja johto tulivat kuulluksi sekä valiokunnissa että julkisuudessa. Lopullisessa istuntokäsittelyssä 24.5.2002 eduskunta päätti äänin 107–92 jättää periaatepäätöksen voimaan.

STUK aloitti valmistautumistyön uuden laitoshankkeen viranomaisvalvontaan eduskunnan päätöksen jälkeen. Valmistautumisen aikataulu perustuu Teollisuuden Voima Oy:n esittämään suunnitelmaan, jossa uuden laitoksen rakentamislupakäsittely osuisi vuoteen 2004 ja uusi laitos olisi valmis tämän vuosikymmenen lopulla.

Vuoden 2002 aikana STUKissa valmisteltiin alustava valvontatyön projektisuunnitelma, perustettiin valvontatyötä koordinoiva projektiryhmä sekä valmisteltiin ensimmäiset työmääräarviot koko laitoshankkeen valvonnalle. STUKin YVL-ohjeiden päivitystarpeet arvioitiin ja priorisoitiin uudelleen. Koska turvallisuus- ja riskimerkitys ovat avainasemassa laatuvaatimusten määrittelyssä ja viranomaisvalvonnan kohdistamisessa, täsmennettiin STUKin näkemyksiä järjestelmien ja laitteiden turvallisuusluokituksesta ja erilaisuusperiaatteista.

Rakentamislupakäsittelyn vaatima STUKin osaaminen ja resurssit kartoitettiin. Tällä perusteella aloitettiin uusien asiantuntijoiden ensimmäinen rekrytointivaihe, joka liittyy ennen kaik-

kea uuteen laitoshankkeeseen mutta myös muihin merkittäviin hankkeisiin kuten käynnissä oleville laitosyksiköille suunniteltuihin automaatio-uudistuksiin.

#### 4.5 Tutkimusreaktori

Sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoo 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 kohdistui mm. reaktorin laadunhallintaan, käyttöön, säteilysuojeluun, radioaktiivisten aineiden päästöihin, palontorjuntaan, valmius- ja turvajärjestelyihin sekä ydinmateriaalitoimintoihin. Reaktorin käytössä ei vuoden 2002 aikana havaittu merkittäviä ongelmia. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 2002 alittivat selvästi asetetut rajat.

VTT:n organisaatio muuttui 1.1.2002, jolloin VTT Energia ja VTT Kemianteleknikka muodostivat uuden tutkimusyksikön VTT Prosessit. FiR 1 -reaktori sijoitettiin suoraan toimialajohtajan alaisuuteen. STUK hyväksyi VTT Prosessien esityksestä heinäkuussa 2002 FiR 1 -reaktorin uuden vastuullisen johtajan sekä joulukuussa viisi reaktorin ohjaajaa.

#### 4.6 Muut ydinlaitokset

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 5.

## 5 Ydinjätehuollon valvonta

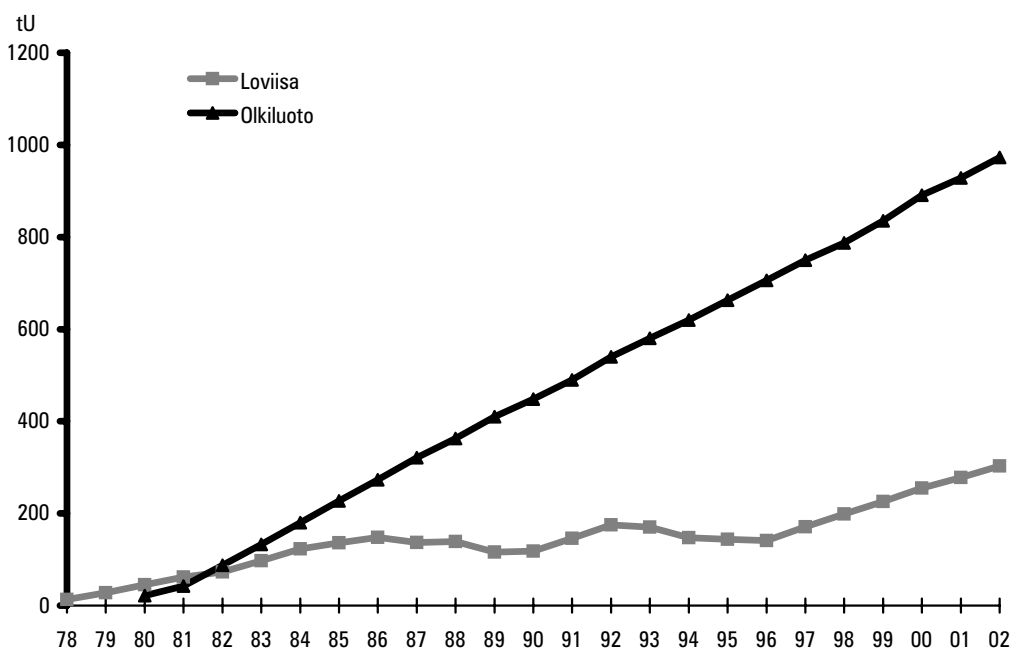
### 5.1 Käytetty ydinpolttoaine

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 32.

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. Yhtiön hakemuksesta valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Olkiluotoon. Posiva on toteuttamassa toteuttaa laajaa tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöohjelmaa, jonka tarkoituksena on varmistaa

valitun loppusijoituspaikan soveltuvuus ja hankkia loppusijoituksen turvallisuudesta varmistamiseen tarvittava tutkimustieto. Tähän tutkimusohjelmaan kuuluu mm. maanalaisen tutkimustilan rakentaminen Olkiluotoon vuodesta 2004 alkaen. Tutkimustilaa saatetaan käyttää myöhemmin varsinaisen loppusijoituslaitoksen osana, mikä on otettava huomioon tutkimustilan toteutuksen viranomaisvalvonnassa.

Posiva Oy jatkoi Olkiluodossa kallioperätutkimuksia, jotka tähtäävät alueen perustilan selvittämiseen ja tukevat maanalaisen tutkimustilan suunnittelua. STUK on perustanut näiden tutkimusten valvontaa varten neljä seurantaryhmää, joihin kuuluu myös STUKin ulkopuolisia suomalaisia ja ulkomaisia asiantuntijoita. Seurantaryhmät arvioivat vuonna 2002 erityisesti Olkiluodon kallioperän rakennemallia, suunnitelmaa maan-



Kuva 32. Laitospaikoilla varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden lopussa.

alaisen tutkimustilan sisäänmenoteistä, geohydrologian tutkimuksia ja mallinnuksia sekä kallioliikuntojen GPS-mittauksia.

Posiva jatkoi myös käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnin ja loppusijoituksen teknistä kehitystä ja suunnittelutyötä sekä turvallisuustutkimuksia, suurelta osin yhteistyössä Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa. Yhtiö raportoi kolme vaihtoehtoista kapselointilaitoksen teknistä suunnitelmaa; STUK arvioi nämä suunnitelmat turvallisuusnäkökohtien kannalta ja esitti niistä näkemyksensä Posivalle.

## 5.2 Voimalaitosjätteet

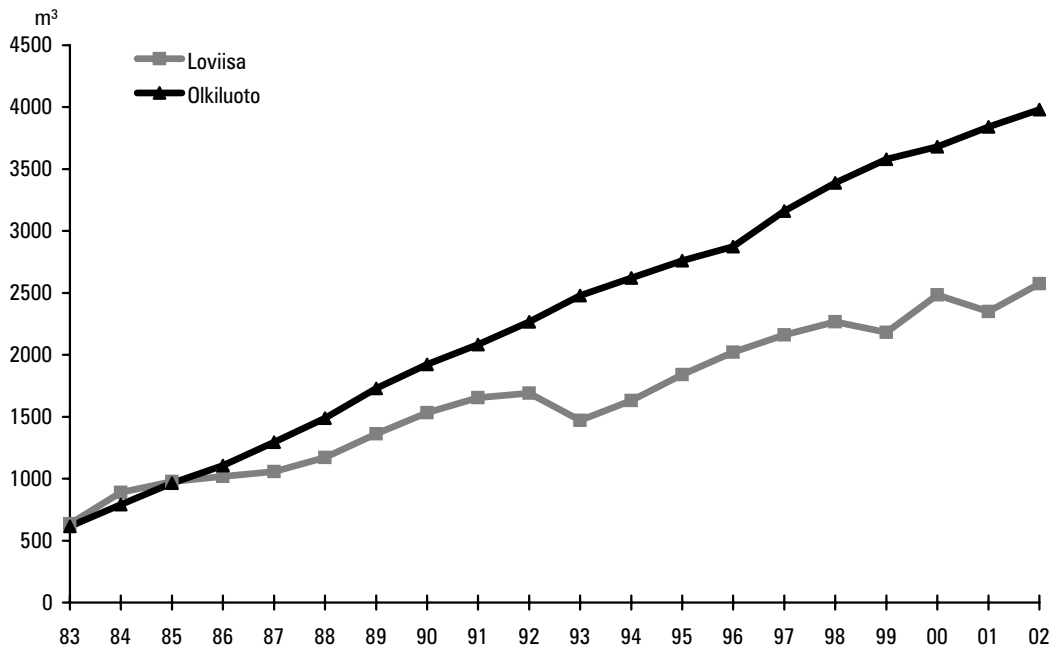
Voimayhtiöiden keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltotoimet jatkuivat vuonna 2002 aiempien käytäntöjen mukaisina. Loviisan voimalaitoksen tärkein ydinjätehanke on kiinteytyslaitos, jota koskevan alustavan turvallisuusselosteen STUK hyväksyi maaliskuussa 2001. Laitoksen rakentaminen kuitenkin siirtyi ja se aloitetaan nyky suunnitelmien mukaan vuonna 2003, jolloin laitos valmistuisi vuoden 2006 loppuun mennessä.

STUK teki voimalaitosjätteiden käsittelyä ja varastointia koskevat tarkastukset molemmille laitospaikoille. Tarkastuksissa käsiteltiin mm. jätetynnyrien radionuklidi-inventaarin määrittämistä ja jättekirjanpitoa sekä voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitosten betoni- ja kalliorakenteita.

Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa ja loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia. Jättemäärät eri vuosina ilmenevät kuvasta 33.

## 5.3 Muu valvonta

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-asetuksen 78 §:ssä tarkoitetun lausunnon voimayhtiöiden ydinjätehuollon toimenpiteistä ja suunnitelmista. Siinä arvioidaan, miten voimayhtiöt ovat edenneet ydinjätehuollon valmistelutöissä valtiohallan asettamien tavoitteisiin nähden. STUK antoi myös ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetut, ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat lausunnot, joissa arvioidaan kustannuksiin varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia.



Kuva 33. Voimalaitosjätteen määrä.



## 6 Ydinmateriaalivalvonta

### 6.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistui ydinvoimalaitosten osalta polttoaineen maahantuontiin, kuljetuksiin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Luvanhaltijat toimittivat STUKille ydinmateriaalivalvontaan liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakoilmoitukset ja raportit.

STUK myönsi Teollisuuden Voima Oy:lle neljä tuontilupaa säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonnille. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy:lle myönnettiin kaksi muuta ydinmateriaalien tuonti- ja yksi tuonti/vientilupaa. Fortum Power and Heat Oy:lle myönnettiin kaksi ydinmateriaalien tuontilupaa. VTT Prosesseille myönnettiin lupa rikastetusta uraanista valmistettujen uraanioksiditablettien tuontiin Englannista sekä lupa varaosasaätösauvakoneistojen vientiin ja takaisin tuontiin USA:sta. Luettelo myönnetyistä luvista on liitteessä 2.

Loviisan voimalaitokselle tehtiin vuonna 2002 yhteensä 9 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle yhteensä 17 tarkastusta. Euratom ja Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA olivat mukana näistä 23 tarkastuksessa.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori, jossa vuonna 2002 tehtiin yksi tarkastus. Tarkastukseen osallistui STUK, IAEA ja Euratom. Lisäksi valvonnan piiriin kuuluvat Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratorio, OMG Kokkola Chemicals ja STUK.

Ydinmateriaalivalvonnassa varmennetaan eri verifointimenetelmien avulla, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähtytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Mittauksin voidaan varmentaa myös muita

ydinturvallisuuteen liittyviä asioita alkaen käytöturvallisuudesta jatkuen aina loppusijoitukseen. Vuonna 2002 STUK todensi ainetta rikkomattomien mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 94 ja Loviisan voimalaitoksella 10 käytettyä polttoainepippua.

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet.

Vuonna 2002 STUK hyväksyi 16 Euratomin ja 11 IAEA:n uutta tarkastajaa tarkastamaan Suomen ydinlaitoksia.

### 6.2 Ydinmateriaalivalvonnan uudistuminen

Kansainvälistä valvontaa toteuttivat IAEA ja EU:n Euratom Safeguards-toimisto. IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseettomien maiden, Euratomin ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193). Euratomin valvonta perustuu Euroopan atomienergiayhteisön perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (Euratom Regulation 3227/76).

IAEA:n valvonnan vahvistamista koskevan lisäpöytäkirjan mukaiseen valvontaan liittyen STUK osallistui IAEA:n ja Euratomin järjestämiin tiedonvaihto- ja konsultaatiokokouksiin. Suomessa VTT:llä toteutettu kenttätesti lisäpöytäkirjan mukaisen valvonnan toteuttamiseksi on saatu Suomen osalta päätökseen. IAEA teki 11.10.2002 kenttätestiin liittyvän täydentävän tarkastuskäynnin (complementary access) VTT:llä. Lisäpöytäkirjan nojalla IAEA voi suorittaa täydentäviä tarkastuskäyntejä 24 tunnin varoitusajalla laitosalueella. Testi osoitti, että IAEA:n ja STUKin väliset yhteydet toimivat: STUK sai tarkastusinformaation välittömästi valmiusjärjestelmän

kautta ja STUKin oli mahdollista huolehtia omalta osaltaan tarkastuksen kulusta. Sitä vastoin Euratom ei saanut IAEA:n toimittamaa tarkastusilmoitusta ajoissa eikä ehtinyt osallistumaan täydentävälle tarkastuskäynnille. STUK on osallistunut asiantuntijana myös Ruotsin SKI:n pyynnöstä laitosalueen määrittelyjä koskeviin keskusteluihin ja kokouksiin.

Ydinpolttoaineen loppusijoittaminen maanalaisiin tiloihin asettaa uudenlaisia haasteita safeguards-valvonnan toteuttamiselle, koska ydinainetta ei enää kapseloinnin jälkeen ole käytännössä mahdollista todentaa. STUK käynnisti valmistelutyön kansallisten vaatimusten luomiseksi kapselointi- ja loppusijoitustilaa varten. Tavoitteena on luoda valvontakriteerit, jotka kattavat niin kansallisten kuin kansainvälistenkin valvontaorganisaatioiden tarpeet.

### **6.3 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta**

Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. Vuonna 2002 STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kul-

jetusonnettomuutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa. Merkittävimmät ydinaineiden kuljetukset olivat tuoreen polttoaineen tuonnit Suomen ydinvoimalaitoksille Saksasta, Ruotsista ja Venäjältä. STUK hyväksyi näitä koskevat suunnitelmat ja kaksi pakkaustyyppiä käytettäväksi Suomessa. Vuoden 2002 aikana tehdyistä kuljetuksista valittiin yksi ydinpolttoaineen kuljetus, joka tarkastettiin yksityiskohtaisesti.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Vuosina 2002 ja 2001 ei rajalta käännytetty yhtään luvatonta radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Enimmillään käännytysten määrä oli vuonna 1997, jolloin Suomen rajalta käännytettiin 23 radioaktiivista kuljetusta. Lukumäärään vähenemiseen on osaltaan vaikuttanut se, että lähettäjät ja vastaanottajat ovat koulutuksen ja kokemuksen kautta oppineet tiedostamaan radioaktiivisuuden mahdollisuuden romussa. Valvonta on tehostunut, samalla kun romun kuljetukset ovat vähentyneet.

Ydinmateriaalivalvontaa käsitellään yksityiskohtaisemmin raportissa STUK-B-YTO 222.



## 7 Turvallisuustutkimus

STUKin rahoittama turvallisuustutkimus kohdistuu pääasiassa kahteen alueeseen: turvallisuuden arviointiin liittyvien menetelmien ja asiantunteumuksen kehitys sekä viranomaispäätösten suoraan tueksi tarvittavat tutkimukset. Edellistä palvelevat ennen kaikkea ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevat kansalliset tutkimusohjelmat FINNUS ja KYT. Näiden ohjelmien ulkopuolella pidetään ne tutkimukset, jotka STUK tilaa päätöksensä liittyen ja joiden on oltava luvanhakijan tai -haltijan vastaavista tutkimuksista riippumattomia. Näiden kahden pääalueen lisäksi STUK teettää myös erillisiä tutkimuksia, jotka palvelevat viranomaisvalvonnan kehittämistä.

STUKin asiantuntijat ohjasivat ja seurasivat käynnissä olevia FINNUS- ja KYT-ohjelmia sekä osallistuivat FINNUSin jatkoksi kehitetyn SAFIR-ohjelman suunnitteluun. SAFIR-ohjelman raamit perustuvat tälle vuosikymmenelle tunnistettuihin ydinvoimalaitosten turvallisuushaasteisiin, joita on monia johtuen käyviin laitosten ikääntymisestä ja uudistuksista sekä uudesta laitoshankkeesta.

Vuonna 2002 päättyneen FINNUS-tutkimusohjelman yleiset tutkimusteemat olivat ydinvoimalaitosten ikääntyminen, reaktorionnettomuudet ja erilaiset riskit. Tutkimusohjelma koostui 11 tutkimusprojektista, joiden tulokset on esitetty web-osoitteessa [www.vtt.fi/ene/nuclear](http://www.vtt.fi/ene/nuclear). Samasta osoitteesta löytyvät myös perustiedot uudesta SAFIR-ohjelmasta. Yksi kansallisten ohjelmien tärkeimpiä tehtäviä on seurata kansainvälisiä yhteistyöhankkeita. Reaktoriturvallisuuden alueella osallistuttiin useisiin hankkeisiin OECD/NEA:n puitteissa sekä USA:n turvallisuusviranomaisen NRC:n kanssa. FINNUS-ohjelman ulkopuolisista

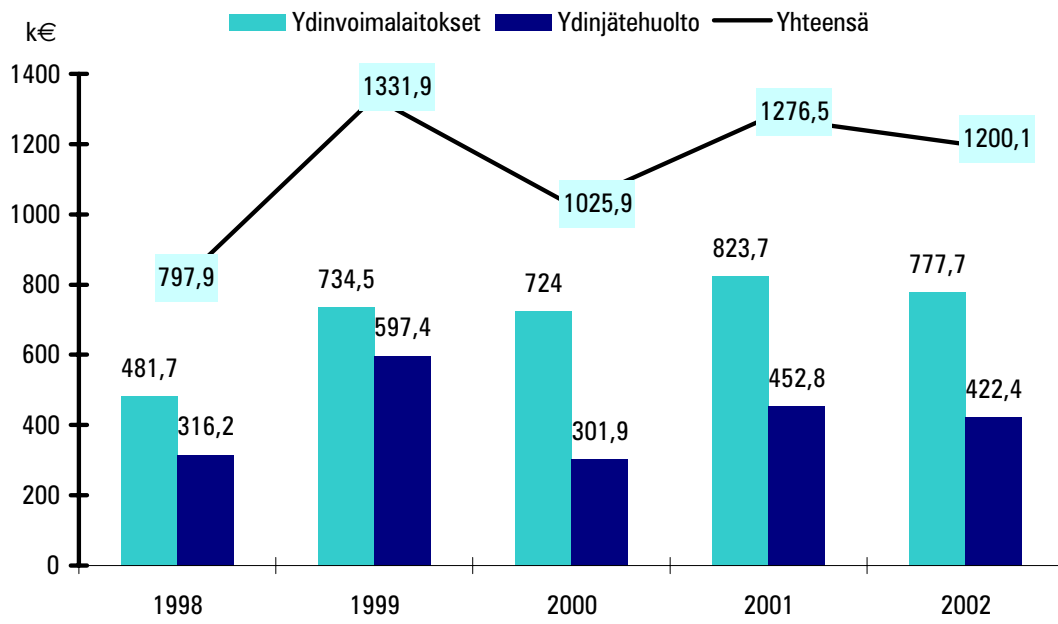
STUKin tilaamista tutkimushankkeista merkittävimmät liittyivät vuonna 2002 paloturvallisuuden sekä ydinvoimalaitosten ulkopuolelta tuleviin uhkiin.

KYT-ohjelman painopistealueet olivat vuonna 2002 samat kuin aiemminkin JYT2001-ohjelmassa eli geotieteet, tekniset vapautumisesteet, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen, turvallisuusanalyysit sekä tekniset ratkaisut. Lisäksi KYT-ohjelmaan on kuulunut yhteiskuntatieteellisiä tutkimusaiheita. KYT-ohjelmaa koskevia tietoja on esitetty web-osoitteessa [www.vtt.fi/pro/tutkimus/kyt](http://www.vtt.fi/pro/tutkimus/kyt).

STUK tilasi ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevat tutkimukset ja selvitykset ulkopuolisilta organisaatioilta, joita vuonna 2002 olivat VTT Tuotteet ja tuotanto, VTT Prosessit, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, VTT Tietotekniikka, Geologian tutkimuskeskus GTK, Merentutkimuslaitos MTL, TKK Matematiikan laitos/Mekaniikka, TKK Materiaali- ja kalliotekniikan osasto, TKK Maanmittausosasto, HY Radiokemian laboratorio, HY Seismologian laitos, Uppsalan Yliopisto, Enterpris Ltd (Englanti), Enviro Consulting Ltd (Skotlanti), Geosigma AB (Ruotsi), Royal School of Mines, Imperial College (Englanti), NEMKO Product Services Oy sekä Serco Assurance (aikaisemmin AEA Technology plc) Inspection Validation Centre (IVC).

Liitteessä 8 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2002 valmistuneet turvallisuustutkimukset. Kuvassa 34 esitetään ydinturvallisuustutkimuksista vuosina 1998–2002 maksetut kulut.

Ajankohtaisista ydinturvallisuustutkimuksista ja valmistuneista julkaisuista tiedotetaan STUKin web-sivuilla [www.stuk.fi/tutkimustoiminta](http://www.stuk.fi/tutkimustoiminta).



Kuva 34. Ydinturvallisuustutkimusten kustannukset.

## 8 Valmiustoiminta

STUKissa pidettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia STUKin oman valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. Oman onnettomuusvalmiuden lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Tällaisia poikkeavia tilanteita ei vuonna 2002 ollut.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa 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.

Vuonna 2002 järjestettiin kaksi Suomen ydinvoimalaitoksia koskevaa valmiusharjoitusta, joihin STUK osallistui. Olkiluodon laitosta koskevaan pelastustoimintaharjoitukseen 15.10.2002 osallistui useita kotimaisia viranomaisia paikallis-, alue- ja keskushallinnosta. Harjoituksessa testattiin viranomaisten välistä yhteistoimintaa, tilannekuvan muodostamista ja tiedonvälittämistä väestölle ja tiedotusvälineille. Myös pohjoismai-

set säteily- ja ydinturvallisuusviranomaiset seurasivat STUKin välittämää tilannekuvaa. Loviisan laitoksen valmiusharjoitus oli 22.11.2002 ja STUK osallistui siihen valmiussuunnitelman mukaisesti. Harjoituksen keskeisenä tavoitteena STUKissa oli valmiusorganisaation järjestäytyminen ja toiminnan käynnistäminen, sillä henkilöstöä ei nimetty etukäteen harjoitukseen eikä heille ilmoitettu harjoitusajankohtaa. Loviisan laitoksella pidettiin paloharjoitus 29.5.2002 ja 4.12.2002. Olkiluodon laitoksen paloharjoitus järjestettiin 25.11.2002.

STUK osallistui myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin, joihin vuonna 2002 ei sisältynyt varsinaista laitostilanteen analysointia. Venäjän Bilibinon ydinvoimalaitosta koskevassa harjoituksen 21.8.2002 keskeisenä tavoitteena oli kansainvälinen tiedonvaihto onnettomuustilanteessa. EU:n rahoittamassa neljän harjoituksen sarjassa testattiin 27.2.2002 ja 28.5.2002 ydinvoimalaitosonnettomuuden yhteydessä käytettäviä päätöksenteon tukijärjestelmiä, joilla arvioidaan onnettomuuden aiheuttamia haittavaikutuksia ympäristössä sekä eri suojeletoimenpiteistä saatua hyötyä.

## 9 Viestintä

Ydinturvallisuusvalvontaa koskevista asioista tiedotettiin julkisuuteen sekä oma-aloitteisesti että vastaamalla tiedotusvälineiden kysymyksiin. Tiedotteita annettiin 13:sta aiheesta ja niitä julkaistiin lehdistötiedotteina, YLEn Teksti-TV:n sivuilla ja STUKin omilla Internet-sivuilla. Lisäksi aihepiireistä julkaistiin kirjoituksia STUKin neljä kertaa vuodessa ilmestyvässä ALARA-lehdessä. Tiedotusvälineille ja sidosryhmille toimitettiin neljännesvuosiraportit Suomen ja sen lähialueiden ydinturvallisuudesta.

Suomen ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista asioista STUK tiedotti Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokissa tapahtuneesta primääripiirin veden boorihappopitoisuusrajan alituksesta. Myös vuosihuoltoseisokissa sattuneesta työtaturmasta tiedotettiin. Ydinvoimalaitostapahtumien lisäksi tiedotteet julkaistiin Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokeista sekä myös kolmesta muusta katkoksesta sähköntuotannossa.

Tiedotteella kerrottiin myös uuden ydinvoimalaitoksen alustavan turvallisuusarvion täydentämisestä.

Kansainvälisen yhteistyön asioista tiedotettiin ydinturvallisuussopimuksen arviointikokouksesta, STUKin johtajan nimityksestä IAEA:n turvallisuussäädöksiä kehittävän komitean puheenjohtajaksi sekä asiantuntijoiden kouluttamisesta STUKissa ydinkoekiellon valvontaan. Tiedote annettiin myös salassa pidettäväksi tarkoitettujen ydinaseohjelmien paljastamiseksi kehitettävästä järjestelmästä.

STUKin julkaisemat tiedotteet ovat luettavissa STUKin Internet-sivuilla.

STUKin Internet-sivuilla olevan Lukijan Linkin välityksellä kansalaiset esittivät kysymyksiä STUKin asiantuntijoille. Vuonna 2002 Lukijan Linkkiin tuli 250 kysymystä, joista 6 % kosketti ydinenergian käyttöä koskevia asioita.

## 10 Kansainvälinen yhteistyö

### IAEA-yhteistyö

IAEA jatkoi ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (entinen ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. Uusimistyö alkaa olla loppusuoralla ja valmistunee lähivuosina. STUK valmisteli IAEA:lle useita Suomelta pyydettyjä lausuntoja ohjeluonnoksista. STUKista osallistuttiin myös ohjeluonnoksien valmistelutyöryhmien työhön. STUKin edustaja kutsuttiin NUSSC-komitean (nuclear safety) puheenjohtajaksi. STUKin edustajat toimivat myös WASSC- (waste safety) ja RASSC- (radiation safety) komiteoissa.

Kansainvälinen ydinturvallisuussopimus edellyttää kolmen vuoden välein laadittavan selonteton esittämistä sopimuksen velvoitteiden täyttämistä. Järjestyksessään toinen tarkastelukokous ajoittui vuoteen 2002. Suomen selonteko valmistettiin STUKin johdolla. Keväällä pidetyssä tarkastelukokouksessa Suomea edustivat ulkoasiainministeriön, STUKin, Teollisuuden Voima Oy:n ja Fortum Power and Heat Oy:n edustajat. STUKin edustaja toimi tarkastelukokouksessa raportoinnin tehtävässä. Suomen raportti sai myönteisen vastaanoton. Selontekoon ei esitetty ainoatakaan huomautusta, joista Suomen pitäisi raportoida seuraavassa kokouksessa vuonna 2005.

STUK toimi Suomen yhteysorganisaationa seuraavissa IAEA:n ylläpitämissä ydinlaitoksia koskevissa tiedonvaihtojärjestelmissä:

- Ydinvoimalaitostapahtumien raportointijärjestelmä (IRS, Incident Reporting System)
- Tutkimusreaktoritapahtumien raportointijärjestelmä (IRSRR, Incident Reporting System for Research)
- Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakuusluokitus (INES, International Nuclear Event Scale)
- Sähköä tuottavien reaktorilaitosten informaatijärjestelmä (PRIS, Power Reactor Information System).

IRS-, INES- ja IRSRR-järjestelmiin ei Suomesta ollut raportoitavia tapahtumia. PRIS-järjestelmään toimitettiin vuosittaiset tiedot Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä.

STUKin edustaja työskenteli IAEA:n ydinmateriaalivalvonnan tukiohjelman rahoituksella Itä- ja Keski-Euroopan avustusohjelmien koordinaattorina. Ulkoasiainministeriö rahoittaa ohjelmaa, jonka toimeenpanija on STUK. Ohjelman tavoitteena on IAEA:n valvontamenetelmien kehittäminen, tarkastajien koulutus ja asiantuntija-apu.

STUKin edustaja osallistui IAEA:n asiantuntijana ydinturvallisuusviranomaisen toimintaa koskevaan IRRT-arviointiin Slovakiassa. STUK:n asiantuntijat toimivat luennoitsijoina IAEA:n kehittämällä ydinturvallisuutta ja viranomaistoimintaa käsittelevillä, Itä-Euroopan maiden viranomaisorganisaatioiden edustajien ammattitaitoa edistävillä kursseilla Ranskassa ja Saksassa. STUKin asiantuntijat ovat muutoinkin osallistuneet näiden kurssien kehittämiseen. STUKin asiantuntijat toimivat luennoitsijoina myös jätehuollon säteilysuojelukysymyksiä käsittelevällä IAEA:n kurssilla Moldovassa, ydinturvallisuuden tiedotustoimintaa ja avoimuutta koskevassa koulutustilaisuudessa Sloveniassa ja Keski-Euroopan ydinvoimatilanteen tiedottamista koskevassa koulutustilaisuudessa Puolassa.

### OECD/NEA-yhteistyö

OECD:n ydinenergiayksikön (NEA) kautta kanoitui pääosa turvallisuustutkimukseen liittyvää kansainvälisestä yhteistyöstä. Lisäksi järjestö tarjosi tilaisuuden viranomaisten väliseen mielipiteiden vaihtoon ajankohtaisissa ydinturvallisuuskysymyksissä. STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä järjestön pääkomiteoissa. Pääkomiteoiden toimialat ovat

- turvallisuustutkimus (CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations),

- ydinturvallisuusvalvonta (CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities),
- säteilyturvallisuus (CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health) ja
- ydinjätehuolto (RWMC, Radioactive Waste Management Committee).

STUKin pääjohtaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana. STUK osallistui myös CNRA:n tarkastuskäytäntöjä käsittelevän työryhmän WGIP (Working Group on Inspection Practices) ja tiedotustoimintaa käsittelevän työryhmän WGPC (Working Group on Public Communication) toimintaan sekä CSNI:n kaikkien kuuden työryhmän toimintaan. CSNI:n työryhmien toimialat olivat

- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)
- ydinvoimalaitosten laitteiden ja rakenteiden eheys (IAGE, Working Group on Integrity of Components and Structures)
- ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)
- ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment),
- inhimilliset ja organisatoriset tekijät (SEGHOF, Special Expert Group on Human and Organisational Factors)
- ydinpolttoaineen turvallisuusmarginaalit (SEGFSM, Special Expert Group on Fuel Safety Margins).

STUKin edustaja toimi CRPPH:n työryhmän EGRO (Expert Group on Effluent Release Options) puheenjohtajana.

### EU-yhteistyö

STUK osallistui EU:n ministerineuvoston alaisen atomiasianryhmän (AQG) muodostaman ad-hoc-työryhmän Working Party on Nuclear Safety (WPNS) toimintaan, jossa arvioitiin EU-hakijamaiden ydinturvallisuutta. Työryhmä oli kokoonnutunut ensimmäisen kerran keväällä 2001. Vuoden 2001 arvioon liittyi kullekin maalle osoitettuja toimenpidesuosituksia, joiden toteutumistilanne arvioitiin keväällä 2002. Arvioinnin tuloksena todettiin, että Slovakia, Slovenia, Tshekki ja Unkari ovat ydinturvallisuudeltaan EU:n tasoa vastaavia. Liettualla olisi vielä kehityskohteita eräiden tär-

keiden turvallisuusparannusten toteuttamisessa. Myöhemmin ajankohtaiseksi tulevien maiden, Bulgarian ja Romanian, kohdalla on myös vielä parannettavaa.

STUK osallistui Euroopan komission neuvooantavan A31-asiantuntijaryhmän työhön. Ryhmän päätehtävät liittyvät säteilysuojeluun. Joulukuussa 2002 ryhmä antoi myös lausunnon komission esityksestä ydinturvallisuudirektiiveiksi (ns. Nuclear Package).

STUK osallistui NRWG:n ainetta rikkomattomien koetusten päteväntä käsittelevän työryhmän toimintaan. Työryhmä on saanut tehtäväkseen vaihtaa kokemuksia päteväinnin toteutuksesta ja kehityksestä Euroopan eri maissa sekä seurata ja arvioida tarkastusten päteväntä viranomaisten näkökulmasta. Kokemusten vaihtamiseksi ryhmä toimitti kyselyn jäsentensä ja EU-jäsenyyttä hakeneiden maiden piirissä.

STUK osallistui myös NRWG:n turvallisuuskriittistä ohjelmistoa käsittelevän ryhmän toimintaan. Työryhmä on saanut tehtäväkseen koota EU-viranomaisten yhteiset näkemykset turvallisuuskriittisten ohjelmistojen vaatimuksista.

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 Euroopan Unionin suuntaamaan Itä-Euroopan kansallisia viranomaisorganisaatioita ja niiden tukiorganisaatioita tukevaan Phare- ja Tacis-yhteistyöhön EU:n Regulatory Assistance Management Groupin (RAM-G) toiminnan kautta. STUKin pääjohtaja toimi RAM-G:n puheenjohtajana ja STUKin edustaja toimi lisäksi ryhmän jäsenenä. Ryhmä arvioi EU:n valmisteleminen viranomaistoimintaa tukevien projektien asianmukaisuutta. STUK osallistui myös käynnissä olleisiin Tacis-projekteihin. Lisäksi STUK osallistui EU:ta tukevan CONCERT-viranomaistyöryhmän toimintaan, johon kuuluvat EU:maiden ja hakijamaiden ydinturvallisuusviranomaispäälliköt. Ryhmä kokoontui kaksi kertaa keskustelemaan EU:hun liittyvistä viranomaistoimintaa sivuavista kysymyksistä.

## NKS-yhteistyö

Pohjoismaisen ydinturvallisuusyhteistyön NKS:n uusi ohjelma käynnistettiin vuonna 2002. Uuden ohjelman työtä johtaa kaksi vastuullista ohjelmapäällikköä entisen seitsemän projektipäällikön sijaan. STUK vastaa uuden ohjelman reaktoriturvallisuutta koskevan osa-alueen johtamisesta ja osallistuu myös valmius- ja ympäristöalueen ohjelman suunnitteluun ja työhön. Lisäksi STUKista on edustus NKS:n johtoryhmässä.

Uudessa ohjelmassa ei pyritä ennakolta suunnittelemaan työtä neljää vuotta eteenpäin. Tämä muutos mahdollisti periaatteessa tutkimustyön aloittamisen jo hyvissä ajoin ensimmäisenä vuonna, missä myös käytännössä onnistuttiin hyvin. Reaktoriturvallisuutta koskevat, jo käynnistetyt hankkeet liittyvät hyvin Suomen kansalliseen tutkimusohjelmaan ja tutkimustarpeisiin. Valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työssä on myös mukana monia asiantuntijoita STUKista ja Suomelle tärkeitä painotuksia.

Uuden ohjelman sisältö palvelee kokonaisuudessaan erittäin hyvin pohjoismaisten viranomaisien yhteistyötä, mikä on NKS-työn pysyvä tavoite.

## Kahdenvälinen 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 säännöllisin tapaamisoin, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan kysymyksistä. Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI:n kanssa jatkettiin tiedonvaihtoa säteilyannoksista, jotka suomalaiset olivat saaneet työskennellessään Ruotsin ydinvoimalaitoksilla ja ruotsalaiset Suomen ydinvoimalaitoksilla.

STUKin edustaja toimi Belgian ydinturvallisuusviranomaisen tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtajana sekä osallistui Liettuan vastaavan neuvottelukunnan toimintaan pysyvänä jäsenenä.

Yhteistyö USA:n turvallisuusviranomaisen (USNRC) kanssa keskittyi tietojen vaihtoon kumpaakin osapuolta kiinnostavista ydinturvallisuusasioista. STUKin edustaja työskenteli vuoden ajan USNRC:llä vierailevana asiantuntijana. STUK jatkoi lisäksi yhteistyössä USNRC:n ja Valtion

teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) kanssa polttoaineen häiriö- ja onnettomuustilanteissa analysoivan FRAPTRAN/GENFLO-ohjelman kehitystyötä. Asiaa koskeva yhteistyösopimus NRC:n ja STUKin välillä saatiin valmiiksi ja allekirjoitettiin. Ohjelman ensimmäinen versio asennettiin PNNL:ään (Pacific Northwest National Laboratory) ja otettiin käyttöön VTT:llä. Lisäksi ANL:ään (Argonne National Laboratory) on toimitettu yhteistyössä Fortum Servicen kanssa Zr1%Nb suoja-kuorimateriaalia USNRC:n LOCA- eli jäähdytteenmenetysonnettomuustesteihin.

Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen tukiorganisaation IRSN:n kanssa jatkettiin ydinvoimalaitosten todennäköisyyspohjaiseen turvallisuusanalyysiin (PSA) liittyvään tiedonvaihtoon ja paloriskianalyysin menetelmien kehittämiseen liittyvää yhteistyötä.

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

Australian viranomaisen (ASNO, Australian Safeguards and Non-proliferation Office) kanssa jatkettiin yhteistyötä ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimitti ASNO:lle sovitun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista ja täällä olevista ydinaineista.

## Ydinkoekiellon valvonta

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toimivan organisaation rakentamiseksi. Sopimuksen todentamista varten perustetun kansainvälisen havaintoverkon radioaktiivisuutta valvovien asemien hoitajia koulutettiin asemien ylläpidon varmistamiseksi. Tietokeskuksen oma automaattinen rutiinivalvonta toimi koko vuoden. Rutiinivalvontaan kehitettiin hälytysjärjestelmä, joka välittää tiedot poikkeavista havainnoista tietokeskuksen henkilökunnalle. Tietokeskus ei havainnut poikkeavia havaintoja vuoden 2002 aikana.

Tietokeskuksen käyttämän analyysiohjelman soveltuminen radioaktiivisten jalokaasunäytteiden analysointiin varmistettiin.

STUK solmi sopimuksen tietokeskuksen käyttämän analyysiohjelmiston valmistajien kanssa



ohjelmiston luovuttamisesta muiden maiden kansallisille tietokeskuksille käytettäväksi ydinkoe-kiellon valvontaan.

### **Muu yhteistyö**

STUK osallistui EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association) työhön ja järjesti ryhmän kokouksen marraskuussa Helsingissä. Vuoden 2002 aikana saatiin päätökseen ydinturvallisuusvaatimusten harmonisoinnissa käytettävän menetelmän kehittäminen ja käyttökelpoisuuden testaaminen. Pilot-tyyppinen harmonisointitarpeen arvio suosituksineen valmistui kuudesta turvallisuusaiheesta. Työryhmään osallistui kahdeksan Länsi-Euroopan maan ydinturvallisuusviranomaisen edustajat. Työryhmä laati lisäksi ehdotuksen WENRA:lle laajemmasta, 15 uutta turvallisuusaihetta käsittävästä projektistä.

VVER-laitoksia käyttävien maiden viranomaisen yhteistyöelin Co-operation Forum for VVER Regulators kokoontui heinäkuussa Unkarissa. Työryhmän ”Equipment and Building Structures Ageing Management for WWER type NPPs” loppuraportti valmistui ennen kokousta. Raportti käsittelee höyrystimien ikääntymisilmiöitä ja se esiteltiin Forumin kokouksessa. Kokouksessa perustettiin uusi työryhmä STUKin johdolla todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien vertaamiseksi, ja STUK sai myös tehtäväkseen järjestää

seminaarin viranomaisen käyttötoimintaa koskevien tarkastuskäytäntöjen vertaamiseksi jatkona Venäjällä ja Ukrainassa suoritetuille vertailuille.

STUK osallistui pienten ydinvoimavaltioiden yhteistyöelimen NERS (Network of Regulators of Small Nuclear Programs) työhön. Vuonna 2002 erityisaiheita olivat viranomaisohjeiden sitovuus, viranomaisen ja voimayhtiöiden turvallisuusanalysointityössä käytettyjen tietokoneohjelmien riippumattomuus sekä ainetta rikkomattomien testausmenetelmien pätevänti. NERS:llä oli vuonna 2002 yksi kokous ja se pidettiin Bratislavassa.

Ydinlaitosten käyttöön hallintaa (PLIM) koskevan säännösten kehittämiseksi tarkoitettussa DOCUM-projektissa käytiin vuonna 2002 vilkasta tiedonvaihtoa ja järjestettiin kaksi asiantuntijataapaamista. Venäjän atomivoimaministeriön kansainväliselle ydinturvallisuuskeskukselle luovutettiin STUKissa virkatyönä laadittu, Suomen ydinlaitoksilta saatuihin kokemuksiin perustuva asiantuntija-arvio Venäjän ydinlaitoksille soveltuvista PLIM-tietojärjestelmistä. DOCUM-projektin näin päätyttyä käynnistettiin PLIM-tietojärjestelmien toteutusta varten ulkoasiainministeriön lähialueyhteistyöbudjetista rahoitettu avustushanke, jonka kohteena on Leningradin ydinvoimalaitos. Toteutus perustuu Fortum Engineeringissä kehitettyyn painelaitteiden tarkastustietojen hallintajärjestelmään.



## 11 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto ja se toimii Säteilyturvakeskuksen yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Neuvottelukunta asetettiin uudelleen 16.8.2000 ja sen toimikausi päättyi 15.8.2003.

Neuvottelukunnan puheenjohtajana toimii professori Pentti Lautala (TTKK) ja varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT). Vuoden 2002 aikana jäseninä toimivat 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 toimi STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja johtaja Christer Viktorsson (SKI, Ruotsi). Neuvottelukunta kokoontui vuoden 2002 aikana seitsemän kertaa. Vuoden aikana professori Lähteenmäki jäi eläkkeelle ja hänen tilalleen valtioneu-

vosto nimitti johtaja Ulla Koivusaaren Pirkanmaan ympäristökeskuksesta.

Neuvottelukunta on perustanut valmistelemaa työtä varten kolme jaostoa, jotka ovat reaktoriturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita. Jaostot pitivät vuoden aikana yhteensä viisi kokousta.

Vuoden 2002 aikana neuvottelukunta käsitteli kaikkiaan kahdeksaa YVL-ohjelunosta, jotka STUK oli lähettänyt sille lausunnon. Lausunto valmisteltiin kuudesta luonnoksesta ja kahden lausunnon antaminen siirtyi seuraavalle vuodelle. Neuvottelukunta seurasi säännöllisesti kotimaisten ja ruotsalaisten laitosten käyttötapahtumia ja tutustui asiantuntijakatsauksin mm. ydinvastuujärjestelyiden muutoksiin, uusiutuviin kansallisiin turvallisuustutkimusohjelmiin, FIN5-hankkeen etenemiseen, ydinmateriaalivalvonnan käynnissä olevaan laajentumiseen ja kansainvälisiin toimintoihin (OECD/NEA, WENRA, EU) ydinturvallisuusosalalla.

# LIITE 1 STUKin ydinturvallisuustunnusluvut

## A Ydinvoimalaitosten turvallisuutta kuvaavat tunnusluvut (valvontatoiminnan vaikuttavuus)

### A.I TURVALLISUUS JA LAATUKULTTUURI

#### A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen

A.I.1a Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden viat

A.I.1b Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden kunnossapito

A.I.1c Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vikojen kesto

A.I.1d Kunnossapitovirheet

A.I.1e Toiminnan estävät yhteisviat

A.I.1f Potentiaaliset yhteisviat

A.I.1g Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset

A.I.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista

A.I.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys

A.I.4 Säteilyleftistus

A.I.5 Päästöt

A.I.6 Dokumentointi

A.I.7 Laitoksen ylläpitoinvestoinnit

### A.II KÄYTTÖTAPAHTUMAT

A.II.1 Tapahtumien määrä

A.II.2 Tapahtumien riskimerkitys

A.II.3 Tapahtumien syyt

A.II.4 Palohälytysten määrä

### A.III RAKENTEELLINEN EHEYS

A.III.1 Polttoaineen tiiviys

A.III.2 Primääripiirin tiiviys

A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys

**B Ydinturvallisuusvalvontaa kuvaavat tunnusluvut (valvontatoiminnan tehokkuus)****B.I TOIMINTATAPOJA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT****B.I.1 Johtamis- ja toimintatavat****B.I.1a Työilmapiirikartoituksen tulokset****B.I.2 Ydinlaitosten turvallisuudelle asetettava vaatimustaso****B.I.2a YVL-ohjeiden päivittäminen vuosittain****B.I.2b Yli 5 vuotta vanhojen YVL-ohjeiden osuus voimassaolevista ohjeista****B.I.2c Yli 10 vuotta vanhojen YVL-ohjeiden osuus voimassaolevista ohjeista****B.I.3 Laatu järjestelmän noudattaminen****B.I.3a Tulossuunnitelman toteutuminen****B.I.3b Johdon katselmuksessa havaitut laatu poikkeamat****B.I.3c Päätöksenteon oikea-aikaisuus****B.I.3d Tarkastusohjelman toteutuminen****B.I.3e Tutkimustoiminnan ohjaus****B.I.3f Resurssien kohdentaminen****B.I.4 Valmiustoiminnan tehokkuus****B.I.4a Yhteyskokeiluissa tavoitettujen henkilöiden määrä****B.I.4b Valmiusharjoituksiin osallistuneiden henkilöiden määrä****B.I.5 Asiakastyytyväisyys****B.II RESURSSIEN HALLINTAA JA TALOUTTA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT****B.II.1 Rahoitus rakenne****B.II.2 Toiminnan kustannustietoisuus****B.II.3 Resurssien hallinta****B.III HENKILÖSTÖÄ JA OSAAMISTA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT****B.III.1 Henkilöstön hyvinvointi****B.III.1a Työilmapiirikartoituksen tulokset****B.III.1b Työmäärä****B.III.1c Poissaolot****B.III.2 Osaaminen****B.III.2a Koulutukseen osallistuminen****B.III.2b Koulutussuunnitelman toteutuminen****B.III.3 Työssä tarvittavien tietojen saatavuus****B.III.3a Laatukäsikirjan (YTV-käsikirja) ylläpito**

## LIITE 2 STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat

C214/232, 5.3.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Zirkonium-putkien (48 kg) tuonti/vienti Ruotsiin.  
Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/233, 5.3.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Säätösauvojen (12 kpl) tuonti Ruotsista.  
Voimassa 31.12.2002 saakka.

A214/35, 25.6.2002, Fortum Power and Heat Oy  
Välitankojen (10 kpl) ja säätösauvakoneiston suo-  
japutken (1 kpl) tuonti Tshekistä.  
Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/234, 16.10.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Zirkonium-putkien (5 kpl, 10 kg) tuonti Ruotsista.  
Voimassa 31.12.2002 saakka.

P214-8/2, 7.11.2002, VTT Prosessit  
Rikastetusta uraanista valmistettujen uraani-  
oksiditablettien tuonti Englannista.  
Voimassa 31.1.2003 saakka

A214/38, 11.11.2002, Fortum Power and Heat Oy  
Säätösauvakoneiston ohjausputken tuonti Unka-  
rista. Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/235, 13.11.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti Sak-  
san liittotasavallasta. Yhteensä enintään 15 100 kg  
rikastettua uraania. Maahantuotava uraani on va-  
rustettu Euratomin valvontaleimalla 'P'. Edellä  
mainitun polttoaineen valmistukseen käytettä-  
vään uraaniin sovelletaan Suomen ja Venäjän vä-

lisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koske-  
van sopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2003  
saakka.

C214/238, 9.12.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti Sak-  
san liittotasavallasta. Yhteensä enintään 5 750 kg  
rikastettua uraania. Maahantuotava uraani on va-  
rustettu Euratomin valvontaleimalla 'P'. Voimassa  
31.12.2003 saakka.

C214/239, 11.12.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti Ruot-  
sista. Yhteensä enintään 18 200 kg rikastettua  
uraania. 73 nipun uraaniin kohdistuu Suomen ja  
Kiinan kansantasavallan viranomaisen välisen  
ydinaineiden rauhanomaista käyttöä koskevan so-  
pimuskirjeenvaihdon velvoitteita. Maahantuotava  
uraani on varustettu Euratomin valvontaleimalla  
'N'. Voimassa 31.12.2003 saakka.

F214/13, 13.12.2002, VTT Prosessit  
Varaosasäätösauvakoneistojen (3 kpl) vienti ja  
tuonti USA:sta. Voimassa 31.12.2005 saakka.

C214/240, 19.12.2002, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti Ruot-  
sista. Yhteensä enintään 2 250 kg rikastettua  
uraania säteilyttämättömänä ydinpolttoaineena  
(alustava nippujen lukumäärä 12). Maahantuota-  
va uraani on varustettu Euratomin valvontalei-  
malla 'P'. Voimassa 31.12.2003 saakka.

## LIITE 3 Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma

Perusohjelma	Vuoden 2002 tarkastukset	
	Loviisan voimalaitos	Oikiluodon voimalaitos
<b>A Turvallisuusjohtaminen</b>		X
<b>B Päätoiminnot</b>		
B1 Turvallisuuden arviointi ja parantaminen		
B2 Käyttötoiminta	X	
B3 Laitoksen ylläpito		X
<b>C Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset</b>		
C1 Laitoksen turvallisuustoiminnot	X	X
C2 Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka	X	X
C3 Konetekniikka	X	X
C4 Rakennus- ja rakennetekniikka		X
C5 PSA ja vikatilastojen hyödyntäminen	X	X
C6 Tietohallinto		X
C7 Kemia	X	X
C8 Ydinjätteet	X	X
C9 Säteilysuojelu	X	X
C10 Palontorjunta	X	X
C11 Valmiusjärjestelyt	X	X
C12 Turvajärjestelyt	X	X
C13 Laadunvarmistus	X	

## LIITE 4 Ydinvoimalaitosten turvallisuutta varmistavat hankkeet

### Loviisan voimalaitos

#### Vakavien onnettomuuksien seurausten rajoittaminen Loviisa 2:lla

Loviisa 2:lla toteutettiin vuosihuoltoseisokissa 2002 suuri joukko vakavan onnettomuuden seurausten rajoittamiseksi suunniteltuja toimenpiteitä. Toimenpiteet ovat samanlaisia kuin Loviisa 1:llä on toteutettu vuosina 2000–2001. Ne ovat osa Loviisan voimalaitoksella käynnissä olevaa vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautumista koskevaa projektia, joka on valmistumassa.

Toimenpiteistä teknisesti laajakantoisin oli reaktoripainesäiliön ulkopuolisen jäähdyttämisen edellyttämien laitosmuutosten toteuttaminen. Reaktoripainesäiliön ulkopuolista jäähdyttämistä varten avattiin ja varusteltiin virtausreittejä höyrystintilan ja reaktorikuopan välille ja asennettiin reaktoripainesäiliön lämpökilven alaslaskukoneisto. STUK valvoi muutostöitä ja niihin kuuluvia koekäyttöjä. Näiden muutosten jälkeen Loviisan voimalaitoksen vakavassa reaktorionnettomuudessa muodostuva sydänsula voidaan pidättää reaktoripainesäiliössä jäähdyttämällä sitä ulkopuolelta.

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 paikallisia vetypitoisuuksia, jolloin liekillä palaminen käy epätodennäköiseksi. Avauskoneistojen ja niitä käyttävän typpijärjestelmän asennukset tehtiin Loviisa 2:lla valmiiksi. Katalyyttisten rekombinaattorien hankinta on käynnistynyt ja asennukset toteutetaan molemmilla laitosyksiköillä vuonna 2003.

Reaktoripainesäiliön ulkopuoliseen jäähdyttämiseen ja vedynhallinnan toimenpiteisiin liittyen asennettiin useita uusia mittauksia ja osoituksia, joilla valvotaan toimintojen onnistumista. Pieni osa mitta-asennuksista jäi vielä keskeneräisiksi, koska toimitetut laitteet eivät vastanneet vaatimuksia. Toteutunut laajuus on riittävä väliaikaiseen käyttöön, ja puutteet korjataan vuonna 2003.

Lisäksi laitosyksiköllä tehtiin lukuisia 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.

**Säteilymittausten uusiminen Loviisa 1:llä**

Loviisan laitoksella on meneillä laitokselle kiinteästi asennettujen säteilymittausten uusimishanke. Loviisa 1:llä otettiin vuosihuoltoseisokissa käyttöön 58 uutta säteilymonitoria. Vuoden 2002 lopulla aloitettiin ilmastointipiipussa olevien Loviisa 1:n säteilymonitorien uusiminen. Uusitut monitorit otetaan käyttöön vuoden 2003 alkupuolella. Loviisa 2:lla kiinteä säteilymittausjärjestelmä on suunniteltu uusittavan vuoden 2003 vuosihuoltoseisokissa.

#### Säteilymittausten uusiminen Loviisa 1:llä

Loviisan ydinvoimalaitoksen kiinteä säteilymittausjärjestelmä koostuu kaikkiaan noin 140 itsenäisesti toimivasta monitorista, jotka valvovat laitoksen huonetilojen ja prosessien säteilytilannetta. Osa monitoreista pystyy toimimaan myös vakavissa onnettomuustilanteissa.

Järjestelmän uusiminen tuli tarpeelliseksi, kun vanhojen, yli 20 vuotta käytössä olleiden laitteiden varaosien saanti hankaloitui ja korjausajat pidentyivät. Uusien säteilymonitorien teknologia antaa mahdollisuudet entistä monipuolisempien ja tarkempien tietojen saantiin mitattavien kohteiden säteilytilanteesta. Myös uusista monitoreista saatava mittaustieto siirtyy aikaisempaa tehokkaammin ja laajemmin. Säteilymonitoreilta saatavaa tietoa voidaan valvomon ja monitorien paikallinäytön ohella hyödyntää suoraan säteilyvalvonnan ja monitorien toimintakunnosta huolehtivien henkilöiden toimipisteissä. Eräät uusista monitoreista voidaan tarvittaessa siirtää helposti paikasta toiseen, mikä mahdollistaa säteilymittausten kohdentamisen paremmin kuin aikaisemmin.

### **Suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentäminen**

Loviisan molemmilla laitoksyksiköillä on jatkettu vuonna 2001 aloitettuja muutoksia, joilla pienennetään primääripiiristä reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle eri järjestelmien kautta tapahtuvien, yli 5 kg/s olevien vuotojen riskiä. Tarve muutokseen on tullut esille laitoksyksiköiden todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin päivityksen yhteydessä. Päivitykseen liittyen voimayhtiö mm. arvioi vuotoreittejä ja analysoi vuotojen seurausvaikutuksia. Vuotojen merkittävimpiä seurauksia on purkautuvan höyryn aiheuttama lämpötilan nousu ja kosteus esimerkiksi reaktorirakennuksen alakerrassa sijaitsevilla lähetinhuoneissa. Lämpötilan nousu ja kosteus voivat aiheuttaa vikoja instrumentoinnissa.

Suurin osa mahdollisista primääripiirin vuotoista suojarakennuksen ulkopuolelle kulkee primääriveden puhdistusjärjestelmän kautta. Nämä vuodot eristetään sulkemalla primääriveden puhdistusjärjestelmän venttiilit kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa ohjaaja voi sulkea sulkuventtiilit ja varmistaa pääkiertopumppujen tiivisteveden syötön jatkumisen avaamalla syöttöreitin normaalilävesijärjestelmästä. Tiivisteveden syötön jatkuminen varmistetaan myös hätätiivistevesijärjestelmän automaattisella käynnistymisellä. Toisessa vaiheessa primääriveden puhdistusjärjestelmän sulkuventtiilit sulkeutuvat suojaussignaalilla, joka aiheutuu paineistimen liian matalasta pinnasta. Tällöin pääkiertopumppu-

jen tiivistevesi varmistetaan syötönvaihdolla. Kolmannessa vaiheessa edellä mainitut sulkuventtiilit sulkeutuvat paineistimen pintarajasta varmistavalla, laitossuojausjärjestelmästä tulevalta suojaussignaalilla. Vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa muutokset saatiin valmiiksi.

Hätätiivistevesijärjestelmän imulinja siirrettiin vuoden 2002 seisokissa primääripiiristä tiivistevesilinjaan. Muutoksen jälkeen hätätiivistevesijärjestelmän läpivuodot ja lämmönvaihdinmurtumat eristyvät automaattisesti paineistimen matalasta pinnasta primääriveden puhdistusjärjestelmän venttiileillä. Hätätiivisteveden saatavuus varmistetaan automaattisesti avaamalla syöttöreitti normaalilävesijärjestelmästä ja käynnistämällä järjestelmän toinen pumppu käynnissä olevan rinnalle.

Pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmän lämmönvaihtimien tuubimurtuma erotetaan muutoksen jälkeen automaattisesti sulkemalla vuotavan lämmönvaihtimen jäähdytyspiirin venttiilit paine-erosignaalilla.

### **Suojarakennuksen ulkopuolisten pienten vuotojen aiheuttaman riskin pienentäminen**

Loviisan molemmilla laitoksyksiköillä on tehty muutoksia, joilla pienennetään reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle primääri- ja sekundäärijärjestelmien kautta tapahtuvien pienten, alle 5 kg/s, vuotojen riskiä. Tarve muutokseen on tullut esille laitoksyksiköiden todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin päivityksen yhteydessä. Analyysin mukaan merkittävimpiä alkutapahtumia ovat mitta- ja näytteenottoputkiston ja säätösauvan jäähdytyskierukan murtumat, jotka voivat aiheuttaa turvallisuuden kannalta tärkeiden lähettimien vikaantumista reaktorirakennuksen lähetinhuoneiden nopean lämpötilan nousun johdosta.

Vuosihuoltoseisokeissa 2002 säätösauvakoneistojen jäähdytysjärjestelmän eristysventtiilit siirrettiin viikoittain koestettavasta laitossuojausryhmästä vuosikoestettavaan suojausryhmään. Muutos pienentää sitä koestuksiin liittynyttä riskiä, että koestuksissa aiheutuu vuoto säätösauvojen jäähdytyskierukoiden kautta jäähdytysjärjestelmään. Lisäksi höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän näytteenottolinjat siirrettiin instrumentoituhuoneesta toiseen huonetilaan. Siirrolla estetään instrumentoituhuoneiden ja läpivientien lämpeneminen.

Mittaus- tai näytteenottolinjan katkossa virtausrajoittimien toiminnalla on merkittävä vaikutus syntyviin ympäristöolosuhteisiin ja riskiin. Mittausputkiin asennettujen virtausrajoittimien toimintakykyä selvitettyä havaittiin, että tarvitaan lisäkokeita. Kokeet tehtiin keväällä 2002. Kokeiden tulokset osoittivat, että virtausrajoittimien toimintakykyä on tarpeen arvioida vielä uudelleen.

Loviisa 1:llä vuonna 2002 toteutettavaksi suunniteltu lisävirtausrajoittimien asentaminen reaktorin mittauksen impulssiputkiin on siirretty vuoteen 2004.

### **Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta**

Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppuja alettiin vaihtaa uusiin pumppuihin Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokissa 2000, jolloin yksiköllä vaihdettiin kaksi pumppua sekä tehtiin tarvittavat putkistomuutokset. Pumppujen vaihto ja putkistomuutokset tehtiin valmiiksi vuosihuoltoseisokeissa 2002 molemmilla yksiköillä. Loviisa 1:llä vaihdettiin loput kaksi matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppua uusiin ja Loviisa 2:lla kaikki neljä.

Matalapaineista hätäjähdytysjärjestelmää käytetään vain onnettomuustilanteissa reaktorin jähdyttämiseen. Järjestelmä on jaettu kahteen rinnakkaiseen toisistaan riippumattomaan osaan, joista kummassakin on kaksi rinnakkaista pumppua (yhteensä neljä pumppua). Yhdenkin pumpun toiminta onnettomuustilanteessa riittää jähdytystehtävän hoitamiseen.

Pumppujen vaihto osoittautui tarpeelliseksi vanhoissa pumppuissa esiintyneiden rakenteellisten heikkouksien vuoksi. Vaihdon yhteydessä voitiin myös pienentää putkistoista pumppuille koituvia mekaanisia rasituksia. Uusi pumpputyyppe on alkuperäistä tehokkaampi ja pystyy syöttämään vettä aiempaa korkeampaa painetta vastaan, joten myös matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän toimintakyky parani.

### **Vesilukkoyhdysputkiston poisto Loviisa 2:n primääripiiristä**

Loviisa 2:lla poistettiin vuosihuoltoseisokissa primääripiirin liittyvät ns. vesilukkoyhdysputkistot. Näitä pienihalkaisijaisia putkistoja oli kolmessa laitosyksikön kuudesta pääkiertopiiristä yhdistä-

mässä piirien pääkiertoputkien kuuman ja kylmän haaran mutkia. Yhdysputkistot asennettiin 1980-luvun alkupuolella, kun arvioitiin ns. vesilukkoilmiön uhkaavan reaktorisydämen jähdytystä primääripiirin vuototilanteissa. Nykyisen kokeelliseen tutkimukseen ja analyysiin perustuvan tietämyksen perusteella vesilukkoputkistot ovat tarpeettomia. Yhdysputkistojen poistolla eliminointiin niiden kautta tapahtuvan primääripiirin vuodon mahdollisuus. Perusteita putkistojen poistolle on selvitetty vuosiraportissa 2000 (STUK-B-YTO 206).

Loviisa 1:ltä vesilukkoyhdysputkistot poistettiin vuonna 2000.

## **Olkiluodon voimalaitos**

### **Säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän uudistaminen Olkiluoto 1:llä**

Olkiluoto 1:n reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmä uudistettiin vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa. Uudistuksella tarkennettiin säätösauvojen ohjausta, parannettiin asentotietojen ja testien raportointia ja vähennettiin häiriöitä. Lisäksi muutoksella pienennetään säätösauvojen virheellisen ulosvedon todennäköisyyttä.

Olkiluoto 2:llä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmä uusittiin vastaavalla tavalla vuosihuollossa 2001. Saatujen kokemusten perusteella järjestelmän toteutusta korjattiin joiltakin osin, mutta järjestelmän rakenne ja toiminta vastaa vuosiraportissa 2001 (STUK-B-YTO 215) esitettyä. Vastaavat korjaukset tehtiin vuosihuoltoseisokissa myös Olkiluoto 2:lla.

### **Suojarakennuksen henkilösulun vahvistaminen Olkiluoto 2:lla**

Olkiluodon laitoksilla on useana vuonna tehty muutoksia, joilla parannetaan varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Tämän vuoden vuosihuoltoseisokissa vahvistettiin Olkiluoto 2:n suojarakennuksen henkilösulku. Muutoksen jälkeen suojarakennus kestää aiempaa huomattavasti voimakkaampia yksittäisiä paineiskuja. Niitä saat-taisi esiintyä vakavassa onnettomuudessa, jos reaktorisydän sulaisi ja sulaa kulkeutuisi reaktoripainesäiliön läpi suojarakennuksen kuivatilassa olevaan vesialtaaseen. Tietyissä olosuhteissa su-



lan materiaalin ja veden reagointi voisi synnyttää ns. höyryräjähdysen. Olkiluoto 1:llä vastaava muutostyö tehtiin vuonna 2001.

### **Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän venttiilien avautumisehdon muutos**

Olkiluodon laitosyksiköiden keskusvalvomoiden pulpetteihin lisättiin vuosihuoltoseisokeissa venttiilikohtaiset valintakytkimet, joiden avulla voidaan muuttaa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän reaktorin pinnankorkeudesta riippuvaa toimintaväliä hätäjähdytyksen varmistamiseksi eräissä onnettomuustilanteissa.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä huolehtii reaktorin hätäjähdytyksestä suojarakennuksen sisäpuolisten suurten putkien katkeamisissa. Järjestelmän pumpput imevät vetensä suojarakennuksen ns. märkätilan lauhdutusaltaasta siellä olevien imusihntien kautta. Laitosyksiköiden 1990-luvun lopulla tehtyjen tehokorotusten yhteydessä uusittujen onnettomuusanalyysien perusteella havaittiin, että eräissä harvinaisiksi arvioitavissa onnettomuustilanteissa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän toiminta saattaa vaarantua lauhdutusaltaan pinnankorkeuden laskiessa imusihntien tasolle. Analyysien mukaan tämä olisi mahdollista putken katkeamiskohdan sijaitessa reaktorin ja sen termisen suojan välisessä raossa. Tällöin suuri osa vuotovedestä valuisi reaktorin alapuolella olevaan suojarakennuksen kuivatilaan loukkuuntuen sinne eikä olisi ruiskutusjärjestelmän käytettävissä.

Tällaisessa tilanteessa reaktorin jäähdytys turvataan muuttamalla reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän reaktorin pinnankorkeudesta riippuvaa toimintaväliä onnettomuustilanteen niin vaatiessa. Jos lauhdutusaltaan pinta onnettomuustilanteessa laskee lähelle reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän imusihntien yläreunaa, ohjaaja voi valvomossa olevilla venttiilikohtaisilla valintakytkimillä muuttaa järjestelmän toimintatapaa siten, että järjestelmä ei syötä vettä reaktoriin lauhdutusaltaan pinnankorkeuden laskiessa alle normaalin rajan. Reaktoriin syöttää vettä onnettomuustilanteessa myös apusyöttövesijärjestelmä, joka ottaa vetensä suojarakennuksen ulkopuolelta. Apusyöttövesijärjestelmän kapasiteetti riittää onnettomuuden alkuvaiheen jälkeen reaktorin jäähdyttämiseen ja reaktorin pinnan pitämiseen niin korkealla, että ruiskutusjärjestelmä ei syötä

vettä reaktoriin. Jos reaktorin pinta kuitenkin laskee lähelle sydämen yläreunaa, ruiskutusjärjestelmä käynnistyy automaattisesti syöttämään vettä reaktoriin.

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

### **Pyörivien muuttajakoneiden korvaaminen UPS-laitteistoilla**

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

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

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

### **Prosessitietokoneiden prosessiliitynnän modernisointi Olkiluoto 1:llä**

Vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:n prosessitietokonejärjestelmän vanhimmat tietokoneet prosessiliityntälaitteistoinen uusittiin ja varustettiin käyttöliittymillä. Liityntälaitteisto ke-

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

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

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

### **Valvomojen alakattojen uusiminen**

Olkiluodon kummallakin laitossyksiköllä saatiin päätökseen valvomon alakaton uusiminen. Kattojen uusiminen lähti liikkeelle laitossyksiköillä tehdystä todennäköisyyspohjaisesta maanjäristysanalyysistä. Siinä todettiin yhtenä riskitekijänä, että valvomoiden alakatot ja valaisimet saattavat oletetussa maanjäristyksessä pudota alas. Lisäksi valaisimien muoviosat olivat 25 vuoden aikana

haurastuneet lämmön vaikutuksesta, joten ne olisivat voineet pudota ja aiheuttaa vaaraa vuorohenkilökunnalle ja vaurioittaa ohjauspulpetteja. Valvomohenkilöstö ei myöskään ollut tyytyväinen valaistusolosuhteisiin, ilmastointiin ja taustääänitasoon.

Olkiluoto 1:n valvomon alakaton muutostyö alkoi elokuussa 2002. Ennen sitä tehtiin alakattojen rakentamisessa tarvittavan työtason koeasennus. Työtason koeasennus tehtiin Olkiluoto 1:n valvomon takaosassa, jossa ei sijaitse ydinturvallisuudelle tärkeitä laitteita. Olkiluoto 2:lla muutostyö tehtiin Olkiluoto 1:n muutostyön jälkeen ja saatiin valmiiksi marraskuussa 2002. Muutostyöt tehtiin laitossyksiköiden normaalin tehokäytön aikana, jolloin valvomotyöskentely ei edellytä yhtä suurta henkilömäärää kuin seisokkien aikana. Myös ulkopuolisten pääsyä valvomoon rajoitettiin työn aikana.

STUK tarkasti rakentamis- ja työsuunnitelmat ja seurasi muutostöitä päivittäin osallistumalla Teollisuuden Voima Oy:n pitämiin seurantakokouksiin sekä tekemällä tarkastuskäynnejä työkohteeseen. STUK tarkasti myös muutostyöt niiden valmistuttua. STUK ei tarkastuskäynneillään havainnut, että alakattojen muutostyöt olisivat aiheuttaneet vaaratilanteita henkilö- tai ydinturvallisuudelle tai vaikeuttaneet työskentelyä valvomossa muutostöiden aikana.

## LIITE 5 Ydinvoimalaitosten vuosihuoltoseisokit

### Olkiluoto 2:n vuosihuolto

Olkiluoto 2 oli vuosihuollossa 5.–13.5.2002 välisenä aikana. Vuosihuolto oli ns. polttoaineenvaihtoseisokki, jossa tehtiin polttoaineen vaihdon lisäksi pienehköjä ennakkohuolto-, korjaus- ja muutostöitä. Seisokki kesti 7 vuorokautta 7 tuntia, mikä on noin puoli vuorokautta lyhyempi kuin suunniteltu kesto.

Vuosihuoltoseisokissa laitosyksikön reaktorista poistettiin vuotava polttoainenippu. Vuotohavainto oli tehty helmikuussa 2002. Ennen vuosihuoltoseisokin alkua, 4.5.2002, vuotava nippu paikannettiin neljän polttoainenipun muodostamaan alueeseen ja vuosihuoltoseisokissa nippukohtaisella vuodonetsinnällä yhteen polttoainenippuun.

Vuosihuoltoseisokin aikana toteutettuja turvallisuuden kannalta merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan liitteessä 4.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,26 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 2:n vuosihuollossa vuonna 2002 oli 3,95 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv.

### Olkiluoto 1:n vuosihuolto

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

Polttoaineen vaihdon lisäksi vuosihuoltoseisokin merkittävimpiä töitä olivat mm. reaktoritankin yhteiden sisäpuolinen tarkastus uudella tarkastuslaitteistolla, generaattorin korjaus sekä lu-

kuisat sähkö- ja automaatiouudistukset. Turvallisuuden kannalta merkittäviä muutoksia kuvataan liitteessä 4.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,712 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa vuonna 2002 oli 9,05 mSv ja molempien laitosyksiköiden seisokeissa yhteensä 9,25 mSv.

### Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:n vuoden 2002 vuosihuolto oli ns. keskipitkä huolto- ja polttoaineenvaihtoseisokki, joka toteutettiin 20.7.–16.8.2002. Seisokin pituus, 28 vuorokautta, oli yhden vuorokauden suunniteltua pitempi. Polttoaineen vaihdon ja tavanomaisten tarkastus-, huolto- ja korjaustöiden lisäksi vuosihuollossa tehtiin merkittäviä muutos- ja korjaustöitä sekä primääri- että sekundääripuolella.

Seisokissa jatkettiin suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentämiseen tähtäviä muutostöitä. Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen vaihto ja putkistomuutokset tehtiin valmiiksi seisokissa. Laitosyksiköllä aloitettiin myös kiinteiden säteilymittausten uusiminen. Näitä hankkeita selvitetään tarkemmin liitteessä 4.

Seisokissa saatettiin päätökseen 1990-luvun puolivälissä aloitettu höyrystimien syöttövesijakajien uusinta. Laitosyksiköllä on kaikkiaan kuusi höyrystintä. Uudet syöttövesijakajat eivät ole yhtä alttiita eroosiokorroosiolle kuin vanhat ja ovat myös helpommin huollettavissa. Seisokissa uusittiin pääkiertopumppujen tiivisterenkaat, minkä ansiosta mm. laitosyksikön käynnistyksissä edellisten seisokkien jälkeen havaittuja värähtelyjä ei ylösajossa esiintynyt. Vuoden 2000 vuosihuollossa höyrystintilaan tapahtuneen vesivuodon vaurioittaman lattian pinnoituksen uusimista jatkettiin. Nyt lattiasta on uudelleenpinnoitettu

vajaa puolet. Sekundääripuolen töistä suurin oli generaattorin magnetoinnin uusinta.

Voimayhtiö tarkasti seisokissa reaktoripainesäiliön kansirakenteiden ulkopinnat. Tarkastukset tehtiin, kun Loviisan laitoksen kanssa samaa painevesityyppiä olevalla USA:n Davis Besse -laitoksella oli helmikuussa 2002 reaktoripainesäiliön kannen todettu syöpyneen. Loviisan laitoksella tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkkejä syöpmisestä.

Primääripiirin boorihappopitoisuus laski vuosihuoltoseisokin aikana lyhyeksi aikaa hieman alle turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetun rajan. Tapahtumasta on yksityiskohtainen kuvaus liitteessä 6.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,99 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Loviisan yhdelle laitokselle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 1,22 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisan 1:n vuosihuollossa vuonna 2002 oli 11,4 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv.

### **Loviisa 2:n vuosihuolto**

Loviisa 2 oli vuosihuollossa 24.8.–12.10.2002 välisen ajan. Vuosihuolto oli ns. laaja huoltoseisokki, jossa reaktoripainesäiliön tarkastusten vuoksi kaikki polttoaineniput siirrettiin latausaltaaseen. Vuosihuoltoseisokissa tehtiin lisäksi tavanomaiset polttoainenvaihto-, ennakkohuolto-, korjaus- ja

muutostyöt. Seisokin pituus oli noin 50 vuorokautta, mikä oli noin 12 vuorokautta pitempi kuin suunniteltu kesto. Seisokkia pidensivät mm. reaktoripainesäiliön tarkastuslaitteiston viat, reaktorisydämen laajennettu tarkastus ja pääkiertopumppujen tiivistepakettien ylimääräinen tarkastus. Tiivistepakettien tarkastusta varten primääripiirin lämmitys jouduttiin keskeyttämään ja primääripiiri jäähdyttämään tarkastuksen vuoksi.

Vuosihuoltoseisokissa jatkettiin vakavien onnettomuuksien hallinnan parantamiseen ja suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentämiseen tähtääviä muutostöitä. Loviisa 2:lla saatiin päätökseen matalapaineisen häätäjäähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta. Lisäksi laitoksikön primääripiiristä poistettiin tarpeettomana vesilukkoehdysputkisto. Näitä muutoksia kuvataan tarkemmin liitteessä 4.

Voimayhtiö havaitsi vuosihuoltoseisokissa tekemissään tarkastuksissa säröjä primääripiiriin liittyvissä säätösauvakoneistojen suojaputkissa sekä reaktorin sisäosiin kuuluvan tukikorin verholevyssä. Lisäksi verholevyn kiinnitysruuveissa oli vaurioita. Havaintoja selvitetään yksityiskohteisemmin liitteessä 6.

Myös Loviisa 2:n reaktoripainesäiliön kansirakenteet tarkastettiin eikä niissä havaittu syöpmiä.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 1,50 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos vuosihuollossa oli 15,4 mSv. Suurin yhden henkilön yhteensä sekä Loviisa 1:n että 2:n vuosihuollossa saama säteilyannos oli 19,2 mSv.

## LIITE 6 Ydinvoimalaitosten poikkeukselliset käyttötapaukset

### Loviisan voimalaitos

#### Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti tehty ennakkohuoltotyö

Loviisan laitossyksiköillä tehtiin 14.3.2002 ennakkohuoltotöitä, joiden vuoksi reaktorin suojakuoren ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän rinnakkaiset osajärjestelmät Loviisa 1:llä olivat vajaa-kuntoisia noin 9 tunnin ajan.

Suojakuoren ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän tehtävänä on vakavassa reaktorionnettomuudessa estää suojarakennuksen ylipaineistuminen ja sen seurauksena mahdollisesti tapahtuva radioaktiivisten aineiden hallitsematon päästö. Järjestelmä käynnistetään sen omasta valvomosta, kun suojarakennuksen paine on noussut suunnitellupaineeseen. Sähkönsyöttö järjestelmille on varmistettu kahdella dieselgeneraattorilla. Kummankin laitossyksikön dieselgeneraattori voi syöttää sähköä molempien laitossyksiköiden järjestelmille.

Loviisa 2:lla aloitettiin ruiskutusjärjestelmän dieselgeneraattorin ennakkohuoltotyöt klo 8.20. Huollon aikana mm. Loviisa 1:n ruiskutusjärjestelmän toinen pumppu oli ilman dieselvarmennusta. Turvallisuuksitekniikan käyttöehtojen mukaan aikaa työn tekemiseen oli enintään 21 vuorokautta. Kopiot Loviisa 2:lla tehtävän huollon työ määräimistä toimitettiin Loviisa 1:n valvomoon, ja vuoropäällikkö kirjasi tapahtuman päiväkirjaan. Vuoropäällikkö antoi erehdyksessä lähes samanaikaisesti luvan järjestelmän toisen pumpun suodattimen puhdistamiseen, mikä työ saatiin valmiiksi klo 18.00. Työn aikana ruiskutusjärjestelmän pumput eivät olleet käyttökunnossa: toisen pumpun sähkönsyöttö oli ilman dieselvarmennusta ja toinen pumppu kokonaan pois käytöstä. Viasta johtuvana tällainen tilanne on turvallisuustekniikan käyttöehtojen mukaan sallittu,

mutta ennakkohuollon vuoksi vain yksi osajärjestelmä kerrallaan saa olla käyttökunnon.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys oli vähäinen. Tapahtuma kuitenkin osoitti, että turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettujen rajoitusten noudattamisessa on parantamisen varaa silloin, kun rajoitukset koskevat laitossyksiköiden yhteisten järjestelmien ennakkohuoltoja. Tapahtuman INES-luokka on 0.

Tapahtuman johdosta Loviisan voimalaitoksella tarkistetaan käynnin aikana tehtävien ennakkohuoltotöiden ajoitusta. Lisäksi käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön koulutuksessa painotetaan mm. kummallekin laitossyksikölle yhteisten järjestelmien erityispiirteitä ja merkitystä.

#### Kahden eristysventtiilin jääminen koestamatta Loviisa 1:llä vuonna 2001

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

Pääsääntöisesti eristysventtiilit koestetaan vuosittain. Kyseisen venttiiliparin koestusväli oli voitu pidentää kahteen vuoteen, koska mm. venttiilien tiiviys oli aikaisemmissa koestuksissa osoittautunut hyväksi. Venttiilit oli koestettu viimeksi vuosihuollossa 2000, jolloin niiden todettiin olevan hyvin tiiviitä. Turvallisuuksitekniikan käyttöehtojen mukaan venttiilit olisi kuitenkin pitänyt koestaa myös vuonna 2001, koska toisen venttiilin (S009) toimilaite oli vaihdettu vuonna 2000. Venttiileille on tehty käytön aikana normaalit toimintakokeet, joissa venttiilien on todettu sulkeutuvan. Koska toiselle venttiilille (S008) ei ollut tehty



sen tiiviyteen vaikuttavia muutostöitä, voidaan läpiviennin tiiviyden olettaa säilyneen hyvänä.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Virhetulkintojen ehkäisemiseksi annettiin koulutusta tiiviyskokeisiin liittyvistä käytännöistä ja laajennettiin koestusten seurantaa palvelevan atk-ohjelman käyttäjäkuntaa. Lisäksi tapahtuman johdosta Loviisan laitoksella kiinnitetään huomiota huoltotöiden ja niiden ajoitusta koskevien asiakirjojen riittävän laajaan jakeluun.

Vuosihuollossa 2002 tehdyssä tiiveyskokeessa venttiilit todettiin hyvin tiiviiksi.

### **Primääripiirin boorihappopitoisuuden lasku alle turvallisuusteknisten käyttöehtojen rajan**

Loviisa 1:n primääripiirin boorihappopitoisuus laski 29.7.2002 alle turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) asetetun rajan 13 g/kg. Tapahtuman aikana laitoksikokki oli vuosihuoltoseisokissa. Boorihappopitoisuuden laimenemisen aiheutti reaktorikuilun pesuun käytetty puhdas vesi. Pitoisuusrajan alitus oli vähäinen ja kesti lyhyen aikaa. Koska vesi oli lisäksi hyvin sekoittunutta, marginaali reaktorin kriittisyyteen pysyi suurena koko tapahtuman ajan.

Reaktorikuilu on reaktoripainesäiliön kannen päällä oleva allastila, joka kannen poiston jälkeen on yhteydessä reaktoriin ja täytetään boorihappopitoisella vedellä polttoaineen latauksen ajaksi. Reaktorikuilun seinämän teräsverhous pestään puhtaalla vedellä sen jälkeen, kun veden pintaa on laskettu reaktorin lataustoimenpiteiden jälkeen. Teräsverhouksen pesu on tarpeen siihen jäävien säteilyannosta aiheuttavien epäpuhtauksien poistamiseksi. Tässä tapauksessa reaktorikuilun pesu jouduttiin koestuksista ja käyttötoimenpiteistä johtuen keskeyttämään useaan otteeseen, mistä syystä pesuun käytettiin tavallista enemmän vettä.

Boorihapon avulla varmistetaan reaktoriin työnnettujen säätösauvojen ohella reaktorin alkriittisyys seisokin aikana. Boorihappopitoisuutta mitataan jatkuvatoimisella analysaattorilla sekä säännöllisin väliajoin käsianalyysin laboratorioissa. Jatkuvatoimiseen mittaukseen on asetettu hälytysrajoja mittausravon lähestyessä TTKE:ssä määritellyjä raja-arvoja. Hälytysrajan alittuessa

hälytys tulee näkyviin valvomon prosessitietokoneen kuvaputkelle. Seisokin aikana hälytyksiä tulee kuitenkin niin runsaasti, että ohjaaja ei tässä tapauksessa havainnut matalan boorihappopitoisuuden hälytyksiä. Hälytysrajan alittuminen havaittiin, kun laboratorioissa seurattiin jatkuvatoimisen analysaattorin tuloksia prosessitietokoneelta. Boorihappopitoisuuden pienenemisestä ilmoitettiin valvomoon ja boorihappopitoisuus tarkistettiin ylimääräisellä käsianalyysillä. Sen mukaan boorihappopitoisuus oli 12,9 g/kg, joka on alle TTKE-rajan. Ohjaaja aloitti välittömästi väkevän booriliuoksen syötön primääripiirin ja piirin boorihappopitoisuus palautui TTKE:n sallimalle alueelle.

Syynä tapahtumaan oli puute reaktorikuilun pesutyön ohjeistuksessa ja boorihappopitoisuuden valvonnassa. Reaktorifysikaalinen turvallisuusarvio osoitti, että laimeneminen tapahtui hitaasti ja puhdas vesi sekoittui hyvin primääripiirin boorihappopitoiseen veteen. Tästä syystä laimenemisellä ei ollut välittömiä turvallisuusvaikutuksia. INES-asteikolla tapahtuma luokiteltiin luokkaan 1.

Tapahtuman johdosta Loviisan laitoksella parannettiin reaktorikuilun pesussa käytettyjä ohjeita ja menettelyjä. Uudet ohjeet ja menettelyt olivat käytössä jo Loviisa 2:lla vuoden 2002 seisokissa. Pitemmän ajan kehitystarpeiksi Loviisan laitoksella on todettu mm. hälytysten havaittavuus ja boorihappopitoisuuden TTKE-rajojen määrittely. Voimayhtiö arvioi tarvittavia korjaavia toimenpiteitä myös myöhemmin valmistuvan tapahtuman perussyyanalyysin yhteydessä.

### **Säröt Loviisa 2:n primääripiiriin liittyvissä säätösauvakoneiston suojaputkissa**

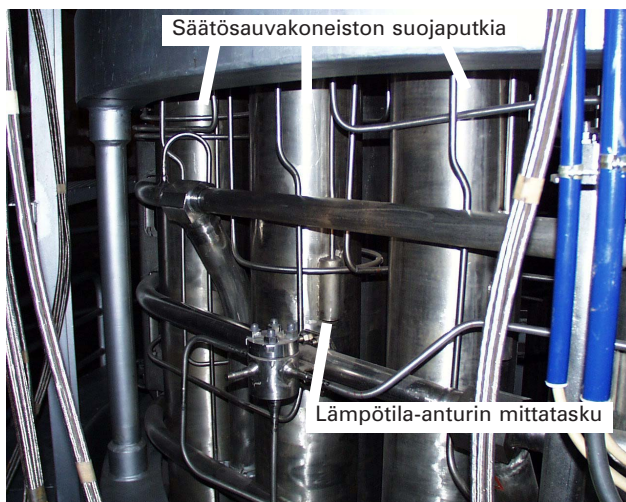
Loviisa 2:lla tarkastettiin vuosihuoltoseisokissa säätösauvakoneistojen suojaputkien lämpötilaanturien alueita, koska yhdessä suojaputkessa oli havaittu pieni vuoto 18.12.2001 (vuosiraportti 2001; STUK-B-YTO 215). Vuoto havaittiin pinnoille muodostuneista boorikiteistä, jotka olivat peräisin primääripiirissä kiertävästä booripitoisesta vedestä. Seisokissa 2002 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin myös kahdessa muussa suojaputkessa ulkopinnalta lähteviä säröjä, jotka eivät olleet kasvaneet seinämän läpi. Nämä ja joulukuussa 2001 väliaikaisesti korjattu suojaputki vaihdettiin va-

raosasuojaputkiin. Kaikki suojaputket tarkastettiin sisäpuolelta ultraäänimenetelmällä.

Reaktoripainesäiliön kanteen pulttiliitoksella kiinnitetyt säätösauvojen suojaputket ovat osa reaktorin primääripiirin painetta kantavaa rajapintaa. Lämpötila-anturin mittatasku on hitsattu suojaputkeen ja tämän ympärillä on vielä kiinnitettävä suojakotelo, jonka sisällä on asbestinen lämpöeriste. Suojakotelon yläpää ei ole täysin tiivis ja kosteutta voi päästä rakenteen sisälle. Joulukuussa 2001 vioittuneesta suojaputkesta irrotettiin vuosihuoltoseisokissa näytepala tarkempia tutkimuksia varten. Tutkimuksissa selvisi, että säröytyneellä alueella (40 x 40 mm<sup>2</sup>) oli useita haarautuneita säröjä, joista yhden pituus sisäpinnalla oli 3 mm. Vikojen syynä on kloridin aiheuttama jännityskorroosio, mikä on kasvanut rakeiden läpi. Suojakotelon sisälle on päässyt vettä ja se on liuottanut lämpöeristeessä pieninä pitoisuuksina olevia klorideja. Säröjen kasvu on kestänyt useita vuosia. Lämpötila on alle 80 °C, mutta hapettavissa olosuhteissa kloridin aiheuttama jännityskorroosio on mahdollinen.

Lämpötila-anturien sijaintia ja vuodon toteamista pinnoille kertyneiden boorikiteiden avulla havainnollistetaan kuvissa L6.1 ja L6.2.

Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa 2002 ei tehty tarkastuksia, koska joulukuussa 2001 havaitun säröytymisen uskottiin olevan yksittäistapaus johtuen vähemmän aggressiivisista käyttöolosuhteista suojaputken sisällä. Voimayhtiö teettää vuoden 2003 seisokissa säätösauvakoneiston suojaputkien



**Kuva L6.1.** Säätösauvakoneiston suojaputkia ja lämpötila-anturin mittatasku. Kuva on otettu noin 10 metriä reaktoripaineastian kannen yläpuolelta. Kuva: STUK.

tarkastuksen jännityskorroosiosäröjen havaitsemiseen optimoidulla ultraäänimenetelmällä.

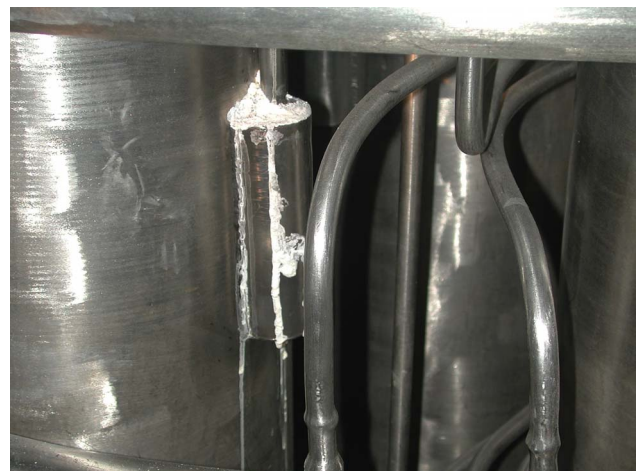
Suojaputkien seinämänpaksuus on huomattavasti suurempi kuin mitä mitoitusnormissa on edellytetty. Vaikka särö kasvaisi suojakotelon pituiseksi (135 mm), se ei johtaisi laajempaan murtumaan vaan tulisi havaituksi pienenä primääripiiristä tulevana vuotona.

Voimayhtiö on tehostanut vuotojen valvontaa kummallakin laitosyksiköllä joulukuussa 2001 havaitun vuodon jälkeen ja jatkaa tehostettua valvontaa toistaiseksi. Suojaputket tarkastetaan kahden viikon välein silmämääräisesti. Hyvinkin pienet vuodot voidaan havaita boorikiteiden kertymisen perusteella. Mahdolliset viat eivät vaaranna laitoksen turvallisuutta, mutta vuodon johdosta laitos jouduttaisiin ajamaan kylmäseisokkiin korjausta varten.

#### **Loviisa 2:n reaktorin tukikorivauriot**

Loviisa 2:lla vuosihuoltoseisokissa 2002 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin, että reaktoripainesäiliön sisäosiin kuuluvan polttoaineen tukikorin verholevyssä on pieniä säröjä. Lisäksi verholevyn kiinnitysruuveja on hiukan kohollaan alkuperäisestä asemastaan ja kiinnitysruuveissa on vaurioita.

Polttoaine tukeutuu alapäästään tukikorin pohjalaatassa oleviin reikiin. Tukikorin seinämällä on reaktorisydämen reunan muotoa noudatteleva profiloitu verholevy, joka ohjaa jäähdytevirtausta. Verholevy on hitsattu alhaalta tukikorin ulkovaip-



**Kuva L6.2.** Lämpötila-anturin mittataskun pinnalle muodostuneita boorikiteitä. Kuva on otettu Loviisa 2:lla 18.12.2001 todetusta vuodosta. Kuva: Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

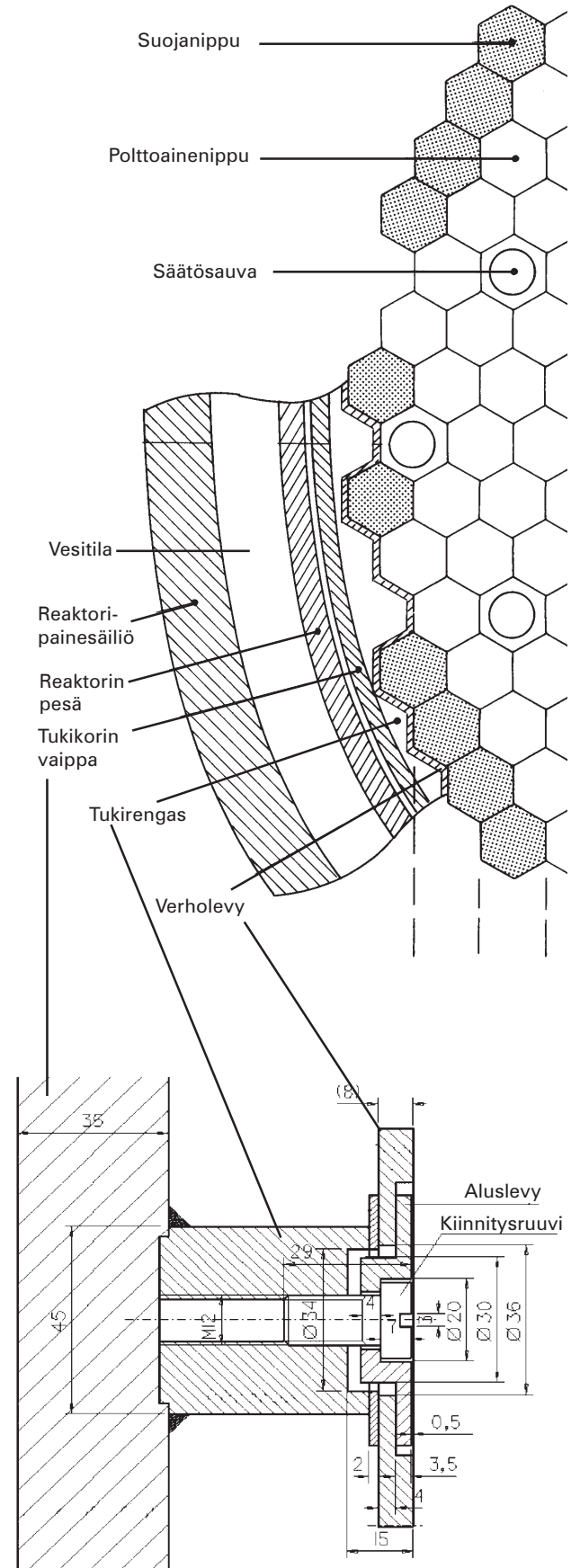
paan kiinnitettyyn alimmaiseen tukirenkaaseen. Ylempänä oleviin neljään tukirenkaaseen verholevy on kiinnitetty siihen upotetuilla ruuveilla. Ruuveja on yhteensä 312 kappaletta. Ruuvien alla on aluslevy, johon ruuvi on asennuksen yhteydessä hitsattu kiinni ja hiottu pinnan tasoon. Rakenne sallii lämpötilaerojen aiheuttamat verholevyn ja tukikorin vaipan pystysuuntaiset suhteelliset siirtymät. Tukikorin verholevyn kiinnitystä havainnollistetaan kuvassa L6.3.

Reaktoripainesäiliön sisäosat tarkastetaan neljän vuoden välein. Korkean säteilytason johdosta tukikorin tarkastus on tehtävä TV-kameralla veden alla. Vuonna 2002 tarkastuksessa käytettiin uutta, entistä paremman kuvaa antavaa kameraa. Havaittujen poikkeamien johdosta TV-kameratarkastuksia laajennettiin 25-prosenttisestä tarkastuksesta kaikkien ruuvien tarkastukseen. Lisäksi mitattiin ruuvien korkeus suhteessa verhopeltiin erityisellä laseriin perustuvalla laitteella. Ruuvien eheyden varmistamiseksi ne tarkastettiin myös ultraäänellä.

Noin 50 ruuvia oli hieman kohollaan verholevyn pinnasta. Ultraäänitarkastuksella todettiin viidessä ruuvissa vaurioita, mutta mikään ruuvi ei ollut kokonaan poikki. Asennuksen yhteydessä verhopeltiin on lyöty kolo ylimääräisen välyksen poistamiseksi ruuvien kohdalta, mikä auttaa ruuvien pysymistä paikoillaan jopa katkeamisen yhteydessä.

Todennäköisesti tukikorin verholevyn ja ruuvien välistä liukumista ei ole tapahtunut suunnitellulla tavalla. Rakentamisen aikoihin Loviisa 2:n verholevyä oli jouduttu korjaamaan, millä saattaa olla merkitystä ruuvien vaurioiden syntymiseen. Myös säteilyn aiheuttama jännityskorroosio on voinut edistää vaurioiden kehittymistä.

Muutaman ruuvin katkeaminen ei vaaranna verholevyn paikoillaan pysymistä. Vuosihuoltoseisokin aikana katkennut ruuvi voi pudota reaktoriin ja pahimmillaan heikentää yhden polttoainepipun jäähdytevirtausta, minkä seurauksena polttoaine voi menettää tiiviytensä. Laitoksen käynnin aikana ruuvi ei pääse putoamaan reaktoriin. Voimayhtiö tarkasti vaurioituneiden ruuvien pysymisen paikoillaan tukikorin paikoilleen asentamisen jälkeen ennen polttoainepippujen ja suojanippujen lataamista. Tulevissa vuosihuoltoseisokeissa varmistetaan molemmilla laitosyksiköillä niiden ruuvien paikallaan pysyminen, joiden koh-



**Kuva L6.3.** Kaaviokuva reaktorin tukikorin verholevyn kiinnityksestä. Yläkuvassa osa reaktorin poikkileikkauksesta ja alakuvassa kiinnitysruuvi.



dalla oleva polttoainenippu tai suojanippu poistetaan latauksen aikana.

Ruuvien vierestä verholevystä löydettiin noin kolmekymmentä säröä, joista suurin on 15 mm:n pituinen. Syynä säröihin on säteilyn aiheuttama jännityskorroosio. Särön syntymisen mahdollistaneet suuret jäännösjännitykset ja kylmämuokkaus aiheutuivat välysten poistamisesta ruuvien kohdalta. Ruuvien esikiristyksestä aiheutuvat voimat ovat voineet vielä kasvattaa jännityksiä. Jännitysten pienentyessä kauempana ruuvista särönkasvu on pysähtynyt. Pienet säröt eivät vaaranna verholevyn toimintaa tai sen paikoillaan pysymistä.

## Olkiluodon voimalaitos

### Dieselpolttoöljyn samepisterajan ylittyminen varastosäiliössä

Olkiluodon laitoksella todettiin 17.1.2002, että varavoimadieselgeneraattoreiden polttoöljyn varastosäiliössä olevan öljyn samepistearvo oli suurempi kuin turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on edellytetty. Olkiluoto 1:llä samepistearvo poikkesi turvallisuusteknisten käyttöehtojen edellyttämäästä enimmäisarvosta -24 °C yhden asteen ja Olkiluoto 2:lla viisi astetta. Voimayhtiö ryhtyi välittömästi toimenpiteisiin säiliöiden polttoöljyn samepistearvon saattamiseksi turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaiseksi. Varastosäiliöiden polttoöljyä korvattiin öljyalaadulla, jonka samepistearvo oli huomattavasti vaadittua alhaisempi. Öljyn samepistearvot olivat turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaiset seuraavana päivänä eikä laitosyksiköiden käyttöä näin ollen tarvinnut keskeyttää.

Kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä on neljä varavoimadieselgeneraattoria, jotka käynnistyvät automaattisesti syöttämään laitosyksiköiden tarvitseman sähkön tilanteessa, jossa laitosyksikön sekä ulkoisen sähkön että ns. omakäyttösähkön saanti on estynyt. Kullakin dieselillä on sisätiloissa sijaitseva polttoöljyn päiväsäiliö, jossa on polttoöljyä noin seitsemän tunnin käyttöä varten. Päiväsäiliöt täytetään ulkoalueella sijaitsevasta laitosyksikkökohtaisista varastosäiliöistä. Varastosäiliöt ja niistä päiväsäiliöihin johtavat putket on ulkona olevalta osalta lämpöeristetty.

Lisäksi yhdysputkissa on saattolämmitys, jolla varmistetaan, ettei öljy jähmety kovillakaan pakasilla. Samepistearvo ilmaisee alimman lämpötilan, jossa öljyä voidaan säilyttää.

Samepistearvon poikkeaminen sallitusta havaittiin kaksi kertaa vuodessa tehtävien öljyanalyysojen tulosten perusteella. Asiaa selvitettyä todettiin, että Teollisuuden Voima Oy:n kemian käsikirjassa oleva samepisteelle sallittu arvo, johon analyysituloksia verrattiin, oli asteen suurempi kuin turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettu raja. Poikkeama tuli esille, kun Olkiluoto 2:n öljyanalyysituloksia verrattiin käsikirjan rajasta. Syynä poikkeaviin arvoihin oli se, että kun samepistearvo otettiin uutena raja-arvona vuonna 1988 turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin raja-arvoksi, ei kemian käsikirjassa ennestään ollut raja-arvoa muutettu.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtuman johdosta Olkiluodon laitoksella otettiin käyttöön aikaisempaa alhaisemman samepisteen öljyalaatu ja tarkistettiin eräitä öljytoimistusten vastaanotossa olleita menettelyjä. Myös menettelyihin, joilla varmistetaan tekniikanalakohtaisten ohjeiden ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen yhdenmukaisuus niihin tehtävien muutosten jälkeen, on kiinnitetty huomiota.

### Eräiden piirturinäyttöjen siirto keskusvalvomosta relehuoneeseen vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja

Olkiluodon laitosyksiköillä oli vuosihulloissa vuonna 2001 siirretty eräiden mittapisteiden piirturinäytöt valvomoista niiden viereisiin elektroniikkahuoneisiin. Työtä suunniteltaessa ei ollut huomattu, että turvallisuustekniset käyttöehdot edellyttävät, että kyseisten näyttöjen tulee olla luettavissa valvomossa. Teollisuuden Voima Oy havaitsi tilanteen 21.2.2002.

Relehuoneeseen siirrettyjen piirturinäyttöjen avulla seurataan mm. onnettomuustilanteessa suojarakennuksen sisällä vallitsevaa painetta, lämpötilaa ja säteilyannosnopeutta. Mittapisteiden antamia tietoja käytetään esimerkiksi arvioitaessa onnettomuustilanteessa radioaktiivisen päästön ajankohtaa tai ympäristössä päästön seurauksena esiintyviä säteilyannosnopeuksia. Nämä tiedot ovat nähtävissä myös valvomossa prosessi-

tietokoneelta. Osa mittapisteiden näytöistä on myös valmiusorganisaation käytössä väestönsuojassa.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Olkiluodon laitoksella oli jo ennen tämän tapahtuman havaitsemista tehostettu muutostöiden valvontaa ottamalla käyttöön katselmusmenetely. Sen avulla suunnitteilla olevat muutostyöt tulevat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista vastaavien henkilöiden tietoon aikaisempaa paremmin.

STUK on myöhemmin Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta hyväksynyt turvallisuusteknisten käyttöehtojen muutoksen, jossa määritellään, että piirturinäytöt voivat sijaita valvomon viereisessä elektroniikkahuoneessa.

### **Reaktorin pikasulku Olkiluoto 1:llä**

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

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

Kun johtokatkaisijat aukesivat Rauman kytkinasemalla, ei kuorman menetyksestä tullut Olkiluoto 1:lle omakäyttöajolle siirtymisen kannalta välttämätöntä reaktorin tehonalennussignaalia, koska katkaisijat olivat auenneet inhimillisen virheen eikä todellisen johtovian seurauksena. Myös vaihtokytkentäautomaatiikan ohjaama laitosyksikön sähkönsyötön siirto tapahtumaan

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

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

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

Laitosyksikön säätöjärjestelmien suunnittelussa ei ole otettu huomioon, että syötettäessä sähkötehoa vain yhtä voimajohtoa pitkin valtakunnan 400 kV voimansiirtoverkkoon kuormanpudotustilanteessa saatetaan jäädä ilman reaktorin tehoa alentavaa signaalia. Tapahtuman seurauksena voimalaitoksen sähkönsyöttö 400 kV voimansiirtoverkkoon muutettiin toistaiseksi tapahtumaan siten, että molemmat Olkiluodon laitosyksiköt syöttävät tuottamansa sähkötehon voimansiirtoverkkoon kolmea 400 kV voimajohtoa pitkin, jolloin edellä esitetyn kaltainen tapahtuma ei voi toistua. Teollisuuden Voima Oy on käynnistänyt yhdessä Fingrid Oyj:n kanssa selvitystyön koskien verkkoyhteyden katketessa tarvittavia suojaussignaaleja. Mahdollisten parannustoimenpiteiden toteutus on tarkoitus aloittaa vuoden 2003 vuosihuoltoseisokeissa.

Lisäksi Teollisuuden Voima Oy on tapahtuman johdosta järjestänyt ohjaajille lisäkoulutusta.

## **Kahden polttoainepinnan virheellinen siirto Olkiluoto 1:llä**

Vuosihuollossa 2002 Olkiluoto 1:llä siirrettiin kahden polttoainepinnan turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti.

Olkiluodon molempien laitosyksiköiden reaktorisydämissä on 500 polttoainepinnaa, joista noin neljäsosa vaihdetaan vuosittain. Lisäksi reaktoriin jäävien polttoainepinnojen paikkoja sydämessä vaihdetaan. Reaktorin pitämiseksi varmasti alikriittisenä polttoainepinnan siirtojärjestys suunnitellaan etukäteen tarkasti.

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

Vuosihuollossa polttoainepinnan purkamisen reaktorista ja säätösauvojen toimilaittehuolto oli aloitettu 15.5.2002. Polttoainepinnan purkamista jatkettiin vuoron vaihdon jälkeen siirtolistan mukaisesti ja aamuyöllä 16.5. poistettiin kaksi polttoainepinnaa erästä supercellistä reaktorisydämen reunaa-alueelta. Koska kyseisen supercellin säätösauvan toimilaittehuolto oli edelleen kesken, ei pinna olisi saanut vielä siirtää. Tätä polttoainepinnan siirtäjien valvoja ei kuitenkaan havainnut.

Tapahtuma ei vaarantanut kriittisyysturvallisuutta, sillä polttoainepinnan poistaminen reaktorista päinvastoin syvensi alikriittisyyttä. Tapahtuma kuitenkin osoitti hallinnollisten esteiden haavoittuvuuden. Vastaavan tyyppisen tapahtuman estämiseksi Teollisuuden Voima Oy tarkentaa menettelyjä ja koulutusta.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

## **Neutronivuon valvontajärjestelmän osittainen toimimattomuus**

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

turvallisuusrajaa ei toiminut suunnitellusti. Järjestelmä valvoo neutronivuota reaktorin käynnistysvaiheessa. Kokeet tehtiin, koska ne todettiin tarpeellisiksi Olkiluoto 2:lla aikaisemmin olleen vuosihuollon jälkeisen ylösajon kokemusten perusteella. Toinen toimimattomista turvallisuusrajoista oli säätösauvojen vedon pois reaktorista pysäyttävä raja ja toinen pikasulkuehdon laukaisuva suojausraja.

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

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

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1.

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

## LIITE 7 Ydinvoimalaitosten laitteiden käyttökunnottomuuden vaikutus onnettomuusriskiin

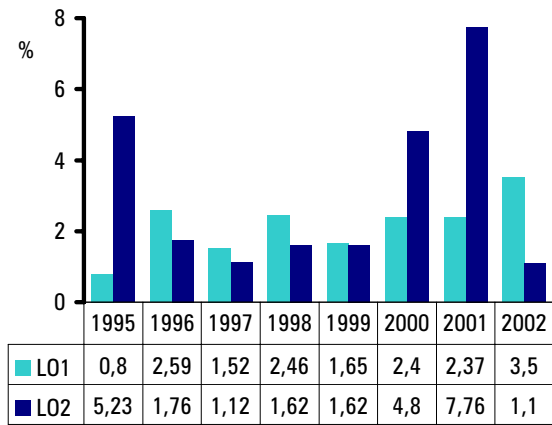
STUK seuraa ydinvoimalaitosten laitteiden käyttökunnottomuudesta aiheutuvaa onnettomuusriskiä osana ydinturvallisuutta koskevaa tunnuslukujärjestelmää. Käyttökunnottomuutta aiheuttaneet tapahtumat jaetaan kolmeen alueeseen: laitteiden viat, ennakkohuollot ja STUKin hyväksymät turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeamiset. Loviisan ja Olkiluodon laitossyksiköiden laitteiden käyttökunnottomuuksien aiheuttama osuus arvioidusta onnettomuusriskistä vuosina 1995–2002 esitetään kuvissa L7.1–L7.6. Vuoden 2002 tulokset ovat alustavia. STUK on aloittanut laitteiden käyttökunnottomuudesta aiheutuneen riskin systemaattisen seurannan vuonna 1995. STUKin tavoitteena on, että ydinvoimalaitosten laitteiden käyttökunnottomuuksien vaikutus vuotuisen riskiin on alle 5 % siitä riskistä, jonka on analysoitu olevan vakavien onnettomuuksien vuotuisen riskin perustaso.

Riskin laskennassa on käytetty konservatiivisia oletuksia ja yksinkertaistuksia analyysityön helpottamiseksi, mikä heikentää oleellisesti tulos-

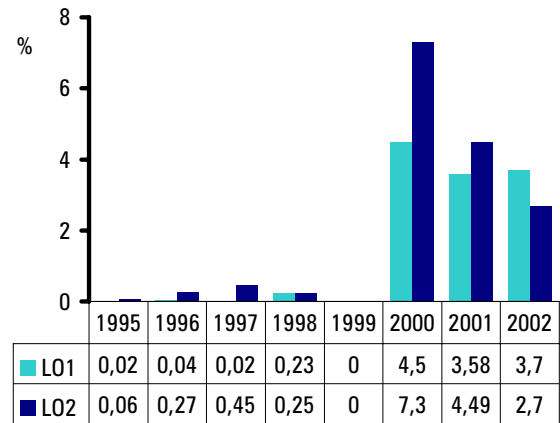
ten käytettävyyttä trendiseurannassa ja laitosten välisessä vertailussa. Mikäli epäkäytettävyyden riskimerkitys pysyy vuodesta toiseen keskimäärin tavoitetasolla, ei ole syytä kiinnittää erityistä huomiota vuotuisen vaihteluun. Mikäli yksittäisen tai useamman laitteen käyttökunnottomuuden aiheuttama riski nousee huomattavasti aikaisempaan verrattuna, muutoksen syy on aiheellista tutkia tarkemmin.

Vuonna 2002 onnettomuusriskin kannalta merkittävimmät käyttökunnottomuudet Loviisan laitoksella johtuivat pääosin varahätäsyöttövesijärjestelmän huoltotoimenpiteistä. Olkiluodon laitoksella dieselgeneraattoreiden piilevät viat ja merivesijärjestelmän huoltovirheet muodostivat suurimman osan laitteiden käyttökunnottomuuden aiheuttamasta riskistä.

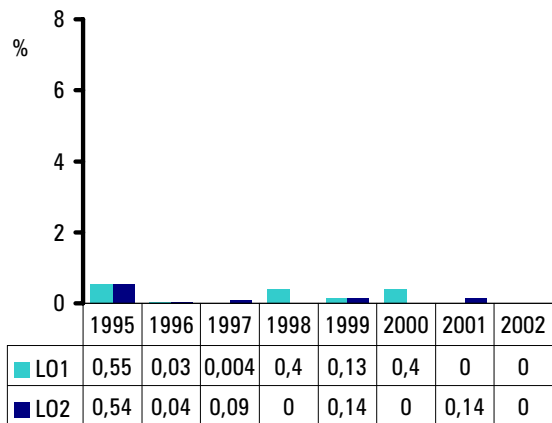
Laitteiden käyttökunnottomuudet vuonna 2002 eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä, vaikka 5 %:n tavoitearvo (em. kolmen alueen summa) ylitettiin Loviisa 1:n ja Olkiluoto 1:n osalta.



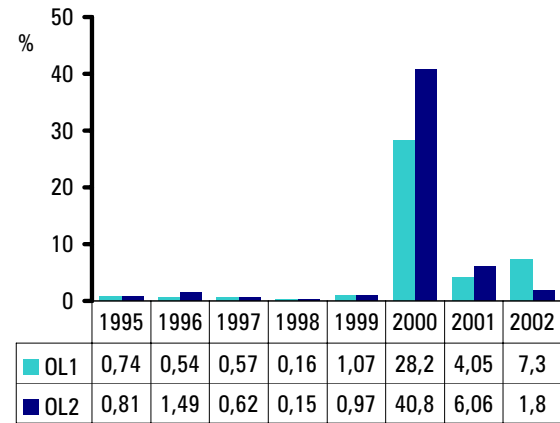
**Kuva L7.1.** Loviisan laitossyksiköiden laitteiden vikojen aiheuttama osuus onnettomuusriskistä.



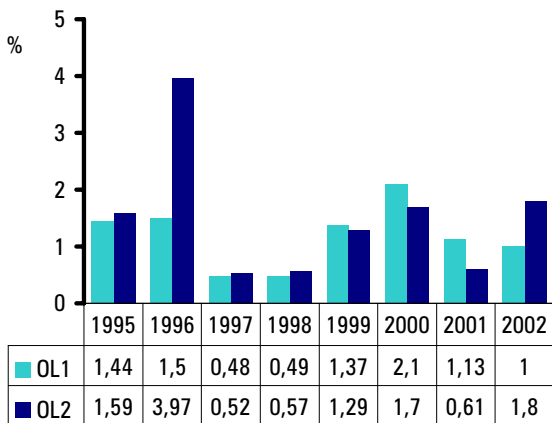
**Kuva L7.2.** Loviisan laitossyksiköiden laitteiden ennakkohuoltojen aiheuttama osuus onnettomuusriskistä.



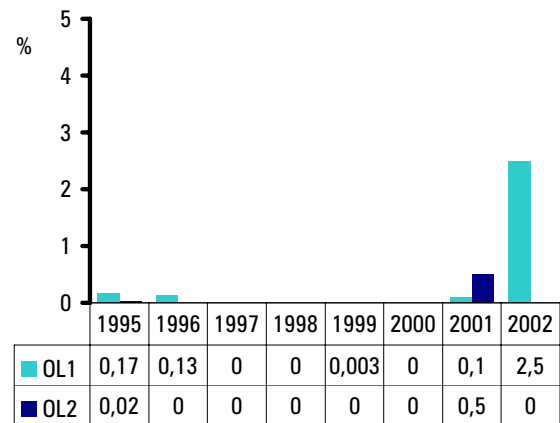
**Kuva L7.3.** Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavien laitostilanteiden aiheuttama osuus onnettomuusriskistä Loviisan laitossyksiköillä.



**Kuva L7.4.** Olkiluodon laitossyksiköiden laitteiden vikojen aiheuttama osuus onnettomuusriskistä.



**Kuva L7.5.** Olkiluodon laitossyksiköiden laitteiden ennakkohuoltojen aiheuttama osuus onnettomuusriskistä.



**Kuva L7.6.** Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavien laitostilanteiden aiheuttama osuus onnettomuusriskistä Olkiluodon laitossyksiköillä.

## LIITE 8 Vuonna 2002 valmistuneet STUKin turvallisuustutkimukset

### Ydinvoimalaitokset

#### FINNUS-tutkimusohjelmaan sisältyvät tutkimukset

PACTEL-putkikokeiden lujuusanalyysit; VTT Valmistustekniikka

FRAPTRAN-ohjelma; FRAPTRAN-GENFLO-ohjelman kehittäminen; VTT Energia

Polttoaineanalyysivalmiuksien kehittäminen; FRAPTRAN/GENFLO-ohjelman kelpoistaminen kiehutusvesireaktorin värähtelytransientin avulla; VTT Energia

Uusien reaktorifysiikkamallien soveltaminen kriittisyysturvallisuuslaskuihin; v. 2001 osuus; VTT Energia

FRAPTRAN-ohjelma; Tilastollisten laskentamethodien soveltaminen FRAPCON 3 / FRAPTRAN -ohjelmiin; VTT Energia

Ydinvoimalaitosmateriaalien ympäristövaikutteiden murtuminen; VTT Valmistustekniikka

Polttoaineen suojakuoren korroosiomekanismi ja sen mallintaminen; VTT Valmistustekniikka

Oksidifilmien käyttäytymisen mallinnus ja niiden merkitys aktiivisuuden kerääntymisessä ja eri korroosioilmiöissä ydinvoimalaitoksissa; VTT Valmistustekniikka

Organisaatiokulttuuri Suomen ydinvoimalaitosten kunnossapidossa; VTT Automaatio

Luotettavuusarviointi ja ohjelmoitujen automaatiojärjestelmien vika- ja vaikutusanalyysi; VTT Automaatio

Sopimus yhteisosallistumisesta CAMP-ohjelmaan; v. 2002 osuus; VTT Energia

Riskitietoinen laadunvarmistus; VTT Tuotteet ja tuotanto

Organisaatiokulttuuri Suomen ydinvoimalaitosten kunnossapidossa; Arviointimenetelmän kehityksen loppuunsaattaminen; VTT Tuotteet ja tuotanto

Inhimillisten virheiden analyysi ja datan keruu; VTT Tuotteet ja tuotanto

Deterministisen ja todennäköisyyspohjaisen tiedon analysoiminen ja yhdistäminen päätöksenteon perustaksi; PSA:n laatuvaatimukset ja pätevoittäminen riskiavusteisen päätöksentekoprosessin osaksi; VTT Automaatio

Deterministisen ja todennäköisyyspohjaisen tiedon analysoiminen ja yhdistäminen päätöksenteon perustaksi; Todennäköisyyspohjaiset ja deterministiset päätöskriteerit ja niiden käyttö; VTT Automaatio

Risk informed management of ageing and maintenance; Putkistovuotojen ja -rikkujen todennäköisyyspohjainen arviointi riskitietoisesta päätöksenteon tueksi; VTT Automaatio

Human reliability analysis (HRA); Ihmisen väärät toimenpiteet (Errors of Commission), luotettavuustietojen keruu ja tulipalojen HRA:n integroitu analyysi; VTT Automaatio



Riskivaikutteiset määräaikaistarkastukset; VTT Valmistustekniikka	fuusion mittausta ja mallinnus; HY / Radiokemian laboratorio
Mallinnuksen käyttö ultraäänitestauksessa; VTT Valmistustekniikka	Häiriörakenteiden tulkinta merisedimenttien kulkuluotausprofiileista; Laboratorioanalyysit sedimenttinäytteistä; GTK
Ydinvoimalaitoksen normaalipäästöistä aiheutuvien annosten laskennan kehittäminen; VTT Energia	IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; v. 2001 b); University of Reading
<b>Viranomaispäätöksiin liittyvät tutkimukset</b>	
NDT-järjestelmien pätevöityksen kehittäminen; Co-operation in the qualification of NDT systems in Finland. Review of qualification of inspection procedures for manual ultrasonic inspection of pipeline butt welds at the OL1- and OL2- nuclear power plants; ent. AEA Technology plc, nyk. Serco Assurance Ltd	Development and validation of physical rock matrix characterization methods and their application in site investigations, natural analogue studies and performance assessment; Tasks 3 & 4. Prof. Dr. K. Meyer; BAM
EMC-ilmiöiden aiheuttamien riskien selvitys suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla; Nemko Product Services Oy	Olkiluodon merialueen kaasututkimus; GTK
Loviisan voimalaitoksen turbiinihallin paloanalyysi; VTT Energia	DECOVALEX III; Tutkimustyöt vuonna 2002; TKK / Matematiikan laitos/mekaniikka
Atrium 10 -polttoaine; Normaalikäytön aikaisen käyttäytymisen arviointi statistisin menetelmin; VTT Prosessit	DECOVALEX III; Bentoniitin virumismallin kehittäminen; TKK / Matematiikan laitos/mekaniikka
Palaman korotukseen liittyvä transienttialyysi; VTT Prosessit	DECOVALEX III; Bench Mark Test 2 simulations in 2002; Uppsala University
<b>Valvontatoiminnan kehittämistä tukevat tutkimukset</b>	Benchmark Test 2:n kalliomekaniikkasimuloinnit vuonna 2002; TKK / Materiaali- ja kalliotekniikan osasto
Prosessijohtamisen tehostaminen STUKin ydinturvallisuusvalvonnassa; Qualitas Fennica Oy	<b>Viranomaispäätöksiin liittyvät tutkimukset</b>
<b>Ydinjätehuolto</b>	Review of Posiva's R&D programme; Carrera; UPC-ETMC
<b>KYT-tutkimusohjelmaan sisältyvät tutkimukset</b>	Posivan GPS-mittaukset; Mittauksia koskevien raporttien arviointi; TKK/Maanmittausosasto
DECOVALEX III; Bench Mark Test 2 simulations in 2001; Uppsala University	Olkiluodon tutkimusaineiston vertaileva fokusoitu mallinnus; GTK
Matrix diffusion cluster; Retentioprosessit geosfäärissä turvallisuusarviointia varten: matriisidif-	3D-ROCK kalliomallinnusohjelmiston kehittäminen; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
	Posiva Oy:n maanjäristyksiä koskevien raporttien arviointityö; TKK / Kalliotekniikan Laboratorio