

YDINENERGIAN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 1999

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-388-4
ISSN 0781-2884

Oy Edita Ab, Helsinki 2000

TOSSAVAINEN, Kirsti (toim.). *Ydinenergian turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 1999.*
STUK-B-YTO 200. Helsinki 2000. 49 s. + liitteet 9 s.

ISBN 951-712-388-4

ISSN 0781-2884

Avainsanat: ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, viranomaisvalvonta

TIIVISTELMÄ

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 1999. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle. Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinvoimalaitosten käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Valvonnan tuloksena todettiin, että Suomen ydinvoimalaitoksia käytettiin niiden käyttöluvista asetettujen ehtojen ja voimassa olevien säännösten mukaisesti lukuun ottamatta tahattomia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyi kansainvälisesti verrattuna alhaisena ja alitti molemmat ydinvoimalaitokset huomioonottaen STUKin ohjeen mukaisen rajan. 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.

Kauppa- ja teollisuusministeriölle annettiin lausunnot Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoshankkeiden ympäristövaikutusten arviointiselostuksista ja Espoon Otaniemessä sijaitsevan tutkimusreaktorin käyttöluvan jatkamisesta. Vuosi 2000 -tietokoneongelmaan liittyvä turvallisuusarvio Suomen ydinvoimalaitosten valmiudesta vuosituhanen vaihteeseen valmistui joulukuussa.

Ydinjätehuollon valvonta kohdistui käytetyn polttoaineen varastointiin ja loppusijoitussuunnitelmiin sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta annettiin lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle.

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

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

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 1999 olivat 36,4 milj. markkaa ja kertyneet tulot 30,2 milj. markkaa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 30,1 milj. markkaa, jotka perittiin täysimääräisesti ydinenergian käyttäjiltä.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
1 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	7
2 YDINTURVALLISUUSVALVONNAN LAAJUUS	9
3 YDINLAITOSTEN VALVONTA	13
3.1 Loviisan voimalaitos	13
3.1.1 Käyttö	13
3.1.2 Merkittävät käyttötapaukset	13
3.1.3 Tapauksien tutkimus	17
3.1.4 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista	18
3.1.5 Turvallisuutta varmistavat hankkeet	19
3.1.6 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	23
3.1.7 Säteilysuojelu	24
3.2 Olkiluodon voimalaitos	25
3.2.1 Käyttö	25
3.2.2 Merkittävät käyttötapaukset	27
3.2.3 Tapauksien tutkimus	28
3.2.4 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista	29
3.2.5 Turvallisuutta varmistavat hankkeet	29
3.2.6 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	32
3.3 Muut ydinlaitokset	32
4 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	34
4.1 Käytetty ydinpolttoaine	34
4.2 Voimalaitosjätteet	35
4.3 Ydinvoimalaitosten käytöstäpoisto	36
4.4 Muu valvonta	36
5 YDINMATERIAALIVALVONTA	37
5.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	37
5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	38
6 MUUT PÄÄTOIMINNOT	39
6.1 Merkittävät lausunnot	39
6.2 Valmiustoiminta	39
6.3 Viestintä	40

7	TUKITOIMINNOT	41
	7.1 Tutkimustoiminta	41
	7.2 Kehityshankkeet	42
8	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	43
9	YDINTURVALLISUUSVALVONNAN KUSTANNUKSET JA TULOT	48
10	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	49
	LIITE 1: Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma	50
	LIITE 2: Erillistarkastusten kohteet	51
	LIITE 3: Säteilyturvakeskuksen myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat vuonna 1999	52
	LIITE 4: Säteilyturvakeskuksen antamat lausunnot ja merkittävät päätökset	53
	LIITE 5: Säteilyturvakeskuksen tilaustutkimukset vuonna 1999	55

1 SÄÄNNÖSTÖTYÖ

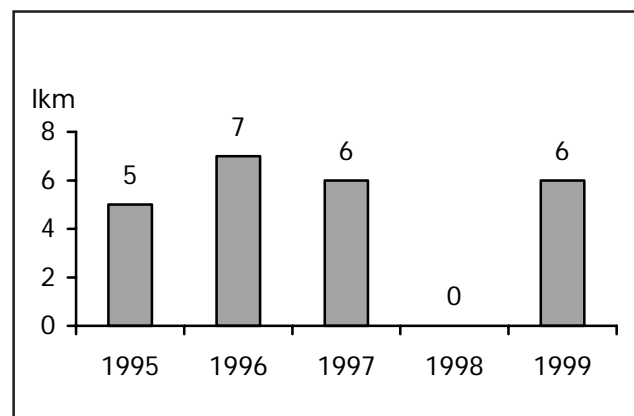
STUK valmisteli yhteistyössä kauppaja- ja teollisuusministeriön kanssa esityksen ydinenergiain ja -asetuksen muuttamisesta, joka oli tarpeen muuttuneen painelaitelainsäädännön vuoksi. Ehdotus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeviksi yleisiksi turvallisuusmääräyksiksi viimeisteltiin.

Euroopan unionin painelaitedirektiivin johdosta Suomen paineestialainsäädäntö uudistettiin vuoden 1999 aikana vastaamaan direktiivin vaatimuksia. Ydinlaitosten painelaitteiden valvonta kuuluu ydinenergiain mukaan Säteilyturvakeskukselle (STUK). Aiemmin tässä valvonnassa noudatettiin paineestialainsäädäntöä soveltuvin osin. Koska uudistettu painelaitelainsäädäntö rajaa ulkopuolelleen ydinlaitosten painelaitteet, oli tarpeen muuttaa ydinenergiainäädäntöä kattamaan entistä yksityiskohtaisemmin ydinlaitosten painelaitteiden valvonta. Vuoden 1999 aikana valmisteltiin yhteistyössä kauppaja- ja teollisuusministeriön kanssa esitys ydinenergiainlakiin ja -asetukseen tarvittavista muutoksista. Ydinenergiain muutos (870/1999) ja ydinenergia-asetuksen muutos (1069/1999) tulivat voimaan 29.11.1999.

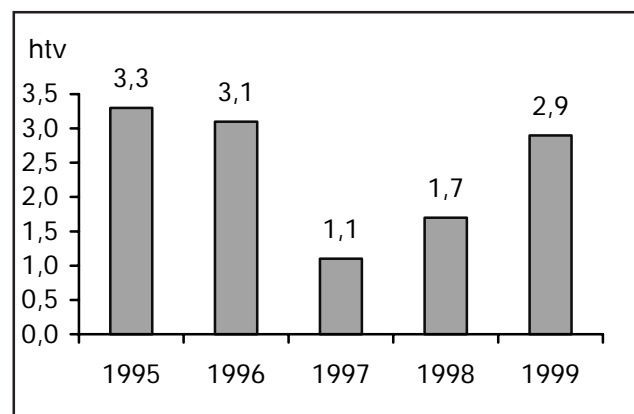
Ydinenergiain (990/1987) 55 § 2 momentin 3 kohdan mukaisesti STUKin tehtävänä on valmistella ehdotuksia yleisiksi määräyksiksi, jotka ydinenergiain 81 §:n mukaisesti koskevat ydinenergian käytön turvallisuutta ja turva- sekä valmiusjärjestelyjä. Vuoden 1999 aikana viimeisteltiin ehdotus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeviksi yleisiksi turvallisuusmääräyksiksi. Valtioneuvosto antoi päätöksen (478/1999) 25.3.1999.

STUKin tehtävänä on ydinenergiain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella valmistella myös yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia määräyksiä. Tässä tarkoituksessa STUK julkaisee ns. YVL-ohjeita. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenettelyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille.

YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. Vuoden 1999 aikana ohjetyöryhmissä oli valmisteltavana kaikkiaan 31 ohjetta. Lisäksi arvioitiin kymmenen ohjeen päivitystarve. Vuoden loppuun mennessä valmistui kuusi ohjetta. Englannin kielellä julkaistiin viisi ohjetta. Vuosittain julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärät esitetään kuvassa 1 ja YVL-ohjeiden ja muun säännösten valmisteluun käytetyt vuosittaiset työajat kuvassa 2. Säännösten kehittämiseen käytettiin vuonna 1999 2,9 henkilötyövuotta eli 3,8 % kokonaistyöajasta.



Kuva 1. Julkaistujen YVL-ohjeiden lukumäärä.



Kuva 2. Säännöstötyöhön käytetty työaika.

Vuonna 1998 käynnistetty YVL-ohjeita koskeva kehityshanke saatettiin päätökseen. Työn tuloksena laadittiin erityinen säännöstötyön strategia ja tarkistettiin YVL-ohjeiden voimaansaattamista ja soveltamista koskevat käytännöt käynnissä oleville ydinlaitoksille. Myös ohjeiden oikeudellista velvoittavuutta kuvaavaa määritelmää tarkennettiin.

STUKin toiminnan kannalta keskeiset ydin- ja säteilyturvallisuuksäädökset ja -ohjeet ovat käytettävissä sekä STUKin sisäisessä intranet-verkossa että myöskin vapaasti Internet-verkossa. Säädöstietokantaohjelma Ydintieto on STUKin lisäksi käytössä Teollisuuden Voima Oy:n ja Fortum Oyj:n organisaatioissa.

2 YDINTURVALLISUUSVALVONNAN LAAJUUS

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitoksiin, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Valvontaa toteutettiin samassa laajuudessa kuin aikaisempinakin vuosina.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui pääasiassa Fortum Power and Heat Oy:n omistamaan Loviisan voimalaitokseen (Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt) ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset. Tässä luvussa selvitetään valvontaa yleisesti ja esitetään valvontatoimintaa kuvaavia tilastotietoja. Yksityiskohtaisemmin valvottuja kohteita kuvataan luvuissa 3, 4 ja 5.

Ydinvoimalaitosten valvonta muodostui käytön tarkastusohjelmaan kuuluvista tarkastuksista sekä erillisistä tarkastuksista, jotka voimayhtiö on velvollinen pyytämään laitoksella tehtävien toimenpiteiden yhteydessä tai jotka STUK tekee harkintansa perusteella. Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma oli uusittu vuonna 1998 ja uusittu ohjelma otettiin käyttöön vuoden 1999 alussa. Tarkastusohjelmaan kuuluu kolmentasoi-

sia tarkastuksia: voimayhtiöiden johtamismenettelyjen arviointi turvallisuusnäkökulmasta (taso A), ydinvoimalaitosten päätoimintojen arviointi (taso B) ja toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset (taso C). Tarkastusohjelmaan sisältyvät tarkastukset esitetään liitteessä 1 ja erillistarkastusten kohteet liitteessä 2. Tarkastusohjelmaan kuuluvien tarkastusten ja erillistarkastusten lisäksi STUK arvioi ydinvoimalaitosten turvallisuutta mm. käyttökokemusten ja turvallisuustutkimusten sekä voimayhtiöiden toimittamien raporttien ja suunnitelmien perusteella sekä tekemällä tarkastuksia laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona.

Ydinjätehuollon valvonta kohdistui käytetyn polttoaineen varastointiin ja loppusijoituksen valmisteluun sekä ydinvoimalaitosjätteiden käsitteilyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen.

Ydinmateriaalivalvonta muodostui pääasiassa polttoaineen hankinnan, maahantuonnin, maastaviennin, kuljettamisen, varastoinnin, käsittelyn ja käytön valvonnasta.

Pääosaltaan ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautumien eri tulosalueille esitetään taulukossa I. Ydintur-

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

Tehtäväalue	henkilötyövuosi (htv)				
	1995	1996	1997	1998	1999
Laskutettava perustoiminta	25,0	26,0	29,1	24,7	25,3
Ei-laskutettava perustoiminta	5,7	5,1	4,4	4,6	5,5
Palvelutoiminta	7,3	6,3	8,2	6,9	7,0
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	24,8	27,5	23,8	25,1	24,6
Lomat ja poissaolot	13,7	13,1	14,7	13,9	14,8
Yhteensä	76,5	78,0	80,2	75,2	77,2

vallisuusvalvonnan päätoimintoja ovat laskutettava ja ei-laskutettava perustoiminta. Näiden toimintojen lisäksi tehdään palvelutoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostuu ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuvat kustannukset peritään ydinlaitosten omistajilta. Ei-laskutettavaan perustoimintaan sisältyvät kansainvälinen ja kotimainen yhteistyö sekä valmiustoiminta. Ei-laskutettavaan perustoimintaan varat myönnetään valtion budjetista. Perustoiminnan kustannuksia ja tuloja selvitetään luvussa 9. Palvelutoiminta koostuu pääasiassa ulkopuolisella rahoituksella tehtävästä Keski- ja Itä-Euroopan maiden ydinturvallisuuden kehittämisestä. Tätä toimintaa kuvataan luvussa 8. Säännöstötyöstä ja tukitoiminoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys sekä raportointi) aiheutuvat kustannukset vyörytetään laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa. Säännöstötyötä kuvataan luvussa 1 ja eräitä tukitoimintoja luvussa 7.

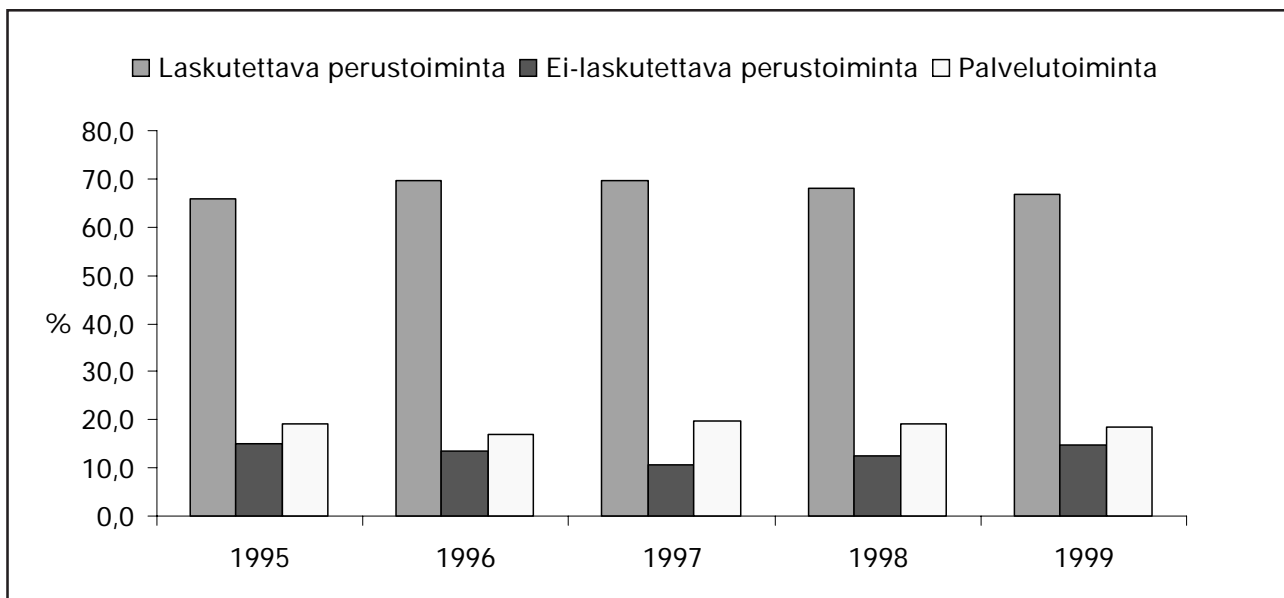
Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,4 henkilötyövuotta, mikä on 14,7 % henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 10,9 henkilötyövuotta, mikä on 14,1 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 2,8 henkilötyövuotta eli 3,6 % kokonaistyöajasta. Kuvas-

sa 3 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 1047. Luku sisältää ydinvoimalaitosten valvonnan tarkastusten lisäksi myös ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Loviisan ydinvoimalaitoksella tehtyjä tarkastuspäiviä kertyi 472 ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksella 513. Lisäksi sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskenteli 1–2 paikallistarkastajaa. Tarkastuspäivien lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 4.

Tapahtumakohtaisia raportteja toimitettiin STUKille Loviisan ydinvoimalaitoksen 13 ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksen 10 tapahtumasta. Tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 5. Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi voimayhtiöt toimittivat STUKille säännöllisesti laadittavat vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seiskkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

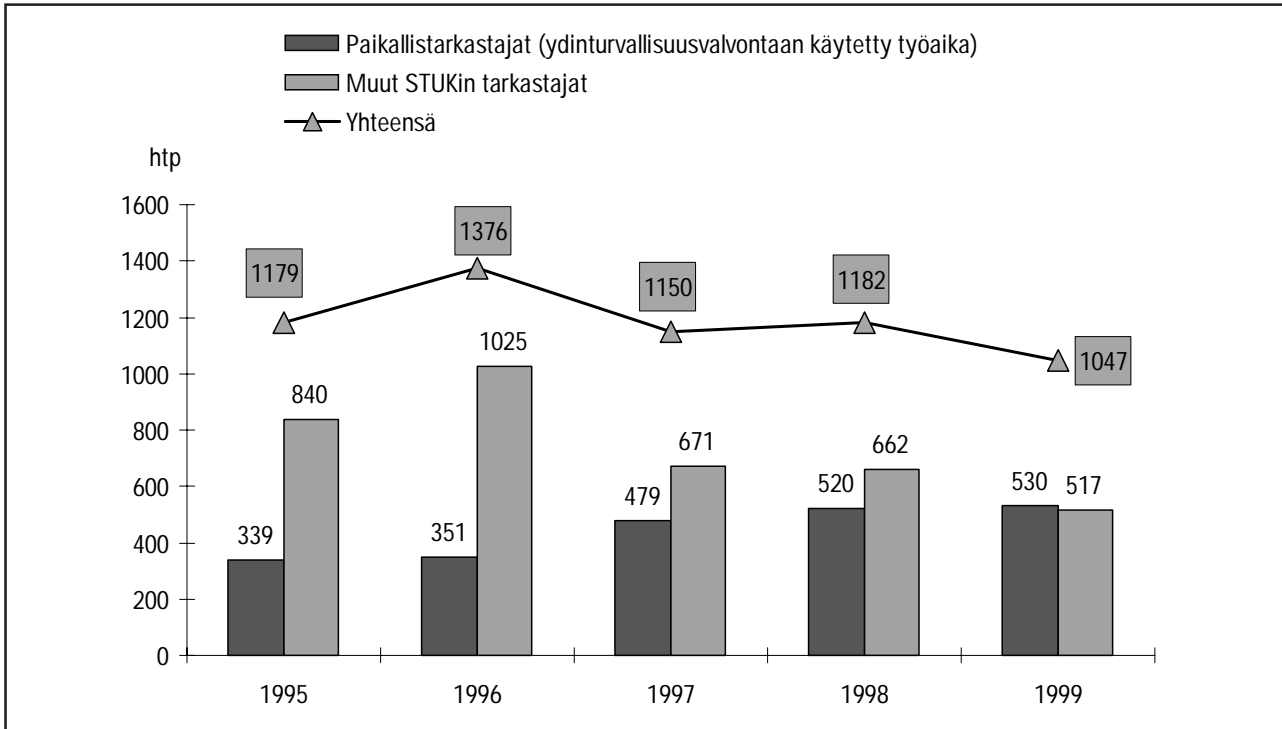
Kaikkiaan edellä mainittuja suunnitelmia, selvityksiä, raportteja ja ilmoituksia toimitettiin vuonna 1999 STUKille tarkastettavaksi 1237 asiakirjalähetystä. Vuonna 1999 sekä aikaisemmin toimitettujen asiakirjojen tarkastuksia saatiin vuonna 1999 päätökseen 1481. Lukuun sisältyvät



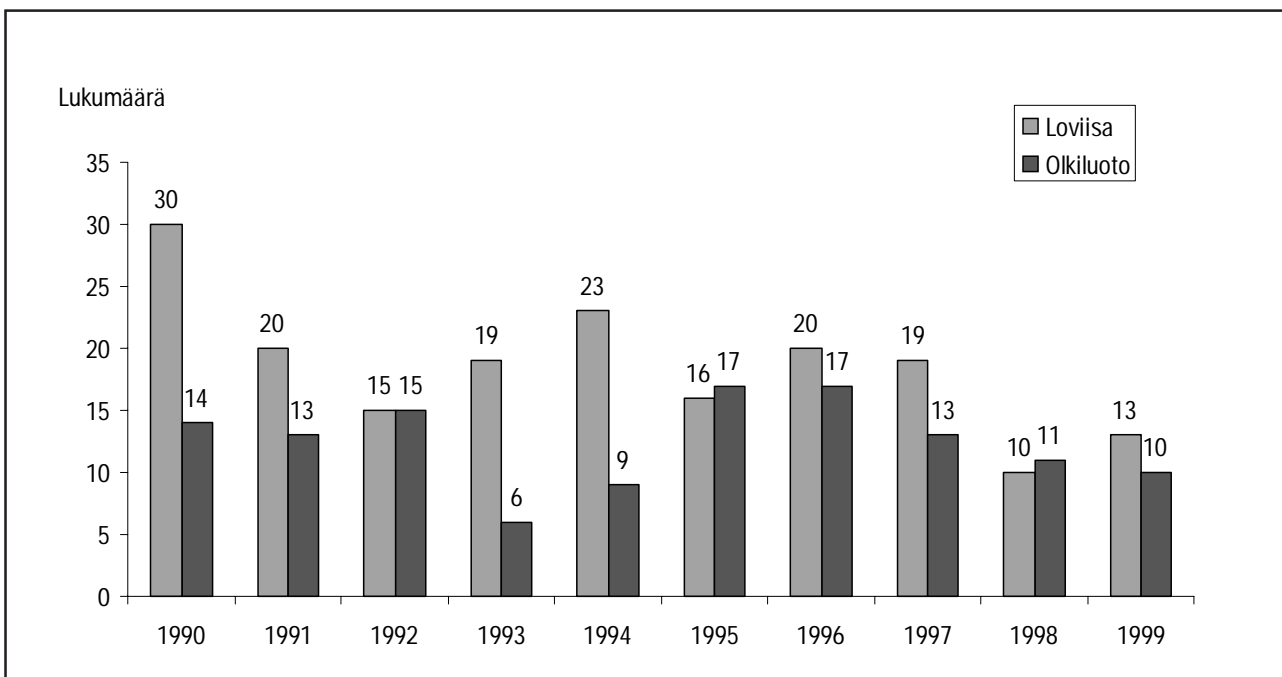
Kuva 3. Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

myös STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat, jotka luetaan liitteessä 3. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 123 päivää. Keskimääräisen käsittelyajan kasvu edellisiin vuosiin verrattuna johtuu pääasiassa siitä, että vuonna 1999 tehostettiin vanhimpien asiakirjojen käsitte-

lyn loppuun saattamista. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosittain esitetään kuvassa 6. Kuvissa 7 ja 8 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.



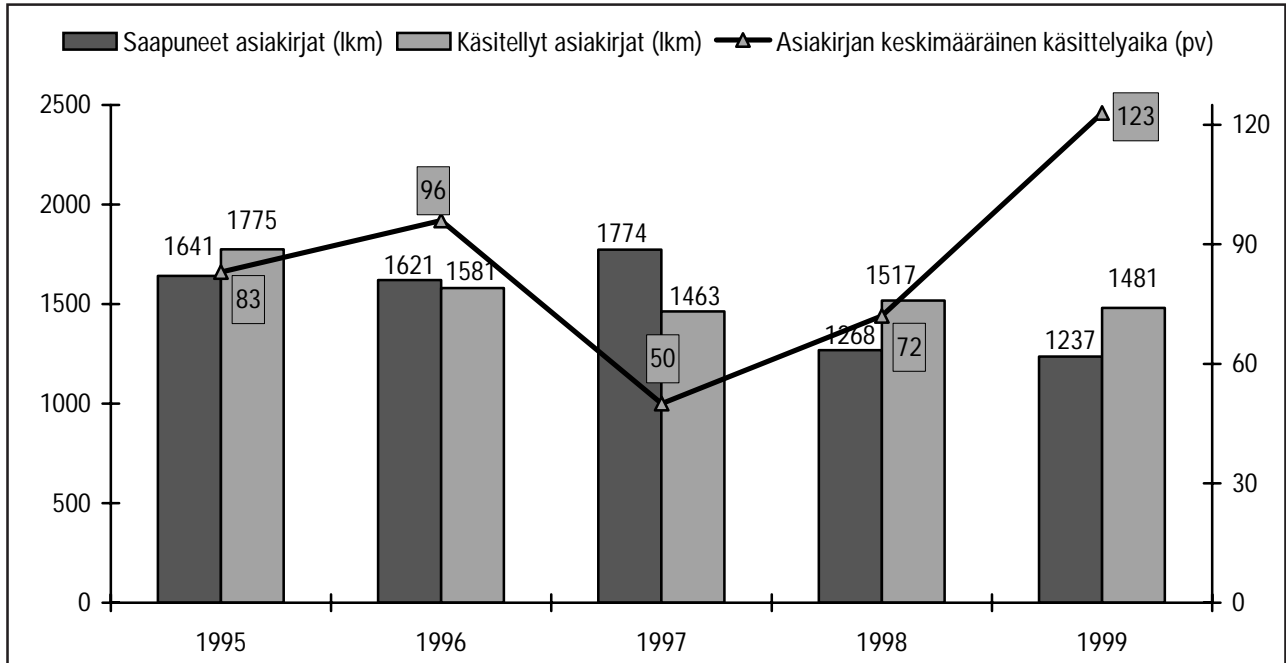
Kuva 4. Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.



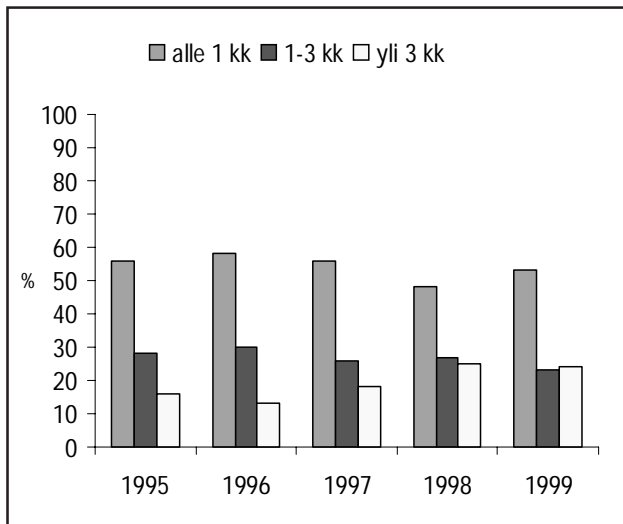
Kuva 5. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät.

Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitoksia käytettiin käyttöluvuissa asetettujen ehtojen ja voimassa olevien säännösten mukaisesti lukuun ottamatta tahattomia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Ydinjätehuolto ja ydinma-

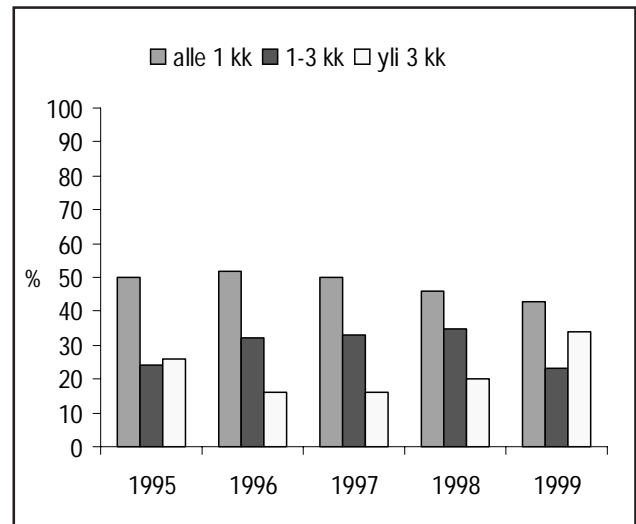
ateriaalien käyttö tapahtuivat voimassa olevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Tarkastusten perusteella voimayhtiöille esitettiin lisäselvityspyynnöjä ja edellytettiin turvallisuuden edelleen varmistamiseksi tehtäviä toimenpiteitä.



Kuva 6. Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.



Kuva 7. Loviisan laitossyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajakaumat.



Kuva 8. Olkiluodon laitossyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajakaumat.

3 YDINLAITOSTEN VALVONTA

Suomen ydinvoimalaitosyksiköiden käyttö oli turvallista. STUK valvoi normaalin käyttötoiminnan lisäksi laitosyksiköiden turvallisuutta parantavia hankkeita. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktorin käyttö niin ikään oli turvallista. Tutkimusreaktorin käyttöluvan jatkamisesta annettiin puoltava lausunto.

3.1 Loviisan voimalaitos

3.1.1 Käyttö

Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 91,0 % ja Loviisa 2:n 93,2 %. Kummallakin laitosyksikön vuosihuoltoseisokkien pituudet olivat 19 vuorokautta. Loviisa 1:llä ei ollut muita keskeytyksiä sähkön tuotannossa. Loviisa 2:lla oli lyhyt tuotantokeskeytys pienen primääripiiristä höyrystintilaan olleen venttiilivuodon korjauksen takia. Kummallakaan laitosyksiköllä ei ollut reaktorin pikasulkuja. Laitteiden vikaantumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Loviisa 1:llä 1,7 % ja Loviisa 2:lla 4,1 %. Kuvassa 9 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 1999. Tuotantokeskeytykset ja syyt tehonalennuksiin on raportoitu STUKin julkaisuissa STUK-B-YTO 191, 193, 197 ja 199. Energiakäyttökerrointen ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 10 ja 11.

3.1.2 Merkittävät käyttötapaukset

Loviisan laitosyksiköillä ei vuonna 1999 sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Laitosyksiköiden tapahtumat olivat enintään luokkaa 1 INES-asteikolla. Tähän luokkaan luokiteltiin syyskuussa Loviisa 2:lla havaittu hätäjähdytysjärjestelmien toimintakyvyn osittainen heikkeneminen. Muilla Loviisan laitosyksiköiden tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteis-

määrät Suomen laitosyksiköillä esitetään kuvassa 12.

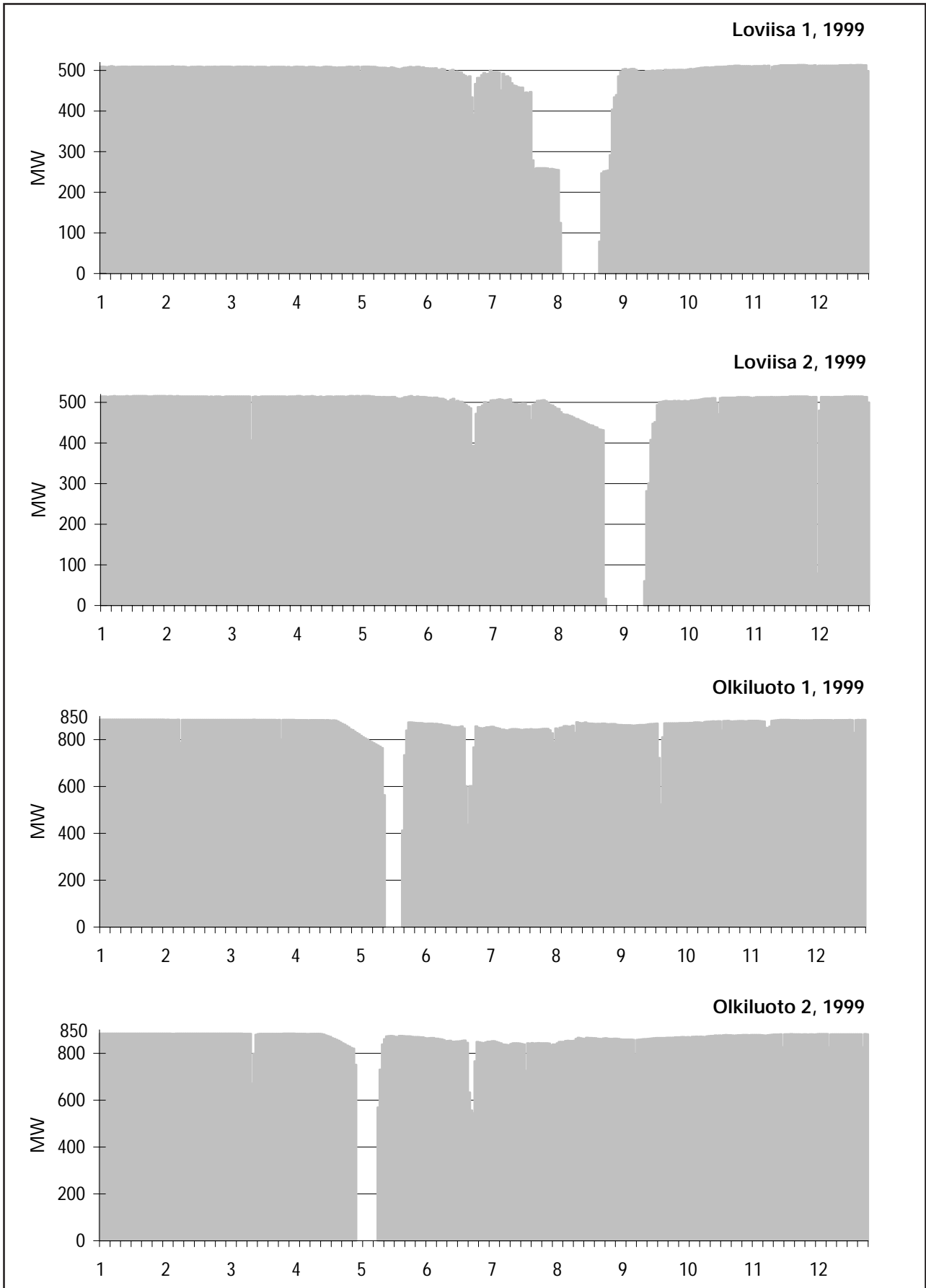
Eniten julkista huomiota sai Loviisa 2:lla lokakuussa sattunut vetyvuoto turbiinihallin ulkopuolella sijaitsevasta vetypullopatterista. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0. Tämä sekä edellä mainittu Loviisa 2:n INES-luokkaan 1 luokiteltu tapahtuma kuvataan lyhyesti seuraavassa. Tapahtumat on kuvattu myös julkaisussa STUK-B-YTO 199.

Hätäjähdytysjärjestelmien toimintakyvyn osittainen heikkeneminen Loviisa 2:lla (INES 1)

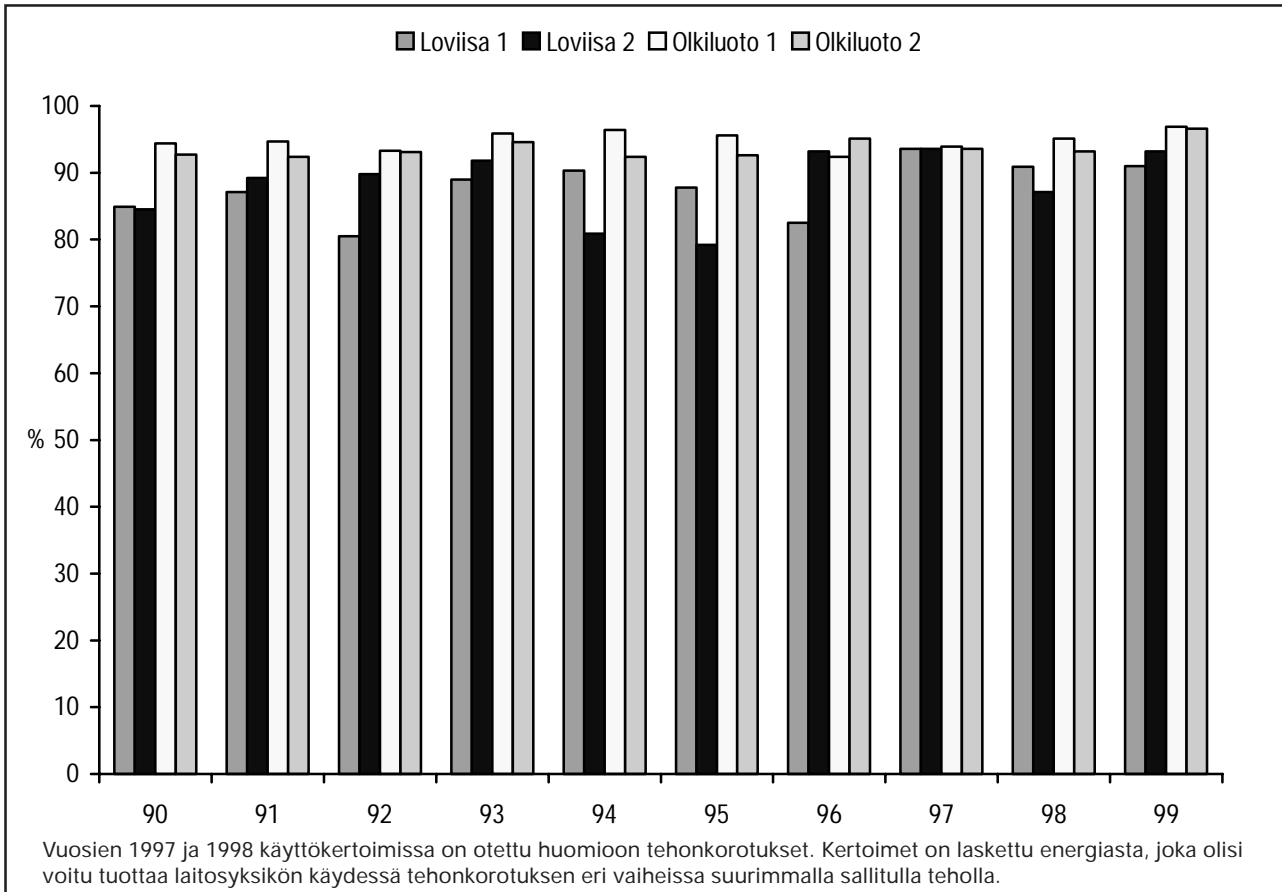
Loviisa 2:lla havaittiin 4.9.1999 tehdyn määräaika-koestuksen yhteydessä, että hätäjähdytysjärjestelmien siivilöiden puhdistamiseen tarkoitettussa typpipuhallusjärjestelmässä kahden venttiilin laitetunnukset olivat vaihtaneet keskenään paikkaa. Virheen vuoksi reaktorin jäähdytys ei onnettomuustilanteessa olisi ollut käytettävissä täysin suunnitellulla tavalla. Tilanne oli vallinnut typpipuhallusjärjestelmän rakentamisesta eli vuodesta 1994 lähtien.

Siivilät ovat erilliset reaktorin hätäjähdytykselle ja suojarakennuksen jälkilämmönpoistolle. Kumpikin järjestelmä muodostuu kahdesta rinnakkaisesta osajärjestelmästä, joista kumpikin yksinään suoriutuu järjestelmän jäähdytystehtävästä.

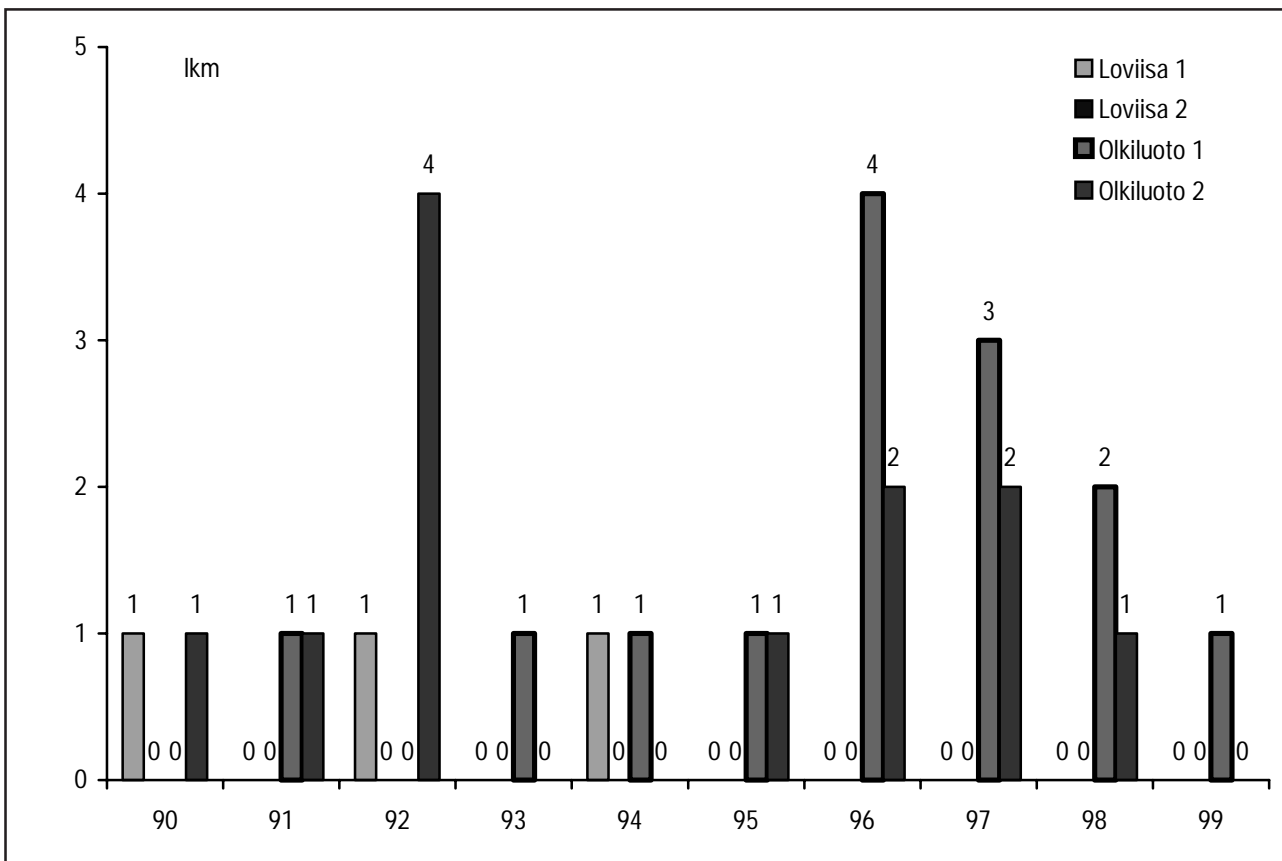
Typpipuhalluksen tarkoituksena on varmistaa hätäjähdytysjärjestelmien toiminta primääripiirin putken katkeamisesta johtuvassa onnettomuudessa. Tällaisessa onnettomuudessa hätäjähdytysjärjestelmät kierrättävät suojarakennuksen



Kuva 9. Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 1999.



Kuva 10. Loviisan ja Olkiluodon laitosesiköiden energiakäyttökertoimet.



Kuva 11. Loviisan ja Olkiluodon laitosesiköiden reaktoreiden pikasulkujen lukumäärät lukuun ottamatta pikasulkukokeita (reaktori yli 5 % teholla).

lattiakaivoihin kertynyttä vettä siivilöiden läpi takaisin reaktoriin ja suojarakennuksen ruiskutukseen jälkilämmön poistamiseksi. Typpipuhalluksella voitaisiin puhdistaa järjestelmien imuputkissa olevat siivilät, jos ne tukkeutuisivat onnettomuustilanteessa putkista irtoavasta lämpöeristeestä. Siivilät on mitoitettu kestävänsä pahin ajateltavissa oleva eristekuorma tukkeutumatta, mutta varmuuden lisäämiseksi ne on varustettu myös typpipuhallusjärjestelmällä. Typpipuhallus käynnistetään tarvittaessa käsin erikseen kullekin siivilälle. Käynnistäminen on tarpeen onnettomuuden myöhäisessä vaiheessa, mutta tilanteesta riippuen käynnistäminen ei välttämättä ole tarpeen silloinkaan.

Siivilöiden puhdistusjärjestelmän laitetunnusten ristikkäisen sijainnin seurauksena toisessa osajärjestelmäparissa reaktorin hätäjähdytysjärjestelmään tarkoitettu typpipuhallus olisi ohjautunut suojarakennuksen jälkilämmönpoistojärjestelmään ja päinvastoin. Viialla ei olisi ollut vaikutusta toisen osajärjestelmäparin toimintaan.

Väärään järjestelmään ohjautuva typpipuhallus olisi onnettomuustilanteessa voinut johtaa kyseisen järjestelmän pumppujen vikautumiseen, samalla kun tukkeutuneet siivilät olisivat jääneet puhdistumatta. Siten toisen osajärjestelmäparin molemmat hätäjähdytystoiminnot olisi voitu menettää.

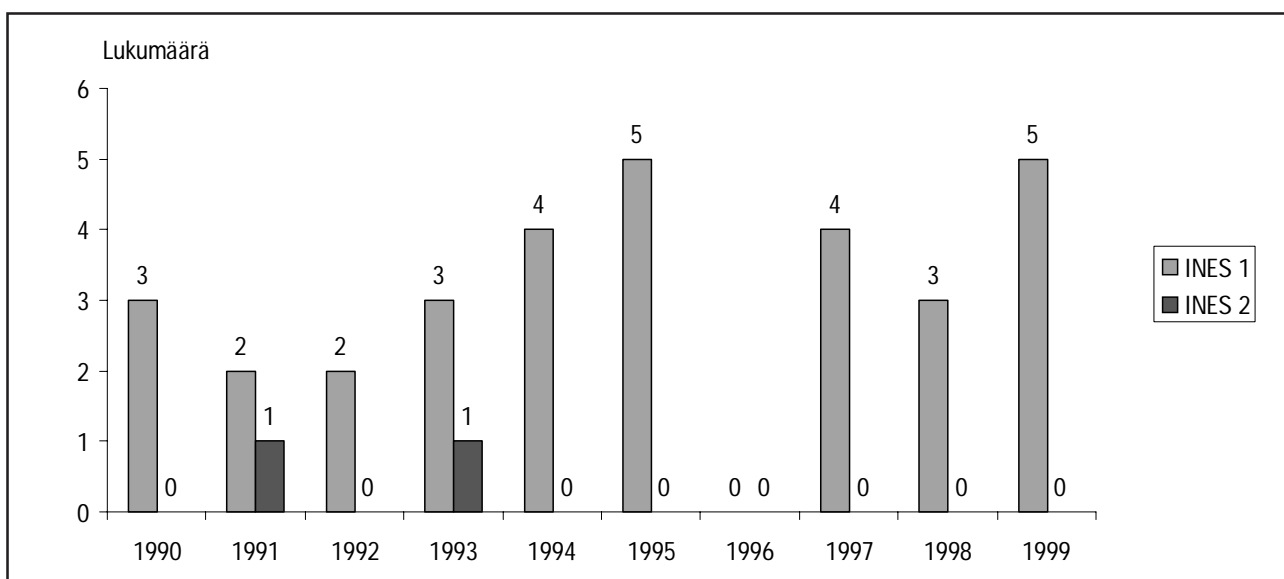
Havainnon jälkeen laitetunnukset korjattiin ja vastaavien järjestelmien tunnukset molemmilla

laitosyksiköillä tarkistettiin. Tapahtuma on antanut aiheita laitosmuutosten toteuttamista ja koe-käyttöä koskevien menettelyjen uudelleenarviointiin.

Vetyvuoto Loviisan 2:n turbiinihallin ulkopuolella sijaitsevasta vetypullopatterista (INES 0)

Loviisa 2:n turbiinirakennuksen ulkoseinällä sijaitsevasta vetykeskuksesta pääsi 5.10.1999 vuotamaan vetyä ulkoilmaan. Vetyä käytetään Loviisan ydinvoimalaitoksen generaattoreiden jäähdyttämiseen hyvän lämmönsiirto-ominaisuutensa vuoksi. Vetyvuoto sai alkunsa, kun ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti oltiin vaihtamassa kiinteiden vetyputkistojen ja vetypullopatterien välisiä letkuja. Yhden letkun irrotuksessa vetypullopatterin ja kiinteän vetyputkiston välisen sulkuventtiilin liitos alkoi vuotaa.

Vuodon havaitsemisen jälkeen kunnossapito miehet poistuivat vuotopaikalta ja ilmoittivat tapahtumasta laitosyksikön valvomoon. Vuodosta ilmoitettiin laitoksella kaiutinjärjestelmällä, minkä seurauksena laitospalokunta lähti vuotopaikalle. Vedyn syttymisvaaran vuoksi vuotoalueelle ja turbiinihallin sisälle julistettiin liikkumiskielto. Vuodon päätettiin antaa jatkua palokunnan valvonnassa, kunnes vetypatterin paine oli laskeutunut ja vuoto loppunut. Varmuuden vuoksi voima-yhtiö hälytti paikalle kaksi sammutusyksikköä



Kuva 12. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokitellut tapahtumat Suomen neljällä laitosyksiköllä yhteensä.

Loviisasta. Vuotavan vetypatterin venttiili voitiin sulkea noin kuusi tuntia vuodon alkamisen jälkeen. Vetyä vuoti ulkoilmaan noin 120 m³.

Henkilöturvallisuuden kannalta tapahtumaa voidaan pitää merkittävänä. Ydinturvallisuuden kannalta tapahtumalla ei ollut merkitystä, koska vety vuoti ulkoilmaan ja sekoittui tuulen vaikutuksesta ilmaan tehokkaasti, jolloin vedyn syttymisriski pieneni. Tapahtuma herätti kuitenkin suurta julkista mielenkiintoa (kohta 6.3).

3.1.3 Tapahtumien tutkinta

STUKissa nimetään tutkintaryhmä selvittämään ydinvoimalaitoksella sattunutta tapahtumaa erityisesti silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. Voimayhtiöt arvioivat myös itse omilla ydinvoimalaitoksillaan sattuneita tapahtumia ja ryhtyvät tarvittaessa toimenpiteisiin tapahtumien johdosta. STUK arvioi näitä voimayhtiön toimenpiteitä osana turvallisuusvalvontaa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös pääsääntöisesti, jos tapahtuman arvioidaan kuuluvan INES-luokkaan 2 tai sitä korkeampaan luokkaan.

Vuonna 1999 STUKissa tutkittiin Loviisan laitoksen tapahtumista Loviisa 1:llä 31.12.1998 sattunut häiriö välijäähdytyspiirin toiminnassa. Sivumerivesipiirin vuodon eristämisen yhteydessä aiheutettiin välijäähdytyspiirin toiminnan heikkeneminen. Tämän seurauksena pääkiertopumppujen tiivisteveden lämpötila nousi ohjeessa asetettua rajaa korkeammaksi. Tutkinnassa keskityttiin tapahtuman hoitamiseen Loviisan voimalaitoksella ja tapahtuman aikaisiin päätöksenteomenettelyihin, jotka liittyivät erityisesti käyttöohjeissa esitettyjen toimenpiteiden huomioimatta jättämiseen. Myös järjestelmän toimintaa tutkittiin.

Tapahtuma sai alkunsa, kun sivumerivesipierissä oleva muovinen venttiili rikkoutui lattiaan kiinnitetyn kaapelihyllyn kannatinpylvään kaatueessa. Kannatinpylvään kiinnityspultit olivat ruostuneet poikki, ja pylväs kaatui, kun asentaja otti siitä tukea. Vuotokohta paikallistettiin aluksi vir-

heellisesti, minkä johdosta valvomosta määrättiin suljettavaksi väärät venttiilit. Tämän seurauksena välijäähdytyspiirillä tapahtuva jäähdytys loppui kokonaan, ja pääkiertopumppujen tiivisteveden lämpötilat nousivat.

Suljetut venttiilit avattiin välittömästi, mutta toista läppäventtiilityyppistä käsiventtiiliä kierrettiin auki liikaa, ja se meni ”yli” lähes kiinniasentoon. Tämä oli mahdollista, koska venttiilissä ei ollut selvää mekaanista auki-rajaa. Pääkiertopumppujen tiivisteveden lämpötilannousua pyrittiin estämään ohjeiden mukaisesti. Pääkiertopumppuja ei pysäytetty, koska tilanteen arvioitiin olevan hallinnassa ja haluttiin nähdä korjaavien toimenpiteiden vaikutukset. Valmius pumppujen pysäyttämiseen oli kaiken aikaa olemassa. Lämpötila laski normaaliarvoon vasta, kun välijäähdytyspiiri oli palautettu toimintaan avaamalla sivumerivesipiirin virheellisessä asennossa ollut venttiili. Tilanne kesti kaikkiaan noin 1,5 tuntia. Laitoksen käyttöhenkilöstö hoiti tilanteen niin, ettei laitoksen turvallisuus heikentynyt merkittävästi tapahtuman aikana. Tapahtuman ei myöskään todettu aiheuttaneen laitoksen järjestelmiin tai laitteisiin vikoja tai vauriota. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0. Tapahtuma on kuvattu myös julkaisussa STUK-B-YTO 188.

Tutkinta toi esille parantamista vaativia asioita, joihin STUK edellytti voimayhtiön kiinnittävän huomiota. Voimayhtiön edellytettiin tarkistavan asiaa koskevia ohjeistoja ja niissä annettujen määräysten velvoittavuutta sekä tärkeiden päätösten kirjaamismenettelyjä valvomossa. Lisäksi edellytettiin, että voimayhtiö selvittää mm. sivumerivesipiirin ja välijäähdytysjärjestelmän säätöominaisuuksien riittävyttä, pääkiertopumppujen akselitiivisteiden lämpötilakestoisuutta ja tiiviste-pakettien kuntoa. Huomiota edellytettiin kiinnittävän myös rakenteiden kiinnityspulttien kunnonvalvontaan, muoviventtiilien käyttöön ja läppäventtiilien asennon havaitsemiseen. Myös huonetilojen valaistuksen ja laitteiden merkintöjen katsottiin vaativan parantamista. Voimayhtiö on jo toteuttanut osan toimenpiteistä ja tehnyt suunnitelmat loppujen parannustoimenpiteiden toteuttamisesta.

3.1.4 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista

Loviisan laitossyksiköillä oli seuraavat kuusi tilannetta, joissa laitossyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa.

- Loviisa 2:lla annettiin 7.4.1999 valvomosta työmääräin suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän pumpun vian korjaamiseksi, kun laitossyksikkö kävi täydellä teholla. Samanaikaisesti valvomosta annettiin toinen työmääräin, joka koski varasähkönsyöttöjärjestelmän dieselgeneraattorin korjaamista. Kyseinen dieselgeneraattori toimittaa sähkön suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän toiselle pumpulle tilanteissa, joissa yhteys ulkoiseen sähköverkkoon on menetetty. Ruiskutusjärjestelmä muodostuu kahdesta rinnakkaisesta osajärjestelmästä, joista toinen oli nyt käyttökunnon. Laitossyksikkö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa puoli tuntia. Tapahtuman INES-luokka on 0. Tapahtuma on kuvattu yksityiskohtaisemmin julkaisussa STUK-B-YTO 193.
- Loviisa 1:llä reaktorin teho nousi 26.8.1999 virheellisesti 4 %:iin, kun laitossyksikköä oltiin käynnistämässä vuosihuoltoseisokin jälkeen ja reaktoria valmistelemassa pientehokokeisiin. Reaktorin käynnistysvaiheessa tehtävässä primääripiirin boorihappopitoisuuden pienentämisessä tapahtui virheitä, joiden seurauksena reaktorin teho pyrki nousemaan yli pientehokokeiden edellyttämän 1 % tehotason. Teho nousi 4 %:iin, kun ennen pientehokokeita tehtävässä jäähdytyspiirin homogenisoinnissa booripitoisuudeltaan laimeampi jäähdytysvesi piirin eri osista sekoittui jäähdytysveteen. Tapahtuman INES-luokka on 0. Tapahtuma on kuvattu yksityiskohtaisemmin julkaisussa STUK-B-YTO 197.
- Loviisa 2:lla otettiin 28.8.1999 apurakennuksen ilmastointijärjestelmän käyttökunnossa ollut suodatin pois käyttövalmiudesta vastoin laitossyksikön turvallisuusteknisiä käyttöehtoja. Laitossyksikköä oltiin pysäyttämässä vuosihuoltoa varten. Suodatin voi laitoksen käydessä olla kolme vuorokautta pois toimintavalmiudesta vian korjaamisen vuoksi, mutta kunnossa olevaa suodatinta ei saa poistaa käytös-

tä. Tapahtuman INES-luokka on 0. Tapahtuma on kuvattu yksityiskohtaisemmin julkaisussa STUK-B-YTO 197.

- Loviisa 2:lla havaittiin 4.9.1999 tehdyn määräaikaostuksen yhteydessä, että hätäjäähdytysjärjestelmien siivilöiden puhdistamiseen tarkoitettussa typpipuhallusjärjestelmässä kahden venttiilin laitotunnukset olivat vaihtaneet keskenään paikkaa. Virheen vuoksi reaktorin jäähdytys ei onnettomuustilanteessa olisi ollut käytettävissä täysin suunnitellulla tavalla. Tilanne oli vallinnut typpipuhallusjärjestelmän rakentamisesta eli vuodesta 1994 lähtien. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 1. Tapahtuma on kuvattu yksityiskohtaisemmin kohdassa 3.1.2 sekä julkaisussa STUK-B-YTO 199.
- Loviisa 1:llä havaittiin 8.9.1999, että laitossyksiköltä mereen laskettavien käsiteltyjen jätevesien radioaktiivisuutta valvova jatkuvatoiminen mittaus oli pois käytöstä. Mittaus voidaan erottaa mereenlaskulinjasta sulkuventtiilillä, joka oli ohjeiden vastaisesti kiinni. Tapahtuman INES-luokka on 0. Yksityiskohtaisempi kuvaus tapahtumasta on julkaisussa STUK-B-YTO 197.
- Loviisa 1:llä erotettiin 27.10.1999 toimintavalmiudesta virheellisesti yksi varavoimadieselgeneraattori kunnossapitotyön valmistelun yhteydessä, kun laitossyksikkö oli täydellä teholla. Dieselgeneraattori oli pois toimintavalmiudesta kaksi tuntia. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaa 0. Yksityiskohtaisempi kuvaus tapahtumasta on julkaisussa STUK-B-YTO 199.

Voimayhtiö on suunnitellut ja osin toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 13 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät viime vuosilta. Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeamisten määrässä on ollut kasvua, mikä johdosta STUK on käynnistänyt selvitystyön.

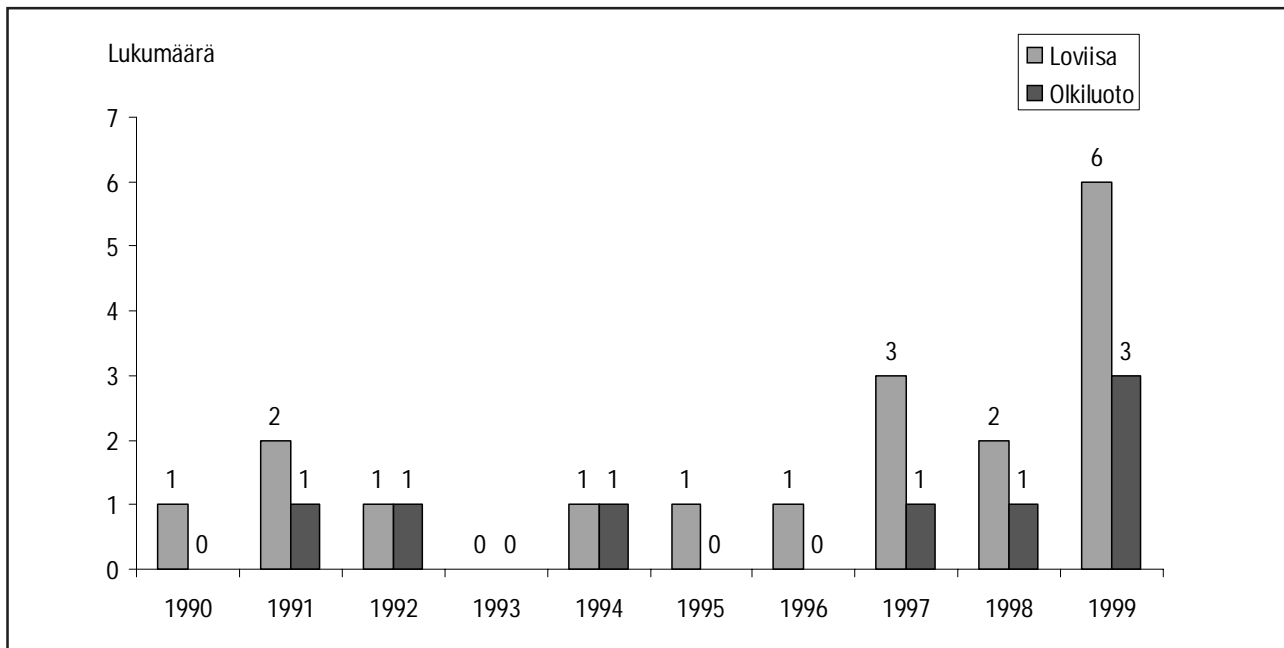
Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. STUK antoi tällaisia poikkeuslupia vuonna 1999 Loviisan laitossyksiköille yhteensä 10. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 14.

3.1.5 Turvallisuutta varmistavat hankkeet

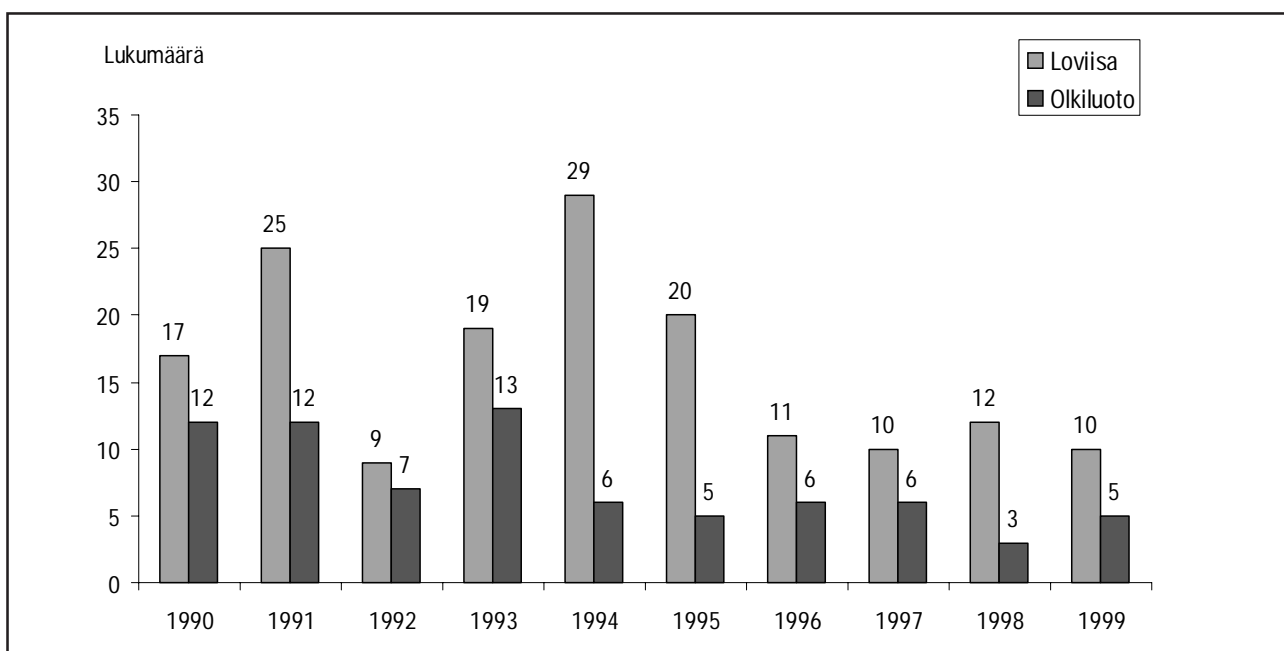
Vakavien onnettomuuksien seurausten rajoittaminen

Loviisan ydinvoimalaitoksella on käynnissä vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautumista koskeva projekti. Vuonna 1991 on toteutettu suojarakennuksen paineenhallinta ulkopuolisella ruisku-

tuksella ja vuonna 1996 primääripiirin paineen alentaminen. Voimayhtiö on myös esittänyt periaatesuunnitelmat reaktoripaineastian ulkopuolisesta jäähdytyksestä, vedynhallinnasta ja vakavan reaktorionnettomuuden edellyttämistä sähkö- ja automaatiomuutoksista. STUK on tarkastanut ja hyväksynyt nämä periaatesuunnitelmat. Myös järjestelmien yksityiskohtaiset ennakkotarkastusaineistot on tarkastettu ja hyväksytty.



Kuva 13. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitosilanteiden lukumäärät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.



Kuva 14. Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupien määrät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.

Vuonna 1999 STUK arvioi vedynhallintaan liittyvien katalyyttisten rekombinaattorien kelpoisuutta. Rekombinaattorit on tarkoitettu vakavassa onnettomuudessa suojarakennukseen vapautuvan vedyn polttamiseen vedeksi ilman liekkiä tai räjähdyksiä. Voimayhtiön esittämä rekombinaattorien kelpoistus onnettomuudenaikaisiin olosuhteisiin arvioitiin ja rekombinaattorien sijoitussuunnitelma tarkastettiin ja hyväksyttiin. Rekombinaattorien alustavissa koekäytöissä laitoksella on ilmennyt ongelmia, ja lopulliset asennukset tehdään, kun ongelmat on saatu poistettua. Aikaisemmin käytössä olleet, vedyn sytyttämiseen tarkoitettut hehkutulpat säilytetään höyrystintilassa.

Suojarakennuksen tiiviyn ylläpitämiseksi tarpeellisten suojarakennuksen eristys-signaalien käsilaukaisuja on suunniteltu lisättäväksi. Näillä käsin käynnistettävillä eristystoiminnoilla varmistetaan, että suojarakennus pysyy tiiviinä putkistoja pitkin tapahtuvia vuotoja vastaan. STUK tarkasti käsilaukaisujen toteutussuunnitelmia, mutta lopullinen hyväksyntä edellyttää vielä eräitä täydentäviä selvityksiä.

STUK tarkasti ja hyväksyi reaktoripaineastian lämpökilven alaslaskukoneiston ennakkotarkastusaineiston sekä suojarakennuksen jäälauhduttimien ovien avauskoneistojen laiteteknisen ennakkotarkastusaineiston. Lämpökilven alaslaskun avulla varmistetaan jäädytysveden riittävä pääsy reaktoripaineastian ulkopinnalle, jotta vakavassa reaktorionnettomuudessa paineastian sisällä muodostunut sydänsula saadaan jäädytetyksi hallitusti. Jäälauhduttimessa olevan jään avulla rajoitetaan onnettomuustilanteessa suojarakennuksen paineennousua. Jäälauhduttimien ovien avauskoneistojen avulla varmistetaan, että vakavassa reaktorionnettomuudessa vapautuvan vedyn katalyyttiseen polttamiseen tarvittavaa ilmaa on kaikkialla suojarakennuksessa saatavissa ja rajoitetaan paikallisia vetytitoisuuksia, jolloin liekillä palaminen käy epätodennäköiseksi. Kummankin järjestelmän asennukset tehdään Loviisa 1:llä vuonna 2000 ja Loviisa 2:lla vuonna 2002.

Loviisan laitoksella aloitettiin myös vakavien onnettomuuksien hallintaan tarkoitettun erillisen valvomon rakentaminen. STUK tarkasti ja hyväksyi valvomon rakennussuunnitelmat.

Tasasähköjärjestelmien toiminnan varmistaminen

Loviisan molemmilla laitossyksiköillä saatettiin vuosihuoltoseisokeissa päätökseen muutostyöt, joiden ansiosta laitossyksiköiden turvallisuuden kannalta tärkeiden akustojen tasasuuntaajille voidaan varmentaa sähkönsyötöt myös suojarakennuksen ulkopuoliseen ruiskutusjärjestelmään kuuluvilta dieselgeneraattoreilta. Varasähkönsyöttöyhteyksiä voidaan käyttää, mikäli laitoksen ulkoinen ja sisäinen vaihtosähkön saanti menetetään niin pitkäksi aikaa, että akustojen kapasiteettien loppuminen uhkaa laitoksen tärkeiden tasasähköjärjestelmien toimintakykyä. Varasähkönsyöttö on suunniteltu siten, että se ei vaaranna suoja-kuoren ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän toimintaa. Varasähkönsyötön mahdollinen käyttöönotto toteutetaan ohjeistetusti valvomon toimeksiannosta.

STUK on tarkastanut varasähkönsyöttöyhteyksiin liittyvät asiakirjat ja valvonut vuosihuoltoseisokkien aikana hankkeen toteutusta ja seurannut järjestelmien koekäyttöä.

Höyrystintilan korkeiden lämpötilojen johdosta tehdyt toimenpiteet

Loviisan laitossyksiköiden höyrystintiloissa tehtyjen lämpötilakartoitusten perusteella on todettu, että tiloissa sijaitsevat sähkö- ja automaatiolaitteet ja -kaapelit ovat viime vuosina laitossyksiköiden käynnin aikana joutuneet suunniteltua voimakkaamman lämpörasituksen kohteeksi. Korkea lämpötila kiihdyttää kaapelien ja laitteiden vanhenemista.

Vuoden 1999 vuosihuoltoseisokkien aikana voimayhtiö jatkoi Loviisa 1:n ja 2:n höyrystintilassa sähkö- ja automaatiokaapelien toimintakyvyn varmistamiseen ja lämpötilojen alentamiseen tähtäviä toimenpiteitä seuraavasti:

- Vuosihuoltoja edeltäneiden alasajojen aikana jatkettiin lämpötilakartoitusta kriittisten kohteiden paikallistamiseksi.
- Sähkö- ja automaatiokaapeleita tarkastettiin sekä visuaalisesti että kaapelinäytetutkimusten avulla. Kaapelointia uusittiin ja kaapelien asennuksia parannettiin. Myös kaapelireitteihin tehtiin muutoksia.

- Höyrystintilojen valaistusta parannettiin ja rakennussähköistyksen kaapelointia uusittiin.
- Venttiilien toimilaitteita tarkastettiin ja niihin liittyviä sähkökaapeleita uusittiin.
- Putkistojen ja muiden kuumien rakenteiden vanhentuneita lämpöeristyksiä uusittiin ja lisäeristeitä asennettiin.
- Höyrystintilojen käynninaikaisia lämpötiloja pyrittiin laskemaan lisäämällä jäähdytysjärjestelmien tehokkuutta. Lämpötilojen valvontaa tehostettiin lisäämällä tiloihin uusia lämpötilamittauksia.

Tehtyjen toimenpiteiden ansiosta Loviisan laitossyksiköiden höyrystintilojen yleislämpötilat ovat jo laskeneet. Lisäksi toimenpiteet ovat antaneet lisävarmuutta tarvittavien sähkö- ja automaatiolaitteiden ja -kaapelien toimintakyvyn säilymisestä myös mahdollisissa onnettomuusolosuhteissa. Höyrystintilojen parannustoimenpiteet jatkuvat vielä tulevissa vuosihuoltoseisokeissa.

STUK tarkasti ja hyväksyi höyrystintilojen korkeiden lämpötilojen johdosta tehdyt parannustoimenpiteet. Lisäksi STUK valvoi parannushankkeiden toteutusta vuosihuoltoseisokeissa 1999.

Reaktorin välijäähdytyspiirin pumppujen moottorien uusiminen

Loviisan voimalaitoksen modernisointi- ja tehonkorotusprojektin yhteydessä tehtyjen turvallisuusanalyysien tuloksena reaktorin välijäähdytyspiirin pumppujen sähkömoottorien mitoituslämpötilaa korotettiin. Mitoituslämpötilan korottaminen asetti sähkömoottorien lämpötilakestoisuudelle aikaisempaa kovempia vaatimuksia. Lisäksi moottorien toimintakyky oli tarpeen varmistaa myös mahdollisen pitkäaikaisen alijännitteen aikana.

Voimayhtiö päätti korvata kaikki käytössä olevat vanhat alkuperäismoottorit uusilla nykyaikaisilla oikosulkumoottoreilla, jotka täyttävät tiukemmat käyttö- ja ympäristöolosuhdevaatimukset. Moottorit uusittiin vuosihuoltoseisokeissa 1998–1999. Moottorien uusinnat saatettiin päätökseen vuoden 1999 Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa, jolloin vaihdettiin viimeiset kaksi sähkömoottoria.

STUK on tarkastanut ja hyväksynyt moottorien uusintaan liittyvät asiakirjat sekä seurannut

laitossyksiköiden vuosihuoltoseisokkien 1998-1999 aikana moottorien asennuksia ja koekäyttöä.

Uuden polttoainetyypin käyttöönotto

Loviisa 1:n reaktorissa on ollut käytössä kuusi BNFL:n (British Nuclear Fuel Limited) valmistamaa polttoainenippua, jotka ladattiin reaktoriin vuoden 1998 vuosihuoltoseisokissa. Aikaisemmin kaikki polttoaine Loviisan ydinvoimalaitokselle on toimitettu Venäjältä. Uusi polttoaine on rakenteeltaan lähes samanlainen käytössä olevan venäläisvalmisteisen polttoaineen kanssa. Merkittävimmät erot ovat suojakuorimateriaalissa ja siinä, että uudet polttoaineniput voidaan purkaa tarkastamista varten.

Ennen uudentyypisten polttoainenippujen laa- taamista reaktoriin STUK oli tarkastanut poltto- aineen soveltuvuustutkimukseen liittyvät asiakir- jat. Soveltuvuustutkimuksen perusteella uutta polttoainetta voidaan käyttää Loviisan ydinvoi- malaitoksilla yhdessä venäläisen VVER-polttoai- neen kanssa. Rajoitetun polttoaine-erän säteilyt- täminen reaktorissa ennen täyden polttoainelata- uksen käyttöönottoa on olennainen osa uuden polttoainetyypin hyväksyttämismenettelyä. Pie- nen polttoaine-erän käytöllä voidaan karsia polt- toaineessa mahdollisesti ilmenevät suunnittelu- virheet. Käyttöjakson 1998-1999 aikana saadun kokemuksen ja käyttöjaksoa seuranneessa vuosi- huoltoseisokissa tehtyjen tarkastusten perusteel- la todettiin uuden polttoaineen toimivan suunni- tellulla tavalla. Vuosihuoltoseisokissa 1999 yksi uusista polttoainenipuista poistettiin reaktorista tarkempia tutkimuksia varten. Tutkimukset ovat vielä kesken. Viiden muun nipun käyttö jatkuu käyttöjaksolla 1999–2000.

Jälkilämmön poisto turbiinihallin mahdollisen tulipalon yhteydessä

Loviisan laitossyksiköiden käyttölu- pahakemusten käsittelyn yhteydessä vuonna 1998 STUK kiinnit- ti huomiota siihen, että reaktorin jäähdyttäminen kylmäseisokkiin yksinomaan varahätäsyöttövesi- järjestelmän avulla ei ole mahdollista. Varahätä- syöttövesijärjestelmä tulee käytettäväksi tilan- teissa, joissa sekundääripiirin normaali syöttöve- sijärjestelmä ja hätäsyöttövesijärjestelmä ovat menetettyjä. Tällainen tilanne voi syntyä esimer-

kiksi turbiinihallin katastrofaalisessa tulipalossa. Varahätäsyöttövesijärjestelmän avulla jälkilämpö poistetaan höyrynä höyrystimien kautta. Järjestelmän käytössä tulee ongelmaksi se, että höyryn muodostuminen vaatii sekundääripiirissä ja höyrystimissä yli 100 °C lämpötilan. Näin ollen primääripiiriäkään ei voitaisi jäähdyttää alle tämän lämpötilan.

Voimayhtiö on laatinut STUKin edellyttämän periaatesuunnitelman siitä, miten reaktorin jäähdyttäminen kylmäseisokkitilaan voidaan turvata turbiinihallin palotilanteissa. Suunnitelman mukaan laitossyksiköille rakennetaan normaaliin jälkilämmönpoistojärjestelmään yhdistettävä lämmönvaihdin, joka sijoitetaan siten, että se ei altistu turbiinihallin mahdollisille tulipaloille. Lämmönvaihtimen merivesijäähdytys toteutetaan siten, että jälkilämmönpoisto voidaan hoitaa myös tilanteessa, jossa normaali meriveden saanti laitokselle on estynyt esimerkiksi jäähileestä tai levästä aiheutuvan tukkeuman vuoksi. STUK tarkasti ja hyväksyi periaatesuunnitelman. Suunnitelmaan edellytettiin tehtäväksi eräitä täydennyksiä.

Ukkossuojauksen parantaminen

Heinäkuussa 1998 riehunut poikkeuksellisen raju ukonilma aiheutti Loviisan voimalaitoksella häiriöitä (STUK-B-YTO 183, 1999), jotka paljastivat puutteita laitosalueen ukkossuojausjärjestelmissä. Erityisesti puutteelliseksi osoittautui laitosalueen läheisyydessä sijaitsevan viestimaston maadoitusjärjestelmä, mikä todennäköisesti aiheutti paljon häiriöitä lähellä sijaitsevassa informaatio- ja simulaattorirakennuksessa, maston alapuolella sijaitsevassa voimalaitosjätteen loppusijoitustilassa sekä mastoon kaapeliyhteydessä olevissa järjestelmissä.

Loviisan ydinvoimalaitoksen ukkossuojausta oli parannettu jo vuosina 1990 ja 1993, mutta kesällä 1998 esille tulleiden puutteiden vuoksi voimayhtiö päätti parantaa viestimaston ukkossuojausta ja arvioida uudelleen maadoitusjärjestelmiä. Viestimaston maadoituksen parannustoimenpiteet valmistuivat keväällä 1999, minkä ansiosta maston yhteydet laitosmaadoitukseen paraniivat merkittävästi. Voimayhtiö on tehnyt maadoitusten tarkastuksia kunnossapitotoiminnan yhteydessä ja maadoitusten on todettu olevan

kunnossa. Lisäksi voimayhtiö on arvioinut rakennusten ukkossuojauksia uudelleen. Arvioinnin tulosten perusteella eräiden rakennusten maadoituksia parannetaan. Parannustyöt on aloitettu keväällä 2000. Automaatiojärjestelmiin liittyviä ukkossuojia, maadoituksia ja ylijännitesuojia on myös parannettu merkittävästi vuoden 1999 aikana. Parannuksia on tehty lähinnä puhelin- ja viestiyhteyksissä, kulunvalvontalaitteissa ja voimalaitosjätteen loppusijoitustilan automaatiojärjestelmissä. STUK on seurannut ukkossuojauksen parannustoimenpiteiden toteutusta Loviisan voimalaitoksella.

Paloilmoitinjärjestelmien uusiminen ja halonisammutuksen korvaaminen

Loviisan voimalaitoksen paloilmoitinjärjestelmät ovat olleet toiminnassa keskimäärin 20 vuotta. Paloilmoitinlaitteistot ovat käyneet vanhentuneiksi eivätkä enää täytä järjestelmän käytölle ja luotettavuudelle asetettuja tämän päivän vaatimuksia. Lisäksi varaosia laitteistoihin ei kaikilta osin ole enää saatavilla. Paloilmoitinjärjestelmä ei myöskään täytä STUKin uuden ydinlaitosten palontorjuntaa koskevan ohjeen YVL 4.3 vaatimuksia. Näistä syistä johtuen voimayhtiö on päättänyt rakentaa uuden paloilmoitinjärjestelmän kummallekin laitossyksikölle.

Loviisa 1:n uuden paloilmoitinjärjestelmän suunnittelu alkoi vuonna 1997 ja rakentaminen vuonna 1998. Paloilmoitinjärjestelmä valmistui ja otettiin käyttöön vuonna 1999. STUK teki järjestelmälle käyttöönottotarkastuksen. Uudessa järjestelmässä käytettävät ilmaisimet ovat herkempiä ja luotettavampia ja niiden antama hälytys voidaan paikantaa ilmaisimen tarkkuudella. Loviisa 2:n uuden paloilmoitinjärjestelmän suunnittelu alkoi vuonna 1999. Järjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2000 loppuun mennessä.

Valtioneuvoston päätöksen 262/1998 mukaan halonien käytöstä oli luovuttava vuoden 1999 loppuun mennessä. Päätös koskee myös palosammutusjärjestelmissä sammutusaineena käytettyjä haloneja muutamia myönnettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta. Tästä johtuen halonisammutusjärjestelmät jouduttiin korvaamaan joko uusilla sammutusjärjestelmillä tai muilla täydentävillä palontorjuntajärjestelyillä.

Loviisa 1:llä ja 2:lla valvomorakennuksen suu-

ret kaapelitilat, jotka sijaitsevat valvomotason alapuolella, oli suojattu halonisammutusjärjestelmällä sekä käsin laukaistavalla vesisprinklerijärjestelmällä. Markkinoilla ei ollut halonit korvaavaa kaasusammutusjärjestelmää, joka olisi soveltunut näin suuriin kaapelitiloihin ja ollut henkilöturvallisuuden kannalta hyväksyttävä. Kun halonisammutusjärjestelmät poistettiin käytöstä vuoden 1999 joulukuussa, tilojen ainoaksi sammutusjärjestelmäksi jäi siellä oleva käsin laukaistava vesisprinklerijärjestelmä. Halonisammutusjärjestelmien poistaminen ei tehtyjen riskitarkastelujen perusteella huononna laitosyksiköiden turvallisuutta. Riskitarkasteluissa on otettu huomioon uuden paloilmoinjärjestelmän parantava vaikutus turvallisuuteen sekä käytetty uusimpia kaapelipalon leviämismalleja.

Mahdollisen tulipalon havaitseminen paranee laitosyksiköiden paloilmoinjärjestelmien uusimisen yhteydessä. Uuden, herkemman ja tehokkaamman paloilmoinjärjestelmän avulla alkava palo voidaan havaita, paikantaa ja sammuttaa nopeasti. Lisäksi ilmaisimien määrää lisätään siten, että ilmoitinjärjestelmän kattavuus paranee huomattavasti kaapelitiloissa, jotka oli aikaisemmin suojattu halonisammutusjärjestelmillä.

Vuosituhannen vaihteen tietokoneongelmaan varautuminen

Loviisan ydinvoimalaitoksella tietokonepohjaisia järjestelmiä on käytössä hallinnollisissa tehtävissä, asiantuntijajärjestelmissä ja laitosyksiköiden modernisoiduissa säätöjärjestelmissä. Laitosyksiköiden turvallisuudelle tärkeimmät järjestelmät kuten suojausautomaatio on toteutettu analogiatekniikalla, jossa päivämäärän käsittelyyn liittyvää ongelmaa ei esiinny.

Vuosituhannen vaihteeseen liittyvien tietokoneongelmien selvittämiseksi Fortum Oyj:n konsernitason oli syksyllä 1997 perustettu Millenium-projekti ja saman vuoden lopulla Loviisan voimalaitoksella käynnistettiin Vuosi 2000 -projekti. Voimayhtiö inventoi molemmilla laitosyksiköillä niiden tietokonepohjaiset järjestelmät. Myös varavoiman lähteenä käytettävän Ahvenkosken voimalaitoksen järjestelmät olivat inventaariossa. Tarvittaessa laitteet korjattiin tai uusittiin ennen vuosituhannen vaihtumista. Kaikki turvallisuuden kannalta merkittävät tietokone-

pohjaiset järjestelmät ja laitteet testattiin ja tarvittaessa korjattiin.

Voimayhtiö varautui myös tehdyistä ennakoitujen toimenpiteistä huolimatta vuodenvaihteessa mahdollisesti ilmaantuviin ongelmiin. Ulkoisten taantumien varalle tehdyssä suunnitelmassa oletettiin, että kantaverkko on epästabiili, puhelinta ja tietoliikenneyhteydet menetetään ja että ulkoilman lämpötila on $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Voimayhtiö selvitti myös reaktorisydämen vaurioitumisriskiä todennäköisyyspohjaisella turvallisuusanalyysillä (PSA). Millään ohjelmoitavalla järjestelmällä ei ole todettu olevan merkittävää vaikutusta reaktorisydämen sulamistodennäköisyyteen.

Voimayhtiö raportoi STUKille Vuosi 2000 -projektin etenemisestä. STUK teki laitospaikalla tarkastuksia, joissa arvioitiin toteutettuja toimenpiteitä. Myös turvallisuudelle tärkeiden laitteiden vuosi 2000 -kelpoisuutta koskevat selvitykset arvioitiin. Lisäksi STUK tarkasti ja hyväksyi voimayhtiön varautumissuunnitelman vuodenvaihteeksi. STUKin tekemän turvallisuusarvion mukaan laitosyksiköiden perusautomaatio varmisti yhdessä voimayhtiön tekemien toimenpiteiden kanssa sen, että laitosyksiköiden käyttö ei aiheuta vaaraa vuosituhannen vaihteessa.

Vuosituhannen vaihtuminen ei aiheuttanut häiriöitä laitosyksiköiden käytölle. Myös kaikki tietoliikenneyhteydet STUKin ja Loviisan voimalaitoksen välillä toimivat, ja tiedot laitosyksiköiden prosessitietokoneilta välittyivät STUKiin ongelmitta.

3.1.6 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Seisokkiriskianalyysi

Voimayhtiö on seisokkiriskianalyysissään selvittänyt laitosyksiköiden merkittävimmät seisokin aikaiset riskitekijät tulipaloja ja tulvia lukuun ottamatta. Merkittävimpiä riskitekijöitä ovat raskaiden kuormien nostot ja sähkönsyötön menetys kiskovikojen vuoksi tilanteessa, jossa myös tasa-sähkönsyöttö on menetetty, akut ehtyvät ja sähkönsyöttöjärjestelmän rinnakkainen osa on huollossa. Sähkö- ja instrumenttitilojen ilmastonin menetys ja siitä johtuva liiallinen lämpötilan nousu saattaa johtaa osittaiseen laitosyksikön hallin-

nan menetykseen. Laitosyksiköiden prosessijärjestelmien kannalta merkittävimpiä riskejä on laitteiden ja putkistojen eristemateriaalin irtoamisen aiheuttama hätäjähdytysjärjestelmien suodattimien tukkeutuminen.

Tunnistettujen vaaratekijöiden eliminoimiseksi on jo tehty useita muutoksia laitosyksiköiden käynnistämistä ja pysäyttämistä koskeviin ohjeisiin sekä koestusohjeisiin. Raskaiden kuormien nostoihin liittyvän riskin pienentämiseksi on muutettu useita menettelyjä; mm. suojarakennuksen tiivydelle on asetettu lisävaatimuksia yli 150 tonnin nostojen ajaksi ja reaktorin kansiyksikön tarkastus tehdään aikaisempaa vähemmän riskialttiissa paikassa.

STUK tarkasti seisokkiriskianalyysin ja esitti tarkastuksen perusteella analyysiin eräitä huomautuksia, joihin voimayhtiö antoi tyydyttävät vastaukset. Raskaiden nostojen riskien pienentämiseksi Loviisan laitoksella on edelleen suunniteltava ja toteutettava riittäviä ja tarkoituksenmukaisia toimenpiteitä. Voimayhtiö tulee täydentämään seisokkiriskianalyysiä analysoimalla seisokin aikaisia tulipalo- ja tulvatilanteita.

Sääriskianalyysi

Loviisan laitosyksiköiden sääriskianalyysi on päivitetty ja se vastaa laitosyksiköiden tilaa vuonna 1998 päättyneen modernisointihankkeen jälkeen. Sääilmiöiden aiheuttama sydänvaurioriski on $4,3 \times 10^{-5}$ /vuosi. Analyysi tunnisti tärkeimpiin sääilmiöihin kuuluvaksi levät, jotka saattavat tukkia merivesipiirin (72,7 %), voimakkaan tuulen ja tuuleen liittyvät yhteisilmiöt (10,8 %) sekä merivesipiirin tukkivan kiteytyvän jäähileen eli supon (4,8 %). Vuoden 1994 analyysissä sääilmiöiden aiheuttama sydänvaurioriski oli noin kymmenen kertaa suurempi kuin nyt tehdyssä. Loviisan voimalaitoksella tehtiin vuoden 1994 riskianalyysin tulosten perusteella laitosmuutoksia, joilla merivesipiirin tukkeutumisriskiä pienennettiin. Merkittävimmät STUKin tarkastuksessa esitetyt huomautukset koskivat tuolloin suppoilmiön ja dieselgeneraattorien merivesisuodattimien rajaamista käsittelyn ulkopuolelle. Päivitettyssä analyysissä suppoon liittyvää riskiä on analysoitu.

Äärimmäisten sääilmiöiden esiintymistaajuuksien arviot ovat erittäin epävarmoja ja myös niiden aiheuttamien tapahtumien todennäköisyyk-

siä sekä hallintatoimenpiteiden onnistumistodennäköisyyksiä on vaikea arvioida luotettavasti. Sääriskianalyysistä puuttuu edelleen herkkyys- ja epävarmuustarkastelu.

Tason 2 PSA

Tason 2 PSA:lla arvioidaan todennäköisyyttä, jolla laitoksen ulkoisista tai sisäisistä alkutapahtumista alkavat onnettomuudet johtaisivat radioaktiivisten aineiden päästöön suojarakennuksesta laitoksen ympäristöön. Tason 2 PSA:n tarkastus saatiin päätökseen vuonna 1999. Tulokset osoittivat, että suurin osa lasketusta riskistä (noin 70 %) johtuu primääri- ja sekundääripiirin välisistä vuotoista sekä muista suojarakennuksen ohituksista. Loppuosa riskistä on seurausta suojarakennuksen vaurioitumiseen johtavista korkeaenergisistä ilmiöistä, jotka saattavat seurata reaktorisydämen vaurioitumisesta. Lasketussa riskiarviossa on jo otettu huomioon Loviisan laitokselle suunnitellut parannukset vakavien onnettomuuksien seurauksien ehkäisemiseksi. Tason 2 PSA-riskiarviossa ei ole toistaiseksi otettu huomioon ulkoisista alkutapahtumista (tulipalot, tulvat, rankat sääolosuhteet) aiheutuvaa riskiä. Tältä osin analyysiä täydennetään lähivuosina. Ulkomaisen konsultin kanssa yhteistyössä tehdyssä tarkastuksessa tunnistettiin analyysin laatuun liittyviä parannustarpeita.

3.1.7 Säteilyturvallisuus

Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 1999 alittivat vuosiansosrajan 50 mSv. Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 17,5 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 1999 on esitetty raportissa STUK-B-YTO 199. Säteilyannos ei saa myöskään ylittää 100 mSv annosrajaa minkään viiden vuoden ajanjakson aikana. Viisivuotisjaksolla 1995–1999 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos on 83,6 mSv.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos vuonna 1999 oli Loviisan molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 1,36 manSv. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 15. STUKin ohjeen YVL 7.9 mukaan kollektiivisen säteilyannoksen ohjeellinen raja-arvo yhdelle lai-

tosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Säteilyannoksen raja-arvo Loviisan laitoksille yhteensä on 2,44 manSv.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 1999 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat 0,03 % asetetuista rajoista. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja biologisen suojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Radioaktiiviset jodipäästöt olivat 0,02 % vuosipäästörajasta. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 14 TBq on noin 9 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,1 GBq, mikä on noin 0,01 % päästörajasta. Yksityiskohtaisemmin päästöjä ja asetettuja rajoja on tarkasteltu raportissa STUK-B-YTO 199.

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 μ Sv. Päästöjen perus-

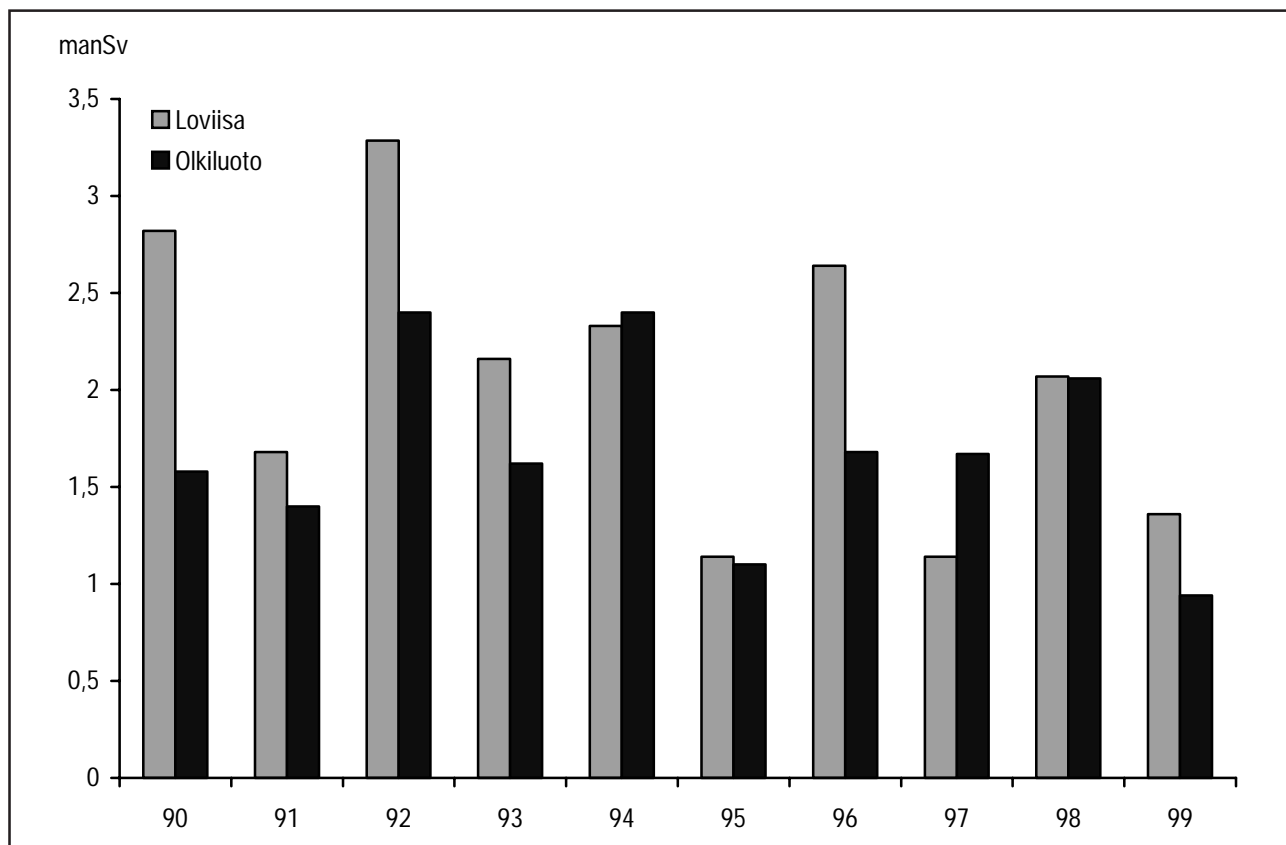
teella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 % asetetusta rajasta. Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 16.

STUKin toteuttaman Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristövalvontaohjelman näytteiden kokonaismäärä vuonna 1999 oli 297. Lisäksi tehtiin 10 ulkoisen säteilyn mittausta. Näytteissä havaittiin säteilyaltistuksen kannalta ainoastaan merkityksettömiä määriä Loviisan ydinvoimalaitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Havaintoja selvitetään tarkemmin raporteissa STUK-B-YTO 191, 193, 197 ja 199.

3.2 Olkiluodon voimalaitos

3.2.1 Käyttö

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat laitokset toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 96,9 % ja Olkiluoto 2:n 96,6 %. Vuosihuoltoseisokin pituus Olkiluoto 1:llä oli yhdeksän vuorokautta ja Olkiluoto 2:lla 10 vuorokautta.



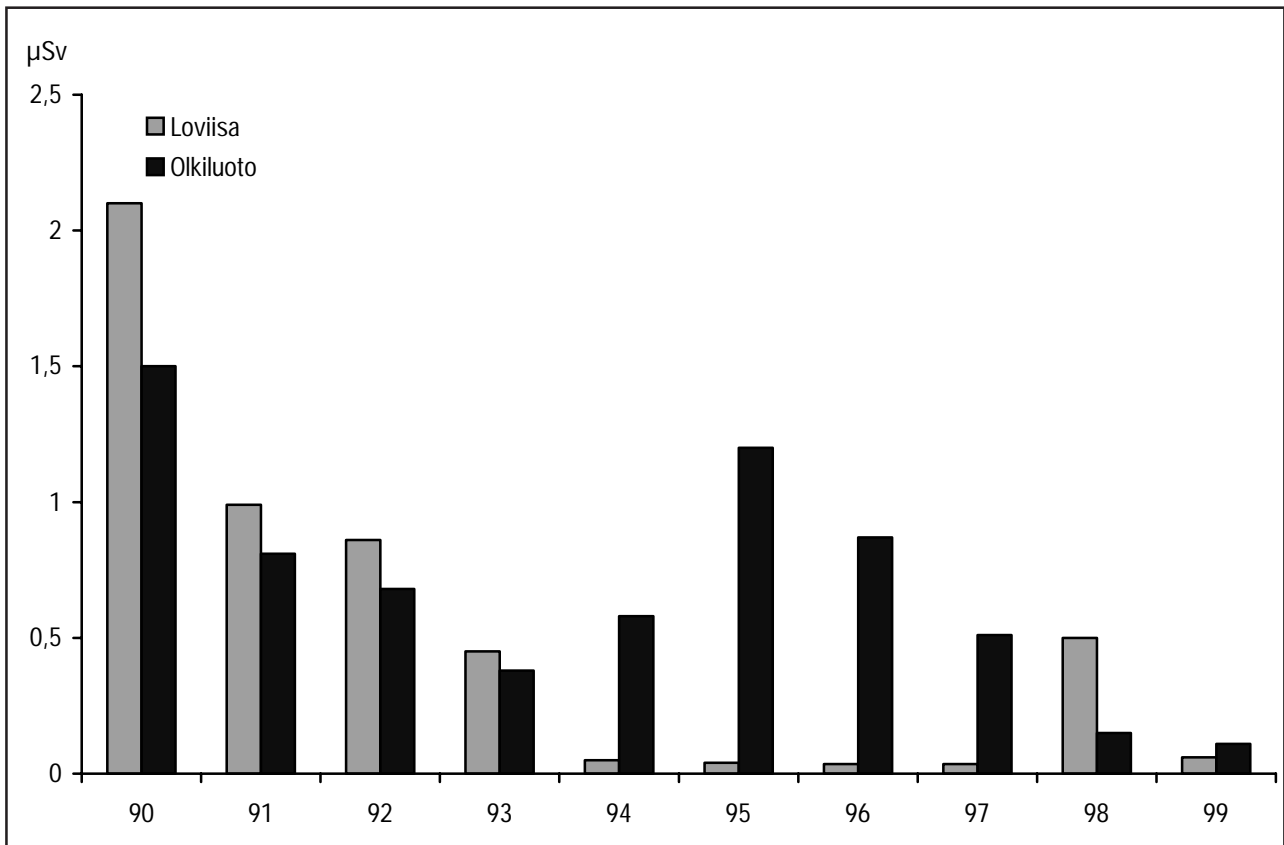
Kuva 15. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Olkiluoto 1:llä sattui yksi reaktorin pikasulku. Pikasulku tapahtui 24.9.1999, kun oltiin täyttämässä reaktorirakennuksen lattiakaivoissa olevia vesilukkoja. Laitosyksikkö kävi pikasulun sattuessa täydellä teholla. Erään vesilukon täyten yhteydessä vettä laskettiin liian pitkän aikaa. Lattiakaivoa kohti tarvitaan vettä vain kaksi litraa, joten ylimääräinen vesi tulvi huoneen lattialle. Keskusvalvomoon tuli hälytys lattialla olevasta vedestä, ja valvomosta otettiin yhteys vesilukkojen täyttöä tekeviin henkilöihin. Vettä ehti kuitenkin tulla lattialle niin paljon, että veden pinnan nousu aiheutti kahden kaivon huonevalvontavahdin laukeamisen. Tämä taas aiheutti automaattisesti reaktorin pikasulkutoiminnon käynnistymisen ja reaktorin sammutuksen. Laitosyksikön turvallisuusjärjestelmät toimivat tapahtuman yhteydessä suunnitellusti. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 0.

Olkiluoto 2:lla reaktorin pikasulkutoiminto käynnistyi tarpeettomasti 3.5.1999, kun laitosyksikköä oltiin pysäyttämässä vuosihuoltoseisokkiin. Pikasulkutoiminto käynnistyi pysäytyksen loppuvaiheessa, kun kaikki säätösauvat olivat jo sisällä reaktorin sydämessä ja reaktori oli painee-

ton. Syynä tapahtumaan oli reaktorin pinnanmittauksen antamat hetkelliset korkeat arvot samanaikaisesti kahdessa mittauskanavassa. Tällaiset hetkellisesti korkeat arvot voivat johtua esimerkiksi reaktorin paineenlaskun aikana pinnanmittauslaitteistossa vapautuvista lauhtumattomista kaasuista. Pikasulkutoiminto käynnistyy aina, kun kahden kanavan mittaussignaali ylittää asetetun rajan. Varsinaista reaktorin pikasulkua ei tapahtunut, koska säätösauvat olivat sisällä reaktorissa. Olkiluoto 2:lla ei ollut reaktorin pikasulkuja laitosyksikön ollessa sähköntuotannossa.

Vuosihuoltojen ja Olkiluoto 1:llä tapahtuneen reaktorin pikasulun lisäksi Olkiluodon laitosyksiköillä ei ollut muita keskeytyksiä sähkön tuotannossa. Laitteiden vikaantumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Olkiluoto 1:llä 0,2 % ja Olkiluoto 2:lla 0,1 %. Kuvassa 9 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 1999. Tuotantokeskeytykset ja syyt tehonalennuksiin on raportoitu STUKin julkaisuissa STUK-B-YTO 191, 193, 197 ja 199. Energiakäyttökertoimien ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 10 ja 11.



Kuva 16. Altistuneimman väestönosan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristössä.

3.2.2 Merkittävät käyttötapaukset

Olkiluodon laitosyksiköillä ei vuonna 1999 sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Laitosyksiköiden tapahtumat olivat INES-asteikolla enintään luokkaa 1. Tähän luokkaan luokiteltiin alla mainitut neljä tapahtumaa. Tapahtumat on kuvattu myös julkaisuissa STUK-B-YTO 193, 197 ja 199. Muilla Olkiluodon laitosyksiköillä sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuudelle. INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät Suomen laitosyksiköillä esitetään kuvassa 12.

Suojarakennuksen kaasunkäsittelyjärjestelmän heikentynyt toimintakyky Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä todettiin suojarakennuksen kaasunkäsittelyjärjestelmän määräaikaikokeessa 18.6.1999, että järjestelmän toisessa piirissä kierätyslinjan läppäventtiili oli virheellisesti auki. Venttiilin toimilaitte oli vaihdettu 25.5.1999 päättyneessä vuosihuoltoseisokissa ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti ja toimilaitteen venttiiliin yhdistävä kulmavaihte huollettu. Kulmavaihdetta takaisin asennettaessa ei huomattu, että vaihteen asento oli huollossa muuttunut aukiasennosta kiinniasentoon. Virheellinen asento ei myöskään paljastunut venttiilin toimintakokeessa asennuksen jälkeen.

Venttiilin avaaminen, joka on tehtävä onnettomuustilanteessa, olisi asennusvirheen vuoksi johtanut venttiilin sulkeutumiseen, jolloin kaasunkäsittelyjärjestelmän rekombinaattorin lämpötila olisi noussut liikaa. Rekombinaattorissa poltetaan onnettomuustilanteessa suojarakennukseen muodostuva vety vedeksi. Onnettomuustilanteessa seurauksena olisi ollut toisen piirin käyttökunnottomuus tai ainakin sen kapasiteetin huomattava aleneminen. Onnettomuustilanteessa yhden piirin toiminta riittää.

Kulmavaihte asennettiin oikeaan asentoonsa ja järjestelmä testattiin. Lisäksi voimayhtiö tarkisti vastaavantyyppiset venttiilit. Venttiilien huolto-ohjeiden korjaus on käynnissä, ja suojarakennuksen kaasunkäsittelyjärjestelmän koetta täydennettiin tarkastuksella, jolla todetaan kierätyslinjan läppäventtiilien asennonosoituksen oikea toiminta.

Reaktorin suojarakennuksen henkilösulun aukiolo turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti Olkiluoto 2:lla

Reaktorin suojarakennuksen alahenkilösulun ovi oli Olkiluoto 2:lla turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti auki noin tunnin ajan. Tapahtuma sattui vuosihuoltoseisokissa 6.5.1999 pääkiertopumpun moottorin vaihtotyön yhteydessä.

Pumpun huoltotyön aikana reaktorin jäähdytvesi on osan aikaa reaktoripaineastian pohjassa olevaan pumpun akselireikään asennetun tulpan tai tiivistyslaipan varassa. Alahenkilösulun oven kiinnipitämisellä varmistetaan, että tulpan tai tiivistyslaipan peittäessä reaktorista avoimen akselireiän kautta vuotava vesi ei pääse pois suojarakennuksesta auki olevan oven kautta, vaan saadaan reaktorin hätäjähdytysjärjestelmän käyttöön ja voidaan kierrättää takaisin reaktoripaineastiaan.

Syynä alahenkilösulun oven aukioloon oli katkos tiedonkulussa. Moottorin vaihtotyö keskeytettiin yöksi eikä vuoropäällikön mukaan alahenkilösulkua ollut tarvetta avata. Pumpun huoltomiehet menivät aamulla ylähenkilösulun kautta jatkamaan työtään luottaen siihen, että alahenkilösulku on kiinni. Aamulla työvuorossa ollut vuoropäällikkö oli kuitenkin antanut luvan alahenkilösulun avaamiseen muita töitä varten. Pumpun huoltotöiden jatkamisesta olisi pitänyt informoida vuoropäällikköä, jotta hän olisi voinut määrätä alahenkilösulun oven suljettavaksi.

Tapahtuman johdosta tehtyjä toimenpiteitä tarkastellaan kohdassa 3.2.3.

Kahden polttoainepipun jääminen koholle Olkiluoto 2:n reaktorissa

Vuosihuoltoseisokissa tehdyssä polttoaineen vaihtolatauksessa kaksi polttoainepippua jäi reaktorissa hieman muita ylemmäksi. Nippujen kohollaolo havaittiin 13.5.1999, kun vuosihuoltoseisokin jälkeisessä käynnistyksessä tehtiin reaktorin valvontajärjestelmän virtausmittausten kalibrointia. Polttoainepipun kohollaolo mahdollistaa sen, että osa nippuun tarkoitettusta jäähdytevirtauksesta pääsee nipun ohitse eikä tällöin osallistu sen jäähdytykseen. Tässä tapauksessa nippujen kohollaolo ei asettanut rajoituksia laitosyksikön käytölle.

Tapahtumaan johtaneita syitä olivat mm. puutteet päätöksenteossa latausvaiheen lopettamiseksi ja latauksen lopputarkastukseen valmistautumisessa sekä tiedonsiirrossa tarkastukseen osallistuneiden henkilöiden välillä. Myöskään olemassa olevat ohjeet eivät edellyttäneet latauksen lopputarkastuksessa kuvatun videonauhan katsomista ennen reaktoripaineastian kannen sulkeamista, mikä olisi todennäköisesti paljastanut koholla olleet niput.

Tapahtuman jälkeen voimayhtiö tehosti koholla olevien polttoaineniippujen jäähdytysvirtauksen ja stabiilisuusominaisuuksien valvontaa. Lisäksi tarkennettiin menettelyjä, joilla varmistetaan polttoaineniippujen oikea sijoittuminen reaktoriin. Uusia menettelyjä käytettiin jo Olkiluoto 1:n vuoden 1999 vuosihuollossa, joka alkoi Olkiluoto 2:n vuosihuollon jälkeen. Voimayhtiö on uusinnut polttoaineen latausta ja sen tarkastamista koskevat ohjeensa siten, että ohjeiden mukaan toimittaessa selvityksessä esille tulleet puutteet poistuvat.

Suojarakennuksen eristysventtiilin käyttökunnottomuus Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä todettiin 12.10.1999, että reaktorin suojarakennuksen lävistävässä putkilinjassa sijaitseva eristysventtiili ei olisi sen toimilaitteen momenttirajojen asetteluvirheen johdosta sulkeutunut kaikissa venttiilin sulkeutumista edellyttävissä tilanteissa. Venttiili on sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän imulinjassa suojarakennuksen ulkopuolella. Venttiilin toimilaitte oli vaihdettu vuoden 1998 vuosihuoltoseisokissa korjattuun ja huollettuun toimilaitteeseen. Ennen asennusta toimilaitteen momenttirajojen asettelu olisi pitänyt testata koestuslaitteistossa. Tämä testaus oli kuitenkin jäänyt tekemättä.

Venttiilin toimilaitteen momenttirajat asetettiin samana päivänä oikeisiin arvoihin ja toimilaitte testattiin. Testaus momenttirajojen oikeellisuuden toteamiseksi tehdään yleensä koestuslaitteistossa. Rajat voidaan asettaa myös toimilaitteen ollessa kiinni prosessissa, mutta asettelutarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin koestuslaitteistoa käytettäessä. STUK hyväksyi momenttiasetteluun tehtäväksi prosessissa. Toimilaitte korvataan koestuslaitteistossa koestetulla toimilaitteella viimeistään vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa.

Voimayhtiö tarkisti lisäksi molemmilla laitos-

yksiköillä kaikkien eristysventtiilien toimilaitteiden momenttiasetukset. Kummaltakin laitostyösköltä löytyi yksi momenttiasetuksiltaan virheellinen toimilaitte. Nämä toimilaitteet olivat venttiileissä, jotka ovat laitoksen käydessä kiinniasennossa, joten niiden momenttiasetusten puutteilla ei ollut merkitystä venttiilien eristystehtävän kannalta. Voimayhtiö kehittää menettelyjään siten, että tarkastamattomia toimilaitteita ei ole mahdollista viedä varastosta laitokselle prosessiin asennettavaksi.

3.2.3 Tapahtumien tutkinta

Olkiluodon laitoksen tapahtumista STUKissa tutkittiin Olkiluoto 2:n tapahtuma, jossa reaktorin suojarakennuksen henkilösulku oli auki turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti. Tapahtuma sattui vuosihuoltoseisokissa pääkiertopumpun huollon aikana. Syynä tapahtumaan oli katkos tiedonkulussa. Tapahtumaa on kuvattu yksityiskohdaisemmin kohdassa 3.2.2 ja raportissa STUK-B-YTO 193. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1.

Tutkinnassa keskityttiin pääkiertopumppujen huoltotöiden hallintaan ja ohjeistukseen sekä tiedonvälitykseen huoltopaikan ja valvomon välillä. Tutkinnan perusteella voimayhtiöltä edellytettiin turvallisuusnäkökulmasta tehtyä arviota hallinnollisten menettelyjen riittävydestä tilanteessa, jossa töitä jatketaan tilapäisen keskeytyksen jälkeen. Kunnossapitotöille, joissa töistä saattaa aiheutua jäähdytysveden vuoto reaktoripaineastasta reaktorisydämen alapuolelta, edellytettiin uudelleenarviointia töiden hallinnan ja turvallisuuden kannalta. STUK edellytti arvioiden toimittamista ennen vuoden 2000 vuosihuoltoja. Voimayhtiön edellytettiin lisäksi parantavan pääkiertopumpputyötä tekevän henkilöstön tiedon- saantia alahenkilösulun auki- ja kiinniolosta. Huomiota edellytettiin kiinnitettävän myös töitä varten annettavan käyttömääräimen selkeyteen.

Voimayhtiö esitti myös itse tapahtumasta saatujen opetusten perusteella korjaavia toimenpiteitä. Voimayhtiö piti aiheellisena tarkistaa huolto-työasiakirjakäytäntöjä ja pääkiertopumpputöiden hallinnointia koskevia ohjeita sekä selvittää pääkiertopumpun akselireiän tiivistystulpan nostamiseen käytettävän latauskoneen apunosturin testauskäytäntöä. STUK edellytti, että voimayh-

tiö toimittaa selvityksen muutettavien menettelyjen käyttöönottilanteesta ennen vuoden 2000 vuosihuoltoja. Voimayhtiö on täydentänyt pääkiertopuppujen huoltotyöasiakirjoja. Uusittuja asiakirjoja käytettiin jo Olkiluoto 1:n vuosihuolto-seisokissa, joka alkoi Olkiluoto 2:n vuosihuollon päätyttyä.

3.2.4 Poikkeamat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista

Olkiluodon laitossyksiköillä oli yhteensä kolme tilannetta, joissa laitossyksikkö oli turvallisuusteknistien käyttöehtojen vastaisessa tilassa. Nämä tilanteet olivat seuraavat:

- Reaktorin suojarakennuksen henkilösulun aukio turvallisuusteknistien käyttöehtojen vastaisesti Olkiluoto 2:lla
- Suojarakennuksen kaasunkäsittelyjärjestelmän heikentynyt toimintakyky Olkiluoto 1:llä
- Suojarakennuksen eristysventtiilin käyttökunnottomuus Olkiluoto 1:llä

Tapahtumat ovat INES-asteikolla luokkaa 1. Kuvaukset tapahtumista esitetään kohdassa 3.2.2.

Voimayhtiö on suunnitellut tai jo toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi, kuten kohdissa 3.2.2 ja 3.2.3 selvitetään. Kuvassa 13 esitetään turvallisuusteknistien käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät viime vuosilta. Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeamisten määrässä on ollut kasvua, minä johdosta STUK on käynnistänyt selvitystyön.

Suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin STUKin myöntämien poikkeuslupien turvin. STUK antoi vuonna 1999 viisi tällaisia poikkeuslupaa Olkiluodon laitossyksiköille. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 14.

3.2.5 Turvallisuutta varmistavat hankkeet

Vakaviin onnettomuuksiin varautuminen

Olkiluodon molemmilla laitossyksiköllä parannettiin reaktorin paineenalennuksen varmistamista vakavan onnettomuuden aikana. Reaktoripaineastian korkeassa paineessa tapahtuvan puhkistamisen ja siitä aiheutuvan suojarakennuksen

vaurioitumisen estämiseksi on välttämätöntä, että primääripiirin paineenhallintajärjestelmän venttiilit pysyvät auki koko onnettomuuden ajan. Vuonna 1998 kahdelle paineenhallintajärjestelmän venttiilille oli rakennettu yhteydet suojarakennuksen ulkopuolisiin typpi- ja vesisyöttöjärjestelmiin, joiden avulla näitä venttiileitä voidaan pitää auki muita saman järjestelmän venttiileitä alemmassa paineessa. Venttiilien ohjauslinjoissa oli kuitenkin suojarakennuksen sisäpuolella pneumaattiset venttiilit, joiden aukipysymisestä vakavien onnettomuuksien aiheuttamisessa ympäristöolosuhteissa ei voitu olla varmoja. Puutteen korjaamiseksi ko. paineenhallintaventtiileille rakennettiin vuoden 1999 seisokissa uusi tyypin ja veden syöttölinja, jonka operoimiseen tarvittavat venttiilit ovat suojarakennuksen ulkopuolella. STUK arvioi muutostyön suunnitteluaineistot ja uusitun järjestelmän koekäyttöohjelman sekä valvoi muutoksen rakentamista ja koekäyttöä.

Olkiluodon laitossyksiköillä on toteutettu myös muutoksia, joilla varmennetaan onnettomuustilanteessa reaktorisydäimestä vapautuvien fissiotuotteiden, erityisesti jodin, pidättymistä suojarakennuksesta ulosjohtavassa paineenalennuslinjassa olevaan suodattimeen. Suodattimen vedessä olevien kemikaalien määrää on lisätty niin, että suodatin toimii tehokkaasti, vaikka suodattimeen kulkeutuisi suojarakennuksesta kaapeleiden vaurioitumisen takia klooria. STUK hyväksyi muutoksen edellyttämän turvallisuusteknistien käyttöehtojen muutoksen. STUK on teettänyt Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa kokeita, joilla varmennetaan muutoksen riittävyys.

Voimayhtiö on jo aikaisemmin muuttanut laitossyksiköiden hätätilanneohjeita niin, että vakavissa onnettomuuksissa reaktorin tilaa pyritään valvomaan reaktorista ulos vedettyjen matalan tehon neutronivuodetektorien avulla. Koska detektoreita ei ole suunniteltu käytettäväksi ko. tavalla, STUK edellytti tarkempaa selvitystä niiden toiminnasta onnettomuuden aikana. Voimayhtiö analysoi detektoreiden toimintaa sekä laskeutuneesta kokeista. Analyysitulosten mukaan detektoreiden avulla voidaan havaita, mikäli reaktori ei jostain syystä pysy alikriittisenä onnettomuuden aikana. Selvitys on STUKissa käsiteltävänä.

Myös suojarakennuksen ruiskutusjärjestel-

mään, näytteenottojärjestelmään ja alahenkilösulkuun on suunniteltu muutoksia, joilla varmennetaan suojarakennuksen toimintaa onnettomuuden aikana. Ruiskutusveteen voidaan muutoksen jälkeen lisätä onnettomuuden aikana kemikaaleja, joilla estetään radioaktiivisen jodin haihtuminen suojarakennuksen vesialtaista. Suojarakennuksen näytteenottojärjestelmän muutoksella laajennetaan järjestelmän käyttöaluetta niin, että järjestelmää voidaan käyttää myös, kun suojarakennuksen paine on korkea. Alahenkilösulun muutoksella puolestaan lisätään suojarakennuksen kestoisuutta reaktoripaineastian puhkeamisen seurauksena mahdollisesti syntyviä paineiskuja vastaan. Muutoksia koskevat asiakirjat ovat STUKissa käsiteltävänä.

Reaktorisydämen neutronivuon valvontajärjestelmän lisävarmentaminen

Olkiluodon molemmilla laitosyksiköillä varmennettiin suodatetun neutronivuosi signaalin valvonnan luotettavuutta. Mittalaitteiden antamasta neutronivuosi signaalista on suodatettu nopeat, kohinatyyppiset muutokset. Suodatetun neutronivuosi signaalin valvonta laukaisee reaktorin suojaavan pikasulkutoiminnon pienemmästä muutoksesta kuin suodattamattoman suoraan mittalaitteilta tulevan signaalin valvonta.

Reaktorin neutronivuon valvontajärjestelmät on uusittu molemmilla Olkiluodon laitosyksiköillä vuosina 1996–1998 käyttäen ohjelmoitavaa tekniikkaa. Suoraan mittalaitteiden osoittamasta neutronivuosta ohjelmoitavalla tekniikalla muodostettu pikasulkusignaali oli jo uusitun neutronivuon valvontajärjestelmän alkuperäistoimituksessa varmistettu rinnalla toimivalla kiinteästi langoitettulla elektroniikalla. Nyt varmennettiin myös suodatetun signaalin pikasulkuehto kiinteästi langoitettulla suojauselektroniikalla suojauksen luotettavuuden parantamiseksi hitaasti tapahtuvia neutronivuon muutoksia vastaan.

STUK tarkasti järjestelmämuutoksia koskevat suunnitelmat ja muutosten tulosaineiston sekä valvoi muutoksiin liittyviä tarkastuksia ja kokeita. Järjestelmän käytölle on aikaisemmin asetettu rajoituksia, ja järjestelmän ohjelmoidun osuuden kelpoisuuden osoittavien selvitysten käsittely STUKissa on kesken.

Pääkiertopumppujen sähkökäyttöjen uusiminen

Vuoden 1999 vuosihuoltoseisokeissa Olkiluodon molemmilla laitosyksiköillä asennettiin kahdelle pääkiertopumpulle uudet sähkökäyttöjärjestelmät, ns. sähkökäytöt. Lisäksi jo aiemmin käyttöön otettuihin laitteistoihin tehtiin parannuksia. Kummankin laitosyksikön kaikki kuusi pääkiertopumppua on nyt varustettu uusilla sähkökäyttöillä. Muutostyöt ensimmäiselle pumpulle tehtiin vuonna 1996, ja sen jälkeen saatujen kokemusten perusteella jatkettiin muutosten tekoa muilla pumppuilla.

Uusimisella ennakoitiin pääkiertopumppu-moottorien alkuperäisten taajuusmuuttajien ikääntymistä. Varaosien saanti oli myös vaikeutunut. Sähkökäyttöihin on tehty myös muutoksia, joilla pidennetään pääkiertopumppujen täydelliseen pysähtymiseen kuluva aikaa sähkökatkoksen aikana. Tällä hidastetaan pumppujen pysähtymisestä aiheutuvia muutoksia reaktorin jäähdytysveden virtauksessa, ja siten turvallisuusmarginaali polttoainevaurioita vastaan on saatu aikaisempaa suuremmaksi. Järjestelmän taajuusmuuttajien ohjausyksiköissä on käytetty ohjelmoitavaa tekniikkaa. Suojaustoiminnot pumppujen pysäyttämiseksi hallitusti on toteutettu rinnakkaisilla, ei-ohjelmoitavaan tekniikkaan perustuvilla ohjausyksiköillä.

STUK tarkasti ja hyväksyi vuoden 1999 vuosihuoltoseisokeissa tehtäväksi suunnitellut muutokset. Lisäksi STUK valvoi vuosihuoltoseisokkien aikana muutostöiden toteutusta ja koekäyttöjä laitoksella. STUK antoi luvan käyttää pääkiertopumppuja vuoden 2000 vuosihuoltoseisokkeihin asti. Lupa on määräaikainen, koska uusien sähkökäyttöjen lopullisen hyväksyttävyyden arviointi on STUKissa kesken mm. sähkökäytön ohjausjärjestelmän yhteisvikautumismahdollisuuteen liittyvien selvitysten vuoksi.

Halonisammutusjärjestelmän korvaaminen

Olkiluodon laitosyksiköillä jouduttiin tekemään toimenpiteitä halonisammutusjärjestelmien korvaamiseksi, kun valtioneuvoston päätöksen 262/1998 mukaan halonien käytöstä oli luovuttava

vuoden 1999 loppuun mennessä. Olkiluodon laitosyksiköillä halonisammutusjärjestelmiä oli valvomopöydän alapuolisessa kaapeleiden ristikytkentähuoneessa, jossa turvallisuudelle tärkeiden järjestelmien rinnakkaisten osajärjestelmien kaapelit ovat samassa tilassa. Halonisammutusjärjestelmä oli myös käytetyn polttoaineen välivaraston valvomohuoneessa.

Ristikytkentätilan halonisammutusjärjestelmä poistettiin vuoden 1999 toukokuussa ja korvattiin halotronsammutusjärjestelmällä, joka on toiminnaltaan samankaltainen kuin halonisammutusjärjestelmä. Halotron on väritön, hajuton ja mauton kaasuseos, joka sammuttaa palon kemiallisesti. Halotron ei ole vaarallista ihmisille kyseeseen tulleella 12 tilavuusprosentin pitoisuudella. Tämä oli yksi peruste sammutusaineen valinnalle, sillä sammutusjärjestelmällä suojatun ristikytkentähuoneen yläpuolella sijaitsee jatkuvasti miehitettyjä tiloja. Sammutusjärjestelmän muutoksella ei ole arvioitu olevan vaikutusta laitosyksiköiden turvallisuuteen.

Käytetyn polttoaineen varaston valvomohuoneen halonisammutusjärjestelmä poistettiin käytöstä vuoden 1999 joulukuussa eikä tilalle ole asennettu uutta, korvaavaa sammutusjärjestelmää. Halonisammutusjärjestelmän poistaminen on korvattu mm. lisäämällä valvomohuoneeseen sekä siellä oleviin sähkö- ja instrumenttikytkentäkaappeihin aikaisempaa nopeammin paloilmoituksen antavia ilmaisimia. Myös palokunnan operatiivisia mahdollisuuksia kytkentäkaappipalon sammuttamiseksi on parannettu. Kaapeissa olevia tarkastusaukkoja on suurennettu siten, että niiden kautta voidaan hiilidioksidikäsiammuttimilla syöttää sammutusaine suoraan kaappiin. Halonisammutusjärjestelmän poistamisella ei ole arvioitu olevan vaikutusta käytetyn polttoaineen välivarastoinnin turvallisuuteen.

STUK tarkasti ja hyväksyi halonisammutusjärjestelmien korvaamista koskevat suunnitelmat.

Vuosituhanen vaihteen tietokoneongelmaan varautuminen

Olkiluodon laitosyksiköillä tietokonepohjaisia järjestelmiä käytetään hallinnollisissa tehtävissä, asiantuntijajärjestelmissä sekä modernisoiduissa säätöjärjestelmissä. Modernisointihankkeen yhte-

ydessä reaktorin tehon ja paineen valvonnassa sekä ohjauksessa käytettäviä järjestelmiä oli vaihdettu ohjelmoitavaan tekniikkaan. Nämä järjestelmät osallistuvat myös reaktorin suojaustoimintojen ohjaukseen. Tehtyjen selvitysten ja testien perusteella nämä uusitut järjestelmät eivät olleet alttiita vuosituhanen vaihteen tietokoneongelmalle. Lisäksi uusittujen järjestelmien turvallisuustoiminnot oli jo muutosprojektien aikana varmistettu ei-ohjelmoitavalla tekniikalla. Laitosyksiköiden turvallisuuden kannalta tärkeimmät järjestelmät on toteutettu analogiatekniikalla, jossa esille tullutta päivämäärän käsittelyyn liittyvää ongelmaa ei esiinny.

Teollisuuden Voima Oy käynnisti toimenpiteet vuosituhanen vaihteen tietokoneongelman selvittämiseksi vuoden 1997 lopulla. Projektisuunnitelma valmistui syksyllä 1998. Voimayhtiö kartoitti kaikki laitosyksiköiden tietokonepohjaiset järjestelmät ja laitteet. Tarvittaessa laitteet korjattiin tai uusittiin ennen vuodenvaihdetta. Kaikki turvallisuuden kannalta merkittävät tietokonepohjaiset järjestelmät ja laitteet testattiin ja tarvittaessa korjattiin.

Voimayhtiö varautui myös tehdyistä ennakkotoimenpiteistä huolimatta vuodenvaihteessa mahdollisesti ilmeneviin ongelmiin. Ulkoisista tapahtumista varauduttiin kantaverkon epästabiilisuu-teen, puhelin- ja tietoliikenneyhteyksien menetykseen sekä säästä johtuviin häiriöihin.

Voimayhtiö raportoi STUKille vuosituhanen vaihteen vuoksi tehtyjen toimenpiteiden etenemisestä. STUK teki laitospaikalla tarkastuksia, joissa arvioitiin toteutettuja toimenpiteitä. Myös turvallisuudelle tärkeiden laitteiden vuosi 2000 -kel- poisuutta koskevat selvitykset arvioitiin. Lisäksi STUK tarkasti ja hyväksyi voimayhtiön varautumissuunnitelman vuodenvaihteeksi. STUKin tekemän turvallisuusarvion mukaan laitosyksiköiden perusautomaatio varmisti yhdessä voimayhtiön tekemien toimenpiteiden kanssa sen, että laitosyksiköiden käyttö ei aiheuta vaaraa vuosituhanen vaihteessa.

Vuosituhanen vaihtuminen ei aiheuttanut häiriöitä laitosyksiköiden käytölle. Myös kaikki tietoliikenneyhteydet STUKin ja Olkiluodon voimalaitoksen välillä toimivat, ja tiedot laitosyksiköiden prosessitietokoneilta välittyivät STUKiin ongelmitta

3.2.6 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien mukaan paloriskit ovat huomattavasti vähentyneet. Tämä johtuu palontorjuntajärjestelyjen parantamisesta sellaisissa tiloissa, joissa on kahden eri järjestelmän laitteita sekä analyysissä käytetyn laitospölyn täsmentymisestä yleensä. Mikään vikayhdistelmä ei ole erityisen merkittävä, sillä 50 tärkeintä vikayhdistelmää kattaa 48 % riskistä. Merkittävimpiä riskiin vaikuttavia tekijöitä ovat tulipalot kaapeli- ja pumpputiloissa.

Voimayhtiö on arvioinut vuosihuoltoseisokin aikaisen paloriskin suuruudeksi noin 5 % palojen aiheuttamasta sydänvaurion kokonaisriskistä tehoajon aikana. Mikään vikayhdistelmä ei ole yksinään erityisen merkittävä. Merkittävimpiä riskin kannalta ovat palot kaapelitiloissa (noin 21 %).

Tulipalojen riskit on analysoitu yksityiskohtaisesti. Laitosyksiköiden tilasuunnittelu ja palontorjuntajärjestelyt ovat hyvät. Sähkö- ja automaatiojärjestelmät mukaan lukien kaapelireitit, tunnelit yms. on mallinnettu analyysissä tarkasti. Olennaisin riskiin vaikuttava tekijä sekä tehoajolla että huoltoseisokissa on palon leviäminen järjestelmästä toiseen. Olennaisimmat asiat analyysin onnistumiselle ovat kaapelitilojen kehittynyt palomalli ja palon leviämisen arviointi. STUKin tekemien herkkyystarkastelujen ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen uusimpien palotutkimusten perusteella tärkeimpien paloskenaarioiden oletuksia voidaan pitää realistisina.

3.2.7 Säteilyturvallisuus

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 1999 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 15,4 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 1999 on esitetty raportissa STUK-B-YTO 1999. Säteilyannos ei saa myöskään ylittää 100 mSv annosrajaa minkään viiden vuoden ajanjakson aikana. Viisivuotisjaksoilla 1995–1999 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos on 83,6 mSv.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyaltistus vuonna 1999 oli 0,94 manSv. Kollektiiviset sätei-

lyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 15. STUKin ohjeen YVL 7.9 mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon laitosyksiköille on yhteensä 4,20 manSv.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 1999 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Ilmaan tapahtuneet jalokaasupäästöt olivat 0,003 % ja jodipäästöt 0,01 % asetetuista rajoista. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 1,1 TBq on noin 6 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 1,8 GBq, mikä on noin 0,6 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta. Yksityiskohtaisemmin päästöjä ja asetettuja rajoja on tarkasteltu raportissa STUK-B-YTO 199.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 μ Sv). Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 16.

STUKin toteuttaman Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristövalvontaohjelman näytteiden kokonaisuus vuonna 1999 oli 309. Lisäksi tehtiin 24 ulkoisen säteilyn mittausta. Näytteissä havaittiin säteilyaltistuksen kannalta ainoastaan pieniä määriä Olkiluodon ydinvoimalaitoksesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Havaintoja selvitetään tarkemmin raporteissa STUK-B-YTO 191, 193, 197 ja 199.

3.3 Muut ydinlaitokset

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 kohdistuu mm. reaktorin laadunhallintaan, käyttöön, säteilysuojeluun, radioaktiivisten aineiden päästöihin, palontorjuntaan, valmius- ja turvajärjestelyihin sekä ydinmateriaalitoimintoihin. Reaktorin käytössä ei vuoden

1999 aikana havaittu merkittäviä ongelmia. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 1999 alittivat selvästi asetetut rajat.

Tutkimusreaktorille vuonna 1989 myönnetty käyttölupa oli voimassa vuoden 1999 loppuun. Valtion teknillinen tutkimuskeskus oli vuonna 1998 hakenut kauppaja- ja teollisuusministeriöltä tutkimusreaktorille uutta käyttölupaa vuoteen 2011 asti. STUK antoi hakemuksesta lausunnon kauppaja- ja teollisuusministeriölle. Lausunnon yhteydessä tehtiin turvallisuusarvio, jota varten tut-

kimusreaktorille tehtiin tarkastuksia, pidettiin kokouksia STUKin ja luvanhaltijan välillä sekä tarkastettiin ydinenergia-asetuksessa mainitut asiakirjat. Lisäksi otettiin huomioon vuonna 1999 alkanut reaktorin käyttö aivokasvaimien sädehoitoon, jota koskee erillinen säteilylain mukainen turvallisuuslupa. Lausunnossaan STUK puolsi käyttöluvan myöntämistä. Valtioneuvosto myönsi luvan hakemuksen mukaisesti vuoden 2011 loppuun asti.

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 4.

4 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA

Ydinjätehuollon valvonta kohdistui käytetyn polttoaineen varastointiin ja loppusijoitussuunnitelmiin sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen.

4.1 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 17.

Loviisan voimalaitoksella jatkettiin käytetyn ydinpolttoaineen vesiallasvaraston laajennuksen rakentamista. Vuonna 1999 tehtiin rakennuksen viimeistelytöitä ja koekäyttöjä. STUK tarkasti mm. putkisto-, ilmastointi- ja sähkösuunnitelmia sekä koekäyttösuunnitelmia ja -raportteja. Uuden varasto-osan on määrä tulla valmiiksi vuonna 2000.

Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n omistama yhtiö Posiva Oy tekee käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyötä ja varautuu loppusijoituksen myöhempään toteutukseen. Päätavoitteina on loppusijoituspaikan valinta vuonna 2000 sekä valmiuksien hankkiminen laitoksen rakentamisen aloittamiseen 2010-luvun alussa ja käytön aloittamiseen 2020-luvun alussa.

Posiva Oy sai toukokuussa valmiiksi loppusijoituslaitosta koskevan ympäristövaikutusten arviointiselostuksen ja jätti laitosta koskevan valtioneuvoston periaatepäätöshakemuksen, jossa esitetään loppusijoituspaikaksi Olkiluotoa. Näiden selvitysten tukena on noin 20 vuoden ajan tehty laaja tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyö. STUK antoi ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle ja laati periaatepäätöshakemuksesta ydinergialain 12 §:n mukaisen alustavan turvallisuusarvion. Turvallisuusarvion toimittaminen kauppa- ja teollisuusministeriölle siirtyi ydinturvalli-

suusneuvottelukunnan käsittelyn vuoksi vuoden 2000 alkuun.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tärkein kysymys oli, onko ehdotettu loppusijoitusratkaisu tarkoituksenmukaisin käytetyn ydinpolttoaineen huoltomenetelmä eri näkökohdat huomioon ottaen. Lausunnossaan STUK katsoi, että ydin- ja säteilyturvallisuuteen liittyvien ympäristövaikutusten kannalta loppusijoitusta kallioperään voidaan pitää suositeltavimpana eteenpäin vietävänä vaihtoehtona.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen periaatepäätöshakemuksesta tekemänsä alustavan turvallisuusarvion lähtökohtana STUK sovelsi valtioneuvoston maaliskuussa 1999 tekemään päätökseen sisältyviä turvallisuusvaatimuksia. STUK hankki arvionsa tueksi lukuisia ulkopuolisia asiantuntija-arvioita. Näihin sisältyivät kymmenen korkeatasoisen ulkomaisen asiantuntijan seikkaperäiset arviointiraportit sekä neljästä kotimaisesta tutkimuslaitoksesta hankitut lausunnot ja asiantuntija-arviot erityiskysymyksistä. Tähän alustavaan turvallisuusarvioon, joka toimitettiin kauppa- ja teollisuusministeriölle vuoden 2000 alussa, sisältyivät mm. seuraavat johtopäätökset:

- Ydinergialain mukaiset edellytykset periaatepäätöksen tekemiselle on STUKin toimialan osalta täytetty.
- Tähänastisten tutkimusten perusteella Olkiluoto soveltuu loppusijoituspaikaksi.
- Loppusijoituslaitoksen käyttöön ei liity merkittäviä turvallisuusriskejä.
- Tutkimukset ovat vahvistaneet käsitystä pitkäaikaisturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttymisestä, mutta asiasta varmistuminen edellyttää vielä pitkäjänteistä tutkimus- ja kehitystyötä.
- Loppusijoituksen toteutustapaan ja ajoituk-

seen sisältyy runsaasti joustavuutta, joten loppusijoitusratkaisun muuntelu, jätteiden palauttaminen loppusijoitustiloista ja jopa täysin toisenlaisen strategian käyttöönotto on mahdollista, mikäli tekniikan kehittyminen tekee sen tarkoituksenmukaiseksi.

4.2 Voimalaitosjätteet

Loviisan voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen ensimmäisen osan rakennustyöt valmistuivat vuonna 1998 ja laitoksen yksi tunneli otettiin jätteen varastokäyttöön STUKin myöntämän toimintaluvan nojalla. Vuoden loppuun mennessä kyseiseen tunnelinperään oli siirretty 660 m³ matala-aktiivisia huoltojätteitä. STUK teki toukokuussa 1999 ydinennergialain 20 §:n mukaisen käyttöönottotarkastuksen, jonka perusteella laitoksen valmiiksi rakennetut tilat hyväksyttiin loppusijoituskäyttöön. Kiinteät jätteille tarkoitettu loppusijoitustilan laajennussuunnitelma, rakentaminen ja käyttöönotto edellyttävät STUKin erillisiä hyväksymisiä loppusijoituslaitoksen käyttöluvan ja ydinennergia-asetuksen 112 §:n mukaisesti.

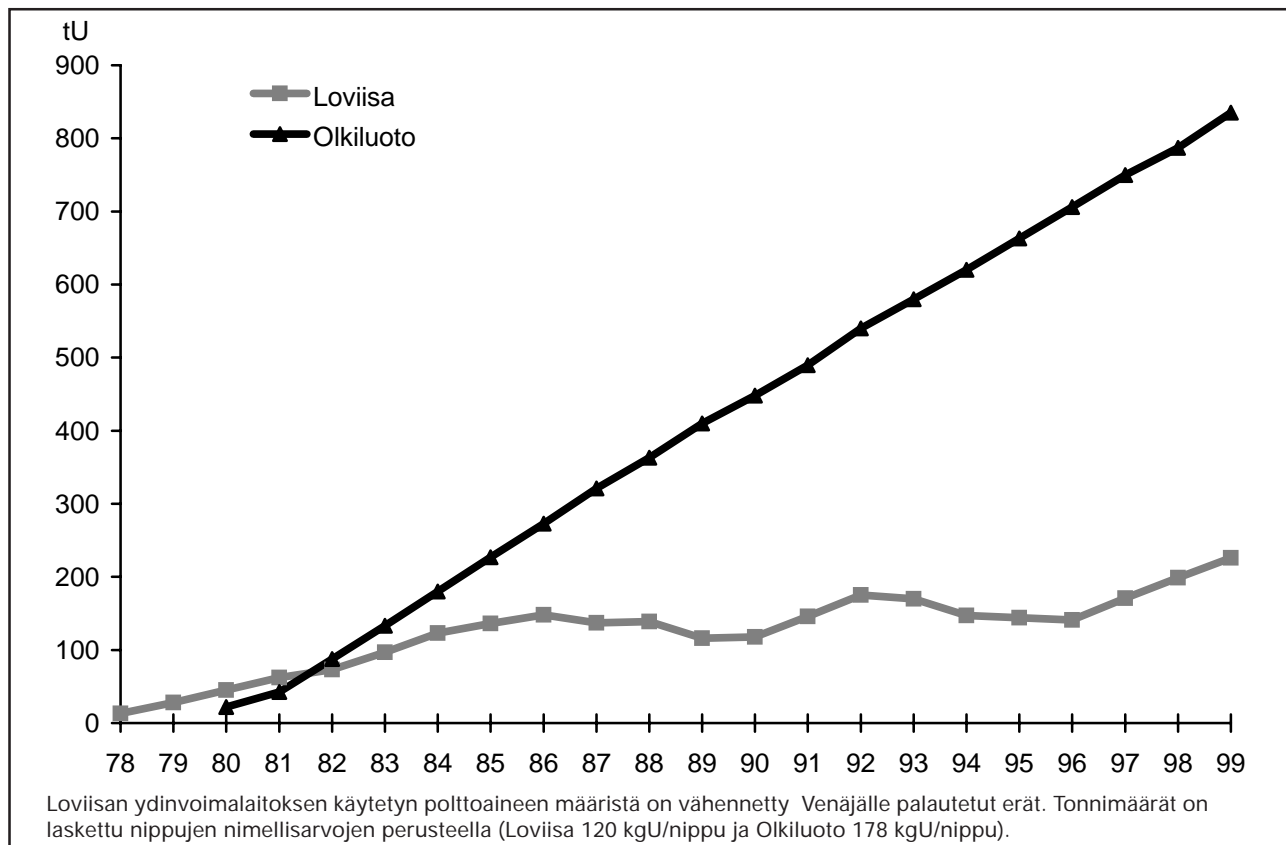
Olkiluodossa on vastaava loppusijoituslaitos

ollut käytössä jo noin kahdeksan vuoden ajan. Vuoden lopussa siellä oli noin 3300 m³ keski- ja matala-aktiivisia jätteitä, kokonaisaktiivisuudeltaan 44 TBq. STUK tarkasti tämän loppusijoituslaitoksen päivitetyn kallioperän tutkimus- ja seurantaohjelman.

Fortum Power and Heat Oy:llä on tarkoitus rakentaa keskiaktiivisen jätteen kiinteätyslaitos Loviisan voimalaitoksen alueelle, koska voimalaitoksen nestemäisten jätteiden varastot ovat täytymässä lähivuosina. Kiinteätyslaitoksen alustava turvallisuusseloste toimitettiin STUKille tarkastettavaksi.

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

Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa ja loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia. Jättemäärät eri vuosina ilmenevät kuvasta 18.



Kuva 17. Laitospaikoilla varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden lopussa.

4.3 Ydinvoimalaitosten käytöstäpoisto

Kauppa- ja teollisuusministeriön vuonna 1991 tekemän päätöksen nojalla maamme ydinvoimalaitosten käytöstäpoistoa koskevia suunnitelmia on ylläpidettävä ja päivitettyt suunnitelmat on raportoitava viiden vuoden välein. Viimeksi tällaiset suunnitelmat raportoitiin vuoden 1998 lopulla ja STUK esitti niistä vuonna 1999 lausuntonsa kauppa- ja teollisuusministeriölle.

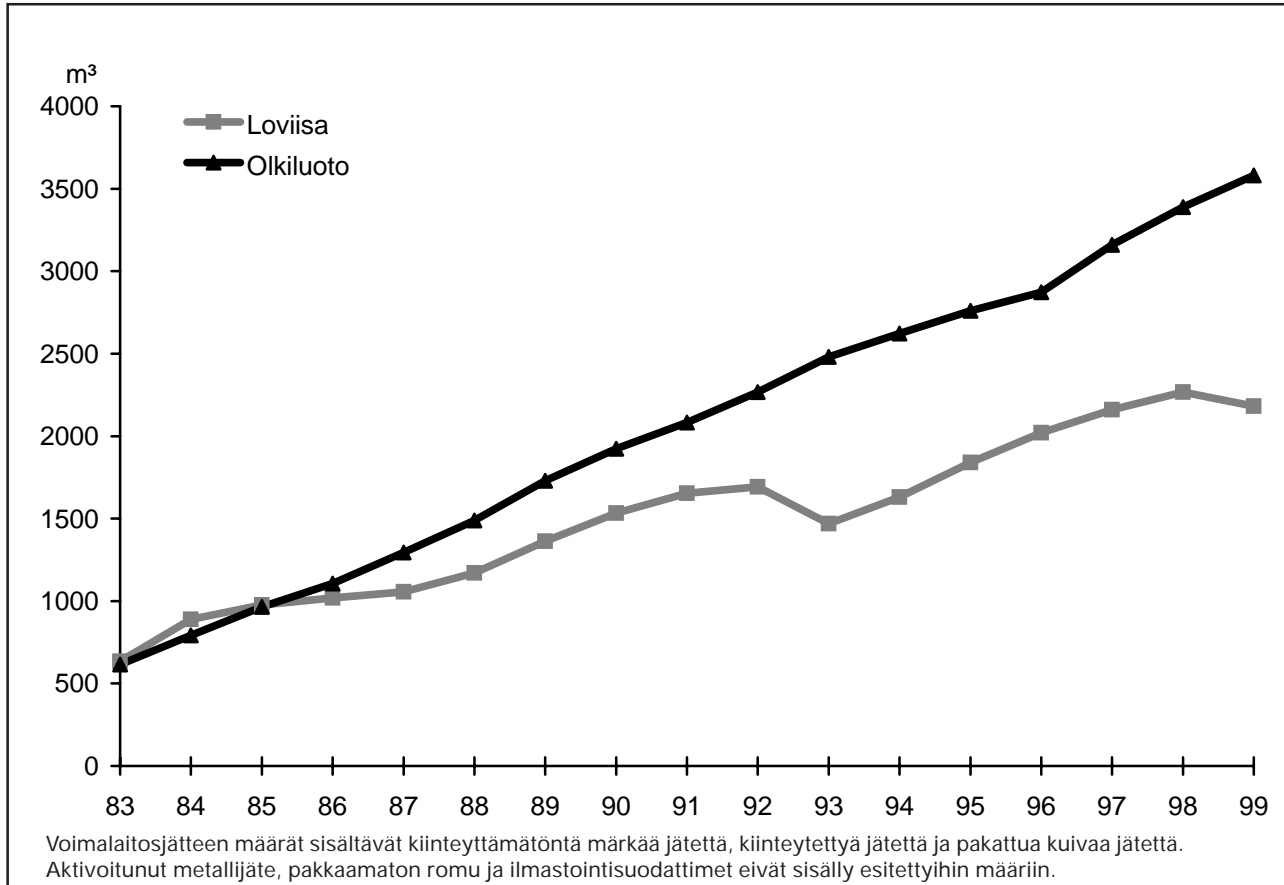
Päivitettyjen selvitysten mukaan voimayhtiöt ovat kehittäneet voimalaitosten purkamissuunnitelmiaan, minkä ansiosta arvioita työntekijöille aiheutuvista säteilyannoksista on voitu huomattavasti vähentää. Kummankin voimayhtiön käytöstäpoistosuunnitelmaan sisältyy strategia, jossa reaktoripaineastiat poistetaan ja loppusijoitetaan sellaisenaan ilman paloittelua. STUK pitää lausunnoissaan tätä ratkaisumallia tarkoituksenmukaisena ja suunnittelun jatkamista tältä pohjalta

suositeltavana.

Olkiluodon voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma perustuu laitoksen purkamiseen 30 vuoden valvotun varastoinnin jälkeen. STUKin lausunnossa ehdotetaan selvitettävän laitoksen purkamista ainakin osittain melko pian sen käytön päätyttyä.

4.4 Muu valvonta

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



Kuva 18. Voimalaitosjätteen määrä vuoden lopussa.

5 YDINMATERIAALIVALVONTA

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

5.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

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

Loviisan voimalaitokselle tehtiin vuonna 1999 yhteensä yhdeksän tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle yhteensä 21 tarkastusta. Euratom oli mukana 27 tarkastuksessa käyttäen niihin 37 henkilötyöpäivää ja IAEA 22 tarkastuksessa ja käytti niihin 26 henkilötyöpäivää. Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat reaktoriyksiköt, tuoreen polttoaineen varasto ja kaksi käytetyn polttoaineen varastoa ovat ydinmateriaalikirjanpidollisesti yksi kokonaisuus, materiaalitasealue. Olkiluodon voimalaitoksella on kolme materiaalitasealuetta: Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 sekä käytetyn polttoaineen varasto.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori. Lisäksi Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratorion, VTT Valmistustekniikalla, Geologian tutkimuskeskuksen isotooppigeologian yksiköllä sekä STUKilla on hallussaan pieniä määriä ydinaineita. Vuonna 1999 FiR 1 -reaktorille tehtiin yksi tarkastus.

Ydinmateriaalivalvonnassa varmennetaan eri verifiointimenetelmien avulla, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähtytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Mittauksin voidaan varmentaa myös muita ydinturvallisuuteen liittyviä asioita alkaen käyt-

töturvallisuudesta jatkuen aina loppusijoitukseen. Vuonna 1999 STUK verifioi ainetta rikkomattomien mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella hermeettisiin koteloihin sijoitettavia vuotavia polttoainesauvoja ja 64 käytettyä polttoaineenippua. Loviisan voimalaitoksella verifioitiin 180 käytettyä polttoaineenippua.

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

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

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet. Euratom ja IAEA toimittivat STUKille vuonna 1999 28 Euratomin tarkastusraporttia ja IAEA:n selontekoa. Raporttien ja selontekojen mukaan kansalliset velvoitteet oli täytetty valvontasopimuksen edellyttämällä tavalla.

Ydinmateriaalivalvontaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti raportissa STUK-B-YTO 187.

5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

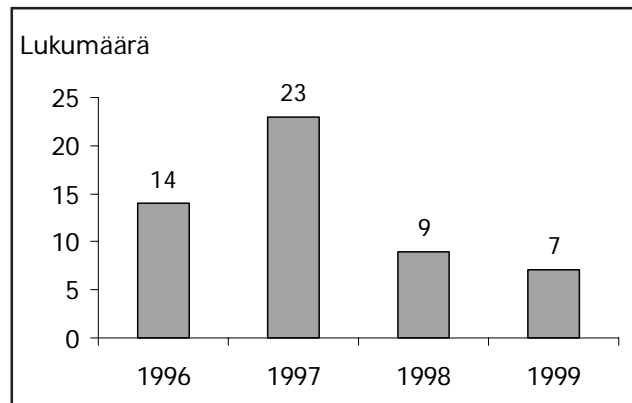
Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa. Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt. STUK myönsi vuonna 1999 kaksi ydinaineiden kuljetuslupaa (liite 3). Merkittävimmät ydinaineiden kuljetukset vuonna 1999 olivat tuoreen polttoaineen tuonnit, yhteensä 460 polttoainepussia, Saksasta, Espanjasta ja Venäjältä Suomen ydinvoimalaitoksille.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyrityksiä ei vuonna 1999 rajoilla todettu, sen sijaan muutamia ilmeisesti tahattomia tapauksia tuli ilmi.

Vuonna 1999 rajalta käännytettiin seitsemän radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Näistä neljä oli metalliromua, joka oli tarkoitettu teollisuuden raaka-aineeksi sekä kolme puutavaravaunua, joiden metallirakenteissa oli aktiivisuutta. Lisäksi todettiin kolmessa maahanpäässeessä romukuormassa lievää luonnonaineista johtuvaa radioaktiivisuutta. Rajavalvonnan läpi

päässeitä kuormia ei nykykäytännön mukaan voida enää palauttaa. Rajavalvonta havaitsi myös mm. ryhmän Tshernobylin alueelta tulleita lapsia, jotka olivat tulossa linja-autolla Suomeen kesäleirille. Lapset olivat saaneet kilpirauhashoitoa radioaktiivisella jodilla.

Vuonna 1998 Suomen rajalta käännytettiin yhdeksän radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Kuvassa 19 esitetään rajalta käännytettyjen kuljetusten lukumäärät vuosittain. Lukumäärään vähenemiseen on osaltaan vaikuttanut se, että lähettäjät ja vastaanottajat ovat koulutuksen ja kokemuksen kautta oppineet tiedostamaan radioaktiivisuuden mahdollisuuden romussa. Myös valvonta on tehostunut.



Kuva 19. Suomen rajalta käännytettyjen radioaktiivisia aineita sisältäneiden kuljetusten lukumäärät.

6 MUUT PÄÄTOIMINNOT

STUK antoi pyydetty lausunnot toimialaansa koskevista asioista. Valmiutta onnettomuustilanteiden varalle pidettiin yllä mm. osallistamalla erilaisiin valmiusharjoituksiin. Merkittävistä ydinturvallisuusvalvonnan asioista tiedotettiin julkisuuteen.

6.1 Merkittävät lausunnot

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle lausunnot Loviisa 3 -ydinvoimalaitoshankkeen ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamishankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksista (YVA-selostuksista). STUK arvioi selostuksia toimialansa mukaisesti säteily- ja ydinturvallisuus-kysymysten kannalta. Arvioinnissa tarkasteltiin mm. hakijoiden mahdollisuuksia täyttää nykyiset turvallisuusvaatimukset, radioaktiivisten aineiden päästöjä ja leviämistä sekä normaalin käytön aikana että vakavissa reaktorionnettomuuksissa ja jäähdytysveden purkautumisen vaikutuksia laitospaikkaa ympäröivän merialueen tilaan. STUK arvioi myös polttoaineen hankintaan ja ydinjätteen sekä matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huoltoon liittyviä ympäristövaikutuksia.

Lausuntoja varten tehdyissä arvioissa ei tullut ilmi ympäristön säteilyturvallisuutta koskevia seikkoja, jotka estäisivät uuden voimalaitoksen rakentamisen Loviisan Hästholmenille tai Eura-joen Olkiluotoon. Uuden ydinvoimalaitoksen merkittävimmät ympäristövaikutukset johtuisivat siitä, että laitoksen käyttämä jäähdytysvesi lämmitäisi merialuetta.

Turvallisuusperusteiden arvioinnin STUK tekee vasta, jos uudelle ydinvoimalaitokselle haetaan ydinenergialain edellyttämää valtioneuvoston periaatepäätöstä.

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle lausunnot myös Posiva Oy:n hakemuksesta, joka koski ydinjätteen loppusijoituslaitoksen YVA-selostusta (kohta 4.1), ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria koskevasta käyttölupahakemuksesta (kohta 3.3). Muita

vuonna 1999 annettuja lausuntoja luetellaan liitteessä 4.

6.2 Valmiustoiminta

Ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa ja pitää yllä omaa valmiutta onnettomuustilanteiden varalta. Tällaisia valmiustilanteita ei vuonna 1999 ollut.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa on testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitelmat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyiden toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset. Vuonna 1999 valmiustoiminnan valvonnassa merkittävimmät kohteet olivat voimayhtiöiden valmiusorganisaatioiden atk-hälytysjärjestelmien käyttöönotto ja valmiustoimintojen kehittäminen itsearvioinnin ja harjoituskokemusten perusteella. STUKissa järjestettiin myös valmiuskoulutusta ulkomaisille viranomaisille.

STUKissa järjestettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. STUK osallistui Loviisan voimalaitoksen vuosittaiseen, 26.11.1999 pidettyyn valmiusharjoitukseen. Lisäksi oltiin mukana kummankin laitoksen paloharjoituksessa. Suomen ydinvoimalaitosten valmiusharjoitusten lisäksi STUK osallistui kahteen ulkomaisen laitoksen valmiusharjoitukseen. Kanadassa järjestettiin 28.–29.4.1999 kansainvälinen ydinvoima-

laitosonnettomuusharjoitus, joka oli viimeinen OECD:n ydinenergiayksikön NEA organisoimasta neljän saman tyyppisen kansainvälisen valmiusharjoituksen sarjasta. STUK osallistui myös Ruotsin Barsebäckin ydinvoimalaitoksen 25.11.1999 pidettyyn valmiusharjoitukseen.

6.3 Viestintä

Ydinvoimalaitosten turvallisuutta, ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalien valvontaa koskevista asioista tiedotettiin julkisuuteen sekä oma-aloitteisesti että vastaamalla tiedotusvälineiden kysymyksiin. STUK antoi julkisuuteen tiedotteita yli 30 aiheesta.

Ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvontaa koskevista asioista STUK tiedotti mm. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla sattuneista tapahtumista. Olkiluoto 1:n tapahtumista tiedotuskynnyksen ylittivät vuosihuoltoseisokissa virheellisesti auki ollut suojarakennuksen henkilösulku ja suojarakennuksen eristysventtiilien toimilaitteen asetusvirheet. Olkiluoto 2:n tapahtumista tiedotettiin suojarakennuksen kaasunkäsittelyjärjestelmän venttiilin jäämisestä väärään asentoon vuosihuoltoseisokissa tehdyn työn jälkeen. Nämä tapahtumat olivat INES-asteikolla luokkaa 1.

Ydinvoimalaitostapahtumista eniten julkista mielenkiintoa herätti Loviisa 2:n turbiinihallin ulkopuolella lokakuussa sattunut vetyvuoto, joka oli INES-asteikolla luokkaa 0. STUK tiedotti tapahtumasta laajasti sekä kotimaassa että ulkomaille, koska tapahtuman vakavuudesta ja turvallisuusmerkityksestä levisi virheellistä tietoa. Tapahtuman johdosta STUK sai neljän kansanedustajan allekirjoittaman eduskuntakyselyn, joka koski ydinvoimalaitosonnettomuuksista tiedottamista naapurimaihin. Vastauksessaan STUK kertoi välittäneensä tietoa kattavasti sopimusten mukaisesti.

Näiden tapahtumien lisäksi tiedotettiin laitoksiköiden vuosihuolloista ja Loviisa 2:n pysäyttämisestä pienen primääripiirin vuodon korjaamiseksi. Lisäksi tiedotusvälineille toimitettiin neljännesvuosiraportit Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä.

STUK tiedotti lausunnoista, jotka se antoi

kauppa- ja teollisuusministeriölle. Tällaisia lausuntoja olivat lausunnot Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoshankkeiden ja ydinjätteen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksista sekä Espoon Otaniemessä sijaitsevan tutkimusreaktorin käyttö lupahakemuksesta.

Vuoden alussa STUK julkaisi edellistä vuotta koskeneet yhteenvetotiedotteet ydinvoimalaitosten käytön ja ydinjätehuollon valvonnasta sekä radioaktiivisten aineiden valvonnasta itärajalta.

Joulukuun alussa tiedotettiin Suomen ydinvoimalaitosten Y2K-valmiudesta ja varautumisesta vuosituhannen vaihteessa mahdollisesti ilmeneviin tietokoneongelmiin. Juuri ennen vuodenvaihdetta STUK tiedotti julkisuuteen omasta varautumisestaan vuosituhannen vaihteeseen ja välittömästi vuoden vaihteen jälkeen raportoitiin vuosituhannenvaihteen sujumisesta sekä Suomen että muiden maiden ydinvoimalaitoksilla.

STUK toimitti julkisuuteen tietoa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevasta valmistelutyöstä, josta Posiva Oy jätti valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen. Tiedotustilaisuudessa selvitettiin loppusijoitushankkeen taustaa ja sitä koskevia turvallisuusvaatimuksia. Myös kansavälisten asiantuntijoiden arvioista käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimuksista tiedotettiin.

Itä-Euroopan maiden ydinturvallisuuden parantamishankkeisiin liittyen julkisuuteen tiedotettiin mm. Murmanskin radioaktiivisille laivastojätteille kehitettävästä siirrettävästä säiliöstä ja suoran hälytysviestiyhteyden perustamisesta Liettuan Ignalina-ydinvoimalaitokselta STUKiin. Itä-Euroopan maiden ydinturvallisuuteen liittyen STUK tiedotti myös raportista, jonka EU-maiden turvallisuusviranomaiset olivat laatineet EU-jäsenyyttä hakeneiden ydinvoimaa käyttävien maiden ydinturvallisuudesta ja turvallisuusviranomaisen toiminnasta.

Ulkomaiden ydinlaitostapahtumista julkisuuteen selvitettiin erityisesti Tokaimuran ydinpoltoainetehtaalla syyskuun lopulla tapahtunutta kriittisysonnettomuutta.

Tiedotteita julkaistiin sekä lehdistötiedotteina että YLEn Teksti-TV:n sivuilla ja STUKin omilla www-sivuilla.

7 TUKITOIMINNOT

Ydinturvallisuusvalvonnan tueksi STUK tilasi mm. turvallisuustutkimuksia sekä kehitti valvontatoiminnassa käytettäviä menetelmiä.

7.1 Tutkimustoiminta

STUK jatkoi turvallisuustutkimustoimintaansa tilaamalla ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevia tutkimuksia ulkopuolisilta organisaatioilta.

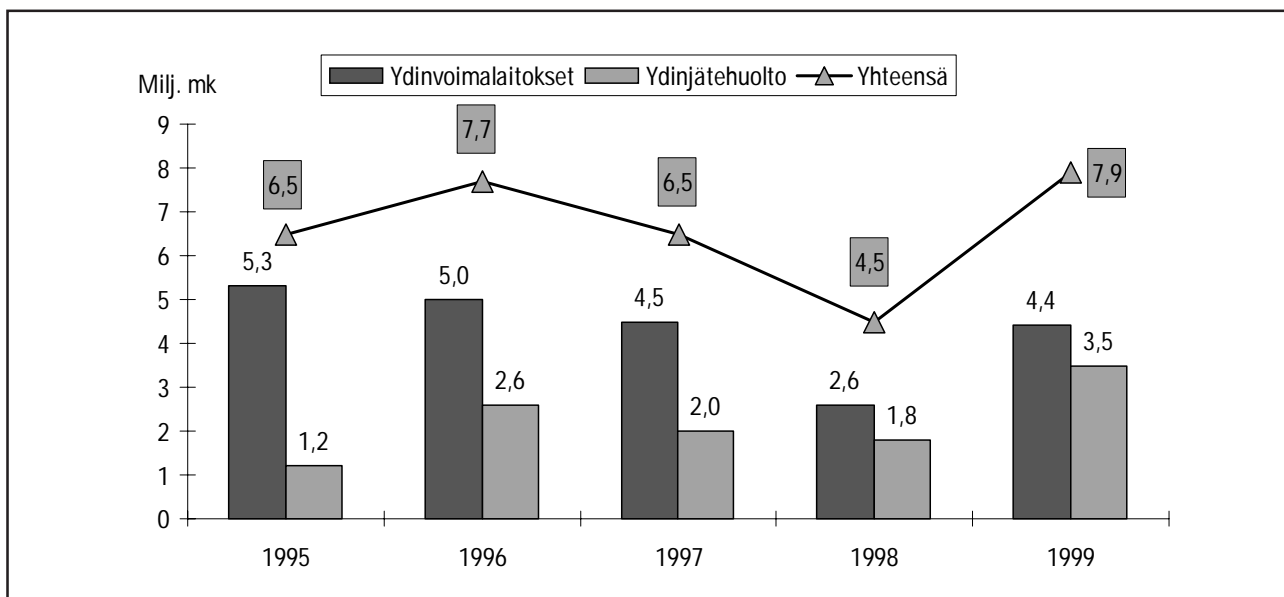
STUKin painopistealueita tutkimuksen rahoituksessa oli arvioitu ydinvoimalaitosten kansallisen FINNUS-turvallisuustutkimusohjelman 1999–2002 suunnittelun yhteydessä. Painopistealueita tarkistettiin vuonna 1999. Onnettomuuksien tutkimusalueella korostettiin fysiikan ja eri ilmiöiden hallintaa. Riskitutkimuksessa oli uutena kohteena uusien ydinvoimalaitosvaihtoehtojen passiivisten järjestelmien tutkimus sekä inhimillisten virheiden todennäköisyyksien arviointi tulipalojen yhteydessä. Tiedon ja kokemuksen siirtoa sekä ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteiden ymmärtämistä on pidetty tärkeänä kaikissa hankkeissa koulutettaessa nuorta sukupolvea.

Asiantuntemusta alalla säilyttävän ja edistä-

vän tutkimuksen ohella vuonna 1999 toteutettiin myös valvontatoiminnan kehittämistä ja arviointia koskevia projekteja.

Ydinjätehuoltoa koskevat tutkimuksen painopistealueet olivat yhteneväiset julkishallinnon ydinjäteohjelman JYT 2001 kanssa. Painopistealueita olivat geotieteet, tekniset vapautumiset, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen, turvallisuusanalyysit sekä tekniset ratkaisut. JYT 2001 -ohjelma kattaa jakson 1997–2001.

Liitteessä 5 esitetään tutkimusalueittain STUKin rahoittamat tilaustutkimukset, jotka valmistuivat vuonna 1999 tai olivat käynnissä vuodenvaihteessa 1999–2000. Osa tutkimuksista liittyy kiinteästi ydinturvallisuusvalvontaan, ja ne pidetään erillään FINNUS-ohjelmista. STUKin tutkimusohjelmassa rahoitetaan myös valvontatoiminnan kehittämistä ja arviointia koskevia hankkeita. Kuvassa 20 esitetään ydinturvallisuustutkimuksista vuosittain maksetut kulut.



Kuva 20. Ydinturvallisuustutkimusten kustannukset.

7.2 Kehityshankkeet

Käyttölupaprosessin arviointi

Vuonna 1998 käynnistetty käyttölupaprosessin arviointihanke saatettiin päätökseen. Hankkeessa arvioitiin Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten käyttölupien uusimista koskevien lausuntojen valmisteluprosessia. Arvioinnilla selvitettiin mm. STUKin toiminnan suunnitelmallisuutta, johdon antamaa tukea, töiden koordinaation onnistumista ja lopputuloksen eli käyttölupahakemusta koskevan lausunnon laadukkuutta. Hankkeessa kerättiin ja tallennettiin valmistelussa saatua tietoa hyödynnettäväksi vastaavia laajoja lupaprosesseja varten. Tietoa kerättiin sekä STUKista että voimayhtiöistä. STUKista tieto kerättiin kyselylomakkeiden avulla ja voimayhtiöistä haastattelemalla lupaprosessiin osallistuneita henkilöitä.

Kertynyt haastatteluaineisto ja kyselyvastaukset sekä niiden lopullinen analyysi antoivat lähdemateriaalia ohjeen YVL 1.1, Säteilyturvakeskus ydinenergian käytön valvontaviranomaisena, päivittämiseksi sekä STUKin sisäisen, lupakäsittelyä ohjaavan ohjeen laatimiseksi.

Tunnuslukujärjestelmä

STUKissa kehitetyn tunnuslukujärjestelmän avulla voidaan seurata ydinvoimalaitosten turvallisuuden ja voimayhtiöiden toiminnan asianmukaisuuden tilaa. Niin ikään tunnuslukujärjestelmällä voidaan seurata STUKin oman toiminnan asianmukaisuutta. Tunnuslukujärjestelmästä saatuja tietoja on käytetty hyväksi tämän raportin kuvissa. Järjestelmällä seurataan tällä hetkellä kaikkiaan 42:ta indikaattoria.

Tunnuslukujärjestelmää koskevaa tietokantasovellusta ja tunnuslukujen keräämismenettelyä kehitettiin.

Laadunhallinta

Ydinturvallisuusvalvonnan työprosessien selkeyttämiseksi käynnistettiin kehittämishanke. Prosessipohjaista ajattelua on sovellettu jo muutama STUKin toimintoihin (säännöstötyö, asiakirjojen käsittely jne.). Prosessijohtamista on tarkoi-

tus laajentaa myös muihin ydinturvallisuusvalvonnan keskeisiin toimintoihin. Tavoitteena on kohdentaa valvontaorganisaation resursseja ja toimintoja nykyistä selkeämmin pää- ja tukiprosessien ylläpitoon ja kehittämiseen. Tavoitteena on myös määrittää tunnistetuille prosesseille menettelyt niiden arvioimiseksi. Kehitystyöhön käytettiin ulkopuolista konsulttia.

Riskiavusteinen tarkastusten kohdentaminen

Riskiavusteisen menetelmän avulla kohdennetaan ydinvoimalaitoksilla voimayhtiön tarkastustehtäviä ja STUKin määrittämiä tarkastuksia ja testauksia riskien kannalta olennaisiin kohteisiin. Lisäksi menetelmällä varmennetaan, että ydinvoimalaitosten turvallisen käytön edellytykset ovat kunnossa.

Riskiavusteisessa putkistojen tarkastusten kohdentamisessa yhdistetään todennäköisyyspohjainen ja deterministisen informaatio ja kokemus. Putkistoja tarkastellaan riippumatta niiden turvallisuusluokituksesta. Kohdentamismenettely on karkeasti kolmivaiheinen:

- Todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (PSA) tärkeysmittojen avulla valitaan järjestelmät, joista eniten riskimerkitystä omaavat otetaan jatkoanalyysiin.
- Kullekin valitulle järjestelmälle laaditaan riskimatriisi, jossa esitetään toisaalta kunkin putkistosegmentin vaurioitumisluokka, joka kuvaa segmentin murtumisalttiutta, ja toisaalta ehdollista reaktorisydämen vaurioitumistodennäköisyyttä kuvaava seurausluokka.
- Putkistosegmentit jaetaan riskimatriisin perusteella kolmeen tarkastusluokkaan tarkastustarpeen perusteella. Lopulliset tarkastuskohteet päätetään eri alojen asiantuntijoista kootun paneelin suositusten perusteella.

Edellä esitettyä menettelyä on sovellettu esimerkiksi Olkiluodon laitossykloiden sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmälle ja Loviisan laitossykloiden korkeapaineiselle hätäjäähdytysjärjestelmälle. Menetelmän avulla tunnistettiin muutamia putkisegmenttejä, joihin on kohdistettava nykyistä enemmän tarkastuksia.

8 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

Kansainvälisen yhteistyön puitteissa vaihdettiin tietoa ydinenergian käytön kokemuksista, turvallisuustutkimusten tuloksista ja turvallisuussäännösten kehittämisestä. STUK osallistui useiden kansainvälisten yhteistyöryhmien toimintaan sekä ulkopuolisella rahoituksella hankkeisiin Keski- ja Itä-Euroopan ydinturvallisuuden parantamiseksi.

IAEA-yhteistyö

IAEA jatkaa ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. Tavoitteekseen IAEA on asettanut, että tarkistettu ohjeisto olisi valmis vuoden 2000 aikana. STUK valmisti IAEA:lle useita Suomelta pyydettyjä lausuntoja uusista ohjeluonnoksista. STUKista osallistuttiin yhden ohjeluonnoksen valmistelutyöryhmän työhön.

IAEA järjesti Wienissä ensimmäinen kansainvälisen ydinturvallisuussopimuksen mukaisen sopijapuolten yhteiskokouksen kansallisten raporttien arvioimiseksi. Ydinturvallisuussopimus astui voimaan loppuvuodesta 1996. Sopimuksen on ratifioinut 50 valtiota. Wienin kokouksessa Suomi kuului ryhmään, jossa ydinvoimaa käyttävistä maista olivat edustettuna myös Venäjä, Ruotsi, Meksiko ja Slovenia sekä lisäksi Itävalta ja Puola, joissa on vain tutkimusreaktoreita. Ryhmän puheenjohtajamaana oli Suomi. Yleisesti Suomen ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja sen varmistamiseksi tehtyä työtä pidettiin hyvänä. Kokouksessa kiinnitettiin huomiota mm. Suomen yksityiskohtaiseen turvallisuussäännöstöön ja sen vaikutukseen turvallisuuden kehittämisessä. Kokouksessa käydyssä keskustelun pohjalta STUK on käynnistänyt toimenpiteet järjestelmällisten asiantuntija-arvioiden tekemiseksi ydinvoimalaitoksia koskevista muutossuunnitelmista.

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

IAEA ja OECD:n ydinenergiayksikkö NEA ylläpitävät ydinvoimalaitostapahtumien raportointijärjestelmää (IRS, Incident Reporting System). IRS-raportit on tallennettu myös tietokantaan

(AIRS, Advanced Incident Reporting System), joka sisälsi vuoden 1999 lopussa noin 2800 tapahtumaporttia. Järjestelmän avulla saatetaan osallistuvien maiden tietoon ydinvoimalaitosten käyttötaphtumat ja havainnot, joista voidaan saada kimmoke turvallisuuden parantamiseen jollakin muulla ydinvoimalaitoksella. STUK toimii Suomen yhteysorganisaationa. Järjestelmän kautta saatiin vuonna 1999 kaikkiaan 124 raporttia eri maiden ydinvoimalaitostapahtumista. Raportit käsiteltiin sekä STUKissa että voimayhtiöissä. Käsitellyt raportit eivät antaneet aihetta merkittäviin rakenteellisiin tai käyttötekniisiin muutoksiin Suomen ydinvoimalaitoksilla. Suomen ydinvoimalaitosten tapahtumista seuraavat raportoitettiin vuonna 1999 IRS-järjestelmään:

- Olkiluoto 2:lla vuosina 1997 ja 1998 todettu ydinpolttoaineen suojakuoren korroosio
- primääripiirin boorihappopitoisuuden pieneminen Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokissa 1998
- höyrystintilan kaapeleiden vanheneminen Loviisa 1:llä ja 2:lla.

STUK toimii yhteysorganisaationa IAEA:n ylläpitämässä INES-luokituksia (International Nuclear Event Scale) koskevassa tiedonvaihtojärjestelmässä. Järjestelmä on kehitetty palvelemaan julkista tiedottamista. IAEA:lle raportoidaan tapahtumat, jotka sijoittuvat INES-asteikolla vähintään luokkaan 2 tai jotka herättävät tai joiden arvellaan herättävän mielenkiintoa kansainvälisesti. IAEA välittää tapahtumatiedot järjestelmässä mukana oleville maille, joita vuoden 1999 lopussa oli kaikkiaan 60. Vuonna 1999 IAEA välitti tiedot 26 tapahtumasta, joista puolet oli sattunut ydinvoimalaitoksilla ja puolet muilla ydinlaitoksilla tai radioaktiivisten aineiden käsittelyssä. Ydinvoimalaitostapahtumat olivat korkeimmillaan luokkaa 2. Muilla ydinlaitoksilla sattuneista tapahtu-

mista Japanissa Tokaimuran polttoaineenvalmistuslaitoksella sattunut kriittisyysonnettomuus on luokiteltu INES-luokkaan 4. Muussa radioaktiivisten aineiden käsittelyssä sattuneet tapahtumat olivat korkeimmillaan luokkaa 3. Suomesta ei vuonna 1999 toimitettu raportteja INES-järjestelmään.

STUKissa vieraili IAEA:n rahoituksella viikon ajan Bulgarian ydinturvallisuusviranomaisen varapuheenjohtaja tutustuen ydinvoimalaitosten valvontamenettelyihin.

OECD/NEA-yhteistyö

OECD:n ydinenergiayksikön (NEA) kautta kana-voitui pääosa turvallisuustutkimukseen liittyvää kansainvälisestä yhteistyöstä. Lisäksi järjestö tarjosi tilaisuuden viranomaisten väliseen mielipiteiden vaihtoon ydinturvallisuussäännösten kehittämistarpeesta ja yksittäisten säännösten sisällöstä. STUK oli edustettuna kaikissa järjestön pääkomiteoissa, jotka käsittelevät

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

STUKin edustaja toimin ensin mainitun pääkomitean puheenjohtajana. Lisäksi STUK osallistui komiteoiden perustamiin pysyviin työryhmiin.

STUKin tiloissa järjestettiin OECD/NEA:n viikon mittainen seminaari ”International Workshop on Fire Risk Assessment”. Seminaariin osallistui noin 90 paloalan asiantuntijaa eri maista. Seminaarissa vertailtiin eri maiden tilannetta paloturvallisuusriskien arvioinnissa ja pyrittiin yhtenäistämään nykyisiä käytäntöjä arviointien luotettavuuden lisäämiseksi.

EU-yhteistyö

STUK osallistui Nuclear Regulators Working Group (NRWG), Reactor Safety Working Group (RSWG) ja Working Group on Codes and Standards (WGCS) kokouksiin, joissa jäsenet informoi-

vat toisiaan kussakin maassa tapahtuneesta kehityksestä ja sen taustoista. Ensin mainitussa työryhmässä on edustettuna vain ydinturvallisuusviranomaisia, kahdessa jälkimmäisessä lisäksi ydinvoimayhtiöiden ja ydinlaitosten laitteita valmistavan teollisuuden asiantuntijoita. STUK osallistui myös seuraavien NRWG-työryhmän käynnistämien aihekohtaisten alaryhmien työhön: ”Task Force on Risk Based In-service Inspection”, ”Task Force on Non Destructive Testing Qualification Programmes”, ”Task Force on Safety Critical Software – Licensing Issues” ja ”Task Force on Leak Before Break”.

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. Vuonna 1999 STUK hoiti ESARDA:n ja sen johtoelinten puheenjohtajuuden. Puheenjohtajuustehtävään kuului mm. ESARDA:n 30-vuotisjuhlavuoden asiantuntijakokouksen järjestäminen.

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

STUK jatkoi osallistumistaan Keski- ja Itä-Euroopan ydin- ja säteilyturvallisuusviranomaisien avustamiseen EU:n rahoituksella. Vuoden 1999 alkupuoliskolla saatettiin päätökseen aiemmilta vuosilta jatkuneet EU:n viranomaisavustusohjelmat Liettuassa, Slovakiassa, Tshekissä, Ukrainassa, Unkarissa ja Venäjällä. STUK oli toteuttamassa hankkeita yhdessä useiden muiden EU-maiden viranomaisten kanssa. Edelleen osallistuttiin kaikkiin näihin maihin sekä lisäksi Viroon ja Latviaan suunnattavien uusien hankkeiden valmisteluun. Hankkeiden aloittaminen jäi odottamaan uudelleen järjestäytyvän komission hyväksymispäätöksiä.

NKS-yhteistyö

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

SOS-ohjelman merkittävimpiä tehtäviä ovat tällä hetkellä ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan riskien ja turvallisuuskulttuurin arviointi sekä vakavien reaktorionnettomuuksien hallinta. BOK-ohjelma eräiltä osin ja SBA-hankkeet eivät vielä vuonna 1999 käynnistyneet täysipainoisesti. STUK osallistui NKS-ohjelman eri alueiden toimintaan.

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 tapaamisissa, 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. Lisäksi STUKin edustaja työskenteli neljän kuukauden ajan SSI:llä.

USA:n NRC:n kanssa solmitun yhteistyösopimuksen puitteissa vaihdettiin kirjallisia raportteja aiempien vuosien tapaan runsaasti. Lisäksi tehtiin NRC:n kutsusta vierailu, jonka aikana pidettiin päivän mittainen kahdenvälinen seminaari turvallisuusvalvonnan tehostamisesta ja osallistuttiin paneelikeskusteluun NRC:n järjestämässä kansainvälisessä vuotuisessa turvallisuustutkimuskokouksessa.

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

STUKin edustaja konsultoi Sveitsin ydinturvallisuusviranomaista (HSK) noin vuoden mittaisella työkomennuksella. Tehtävät liittyivät Sveitsin ydinvoimalaitosten todennäköisyyspohjaisiin turvallisuusanalyysiin. STUKin kehittämä riskilaskentaohjelma suurien PSA-mallien laskentaa varten saatettiin päätökseen Sveitsin viranomaisen HSK:n tilauksen perusteella.

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

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

STUK konsultoi Unkarin ydinturvallisuusviranomaista BNFL:n valmistaman polttoaineen hyväksymisessä käytettäväksi Paksin ydinvoimalaitoksella.

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

Liettuan ydinturvallisuusviranomaisen (VATE-SI) tukena toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukunnassa oli pysyvästi nimettynä STUKin edustaja.

Lähialueyhteistyö

STUK hallinnoi Suomen hallituksen lähialueyhteistyöbudjetista rahoitettua suomalais-venäläistä säteily- ja ydinturvallisuusyhteistyötä. Toiminnan kohteena ovat Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitokset. STUK tekee projektisuunnitelmat yhdessä avustuskohteen kanssa, pyytää toimijoilta tarjoukset ja valvoo hankkeiden etenemistä. Konsulttien ohella myös STUKin asiantuntijat ovat itse aktiivisesti osallistuneet kohdelaitosten turvallisuuden parantamiseen. Hankkeet ovat jatkoa monivuotiselle ohjelmalle, jonka pääkohteina ovat laitosten käyttötoiminnan laatu, paloturvallisuus ja turvallisuuden kannalta tärkeiden putkistojen tarkastusmenetelmät. Yksityiskohtaisempia tietoja hankkeista esitetään raportissa "Finnish Support Programme for Nuclear Safety, Annual Summary 1999 (STUK 2000)".

Suomen ulkoasianministeriön lähialueyhteistyövaroin pidettiin yllä kahdenvälistä yhteistyöohjelmaa Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan ja Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisten kanssa. Merkittävä hanke oli Leningradin ydinvoimalaitokselle tehdyn todennäköisyyspohjaisen turvallisuusarvion riippumaton arviointi yhdessä Venäjän viranomaisen kanssa. Kiinteä yhteydenpito jatkui Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten paikallistarkastajien kanssa. Molempien voimalaitosten paikallistarkastajat laativat säännöllisesti neljännesvuosiraportit laitostapahtumista ja kävivät niiden pohjalta kertomassa tilanteesta asianomaisilta laitoksilta.

Vuosituhanen vaihteen tietokoneongelmaan liittyen lähialueyhteistyövaroin järjestettiin seminaari, jossa selvitettiin asiaa koskevia viranomais-toimenpiteitä ja Suomessa käytettyjä vuosi 2000-kelpoisuuden arviointimenetelmiä. Seminaariin osallistui edustajia Kuolan, Leningradin ja Ignalinan ydinvoimalaitoksilta sekä Venäjän ja Liettuan viranomaisorganisaatioista.

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

STUK toimi Venäjän ydinjätehuollon kansainvälisten parannushankkeiden koordinoimiseksi perustetussa asiantuntijaryhmässä (Contact Experts Group, CEG) osallistumalla sen kokouksiin, työryhmiin sekä arviointi- ja konsultointityöhön. Suorana kahdenvälisenä toimena STUK jatkoi ohjelmia Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen GAN:n ja Radon-kombinaatin kanssa ydinjätehuoltotietouden ja -kokemuksien vaihtamiseksi. STUK järjesti venäläisille viranomaisille koulutusta ydinjätteistä ja länsimaisesta teknologiasta.

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

STUK osallistui Viron Paldiskin ydinsukellusveneiden koulutuskeskuksen puhdistamista ja radioaktiivisten jätteiden käsittelyä valvovan PIERG-asiantuntijaryhmän toimintaan. Suomen kahdenvälisenä yhteistyönä avustettiin Viron säteilyturvallisuusviranomaista Kiirgus-keskusta.

Säteilyvalvontaa tehostettiin Leningradin ydinvoimalaitoksen ympäristössä asentamalla sinne lisää automaattisia valvontalaitteita. Verkkoon kuuluu nyt yli 20 mittausasemaa, ja STUK voi seurata tietoja lähes reaaliajassa. Myös Kuolaan ollaan kehittämässä vastaavaa järjestelmää.

STUK avusti ulkoasianministeriön rahoituksella Ukrainaa, Venäjää ja Baltian maita ydinmateriaalivalvonnan alalla. Tukiohjelmien tarkoituksena on avustaa tuettavia maita toimivan kansallisen ydinmateriaalien valvontajärjestelmän luomisessa sekä viranomais- että laitostasolle, jotta ne voisivat täyttää kansainvälisten sopimusten asettamat vaatimukset. Lisäksi koulutuksen ja laitetoimitusten avulla halutaan estää ydinainesten ja radioaktiivisten aineiden salakuljetukset rajoilla.

Ydinkoekiellon valvonta

Suomi ratifioi ydinkoekieltosopimuksen 15.1.1999. Sopimuksessa STUKille annettiin kansallisen tietokeskuksen tehtävät eli STUK vastaa sopimuksen valvonnan velvoitteista kansallisena viranomaisena toimivaa ulkoasiainministeriötä kohtaan sekä kansainvälistä viranomaista eli Ydinkoekiello-organisaatiota kohtaan (CTBTO, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization). Kansallisen tietokeskuksen toiminta avattiin virallisesti 4.10.1999. Suomen tietokeskus oli ensimmäinen kansallinen tietokeskus, joka otti virallisesti CTBT-valvontavastuun vastaan. Tietokeskus valmistautui myös kouluttamaan muiden tietokeskusten ja radioaktiivisuutta valvovien asemien henkilökuntaa. Toimintaa selvitetään yksityiskohtaisemmin raportissa STUK-B-YTO 187.

Muu yhteistyö

Läntisen Euroopan maiden ydinturvallisuusviranomaiset ovat perustaneet keskinäisen yhteistyöelimen Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA). Vuonna 1999 WENRA julkaisi raportin EU-jäsenhedokasmaiden ydinturvallisuuden tilasta ja käynnisti yhteistyön yhteisen eurooppalaisen turvallisuuslinjan luomiseksi sekä reaktoriturvallisuuden että ydinjätehuollon alueella. STUK osallistui aktiivisella työpanoksella WENRA:n työskentelyyn. STUKin edustaja johti

WENRA:n toimeksiannosata Slovakian Bohunicen ja Bulgarian Kozloduyin ydinvoimalaitoksille tarkastuksen tehnyttä asiantuntijaryhmää, joka selvitti niiden vanhimpien laitossyksiköiden turvallisuustilannetta.

Suppean ydinvoimaohjelman omaavien maiden ydinturvallisuusviranomaiset ovat perustaneet yhteistyöelimen NERS (Network of Regulators of Countries with Small Nuclear Programmes). Työhön osallistuvat Alankomaiden, Argentiinan, Belgian, Etelä-Afrikan, Slovakian, Slovenian, Suomen, Sveitsin, Tshekin ja Unkarin viranomaiset. Yhteistyöelimen tarkoituksena on vaihtaa kokemuksia ja käsityksiä siitä, miten pienet viranomaisorganisaatiot voivat hoitaa tehtävänsä tarkoituksenmukaisesti ja tehokkaasti. Lisäksi yhteistyöelimestä pohditaan mahdollista keskinäistä avunantoa viranomaisvalvontaa koskevis- sa kysymyksissä. Vuonna 1999 NERS piti yhden kokouksen, johon STUK myös osallistui.

STUK on osallistunut VVER-tyyppiä olevia ydinvoimalaitoksia käyttävien maiden viranomaisyhteistyöhön, VVER-foorumiin. Muut osallistujamaat ovat Armenia, Bulgaria, Slovakia,

Tshekki, Unkari, Ukraina ja Venäjä. Foorumissa keskustellaan ja vaihdetaan kokemuksia VVER-tyyppisten laitosten käyttökokemuksista ja turvallisuusparannuksista. Vuonna 1999 VVER-foorum piti yhden kokouksen, mutta STUKilla ei ollut mahdollista osallistua tähän Venäjällä pidettyyn kokoukseen.

Suomen ydinvoimalaitoksia käyttävät voimayhtiöt ovat osallistuneet EU-maiden voimayhtiöiden yhteistyöhön, jonka tavoitteena on laatia uusia ydinvoimalaitoksia koskevat yhteiset vaatimukset "European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR)". Jotta nämä EUR-vaatimukset täyttävät laitosvaihtoehdot olisivat hyväksyttävissä eri maissa, tarkoituksena on saada aikaan konsensus EU-maiden viranomaisten yleisten turvallisuusvaatimusten kanssa. EUR-vaatimuksia on aikaisemmin arvioitu STUKissa ja käsitelty eri maiden viranomaisista muodostuvassa työryhmässä. Vuonna 1999 pidettiin ensimmäinen viranomaistyöryhmän ja EUR-organisaation välinen kokous. STUK osallistui tähän kokoukseen.

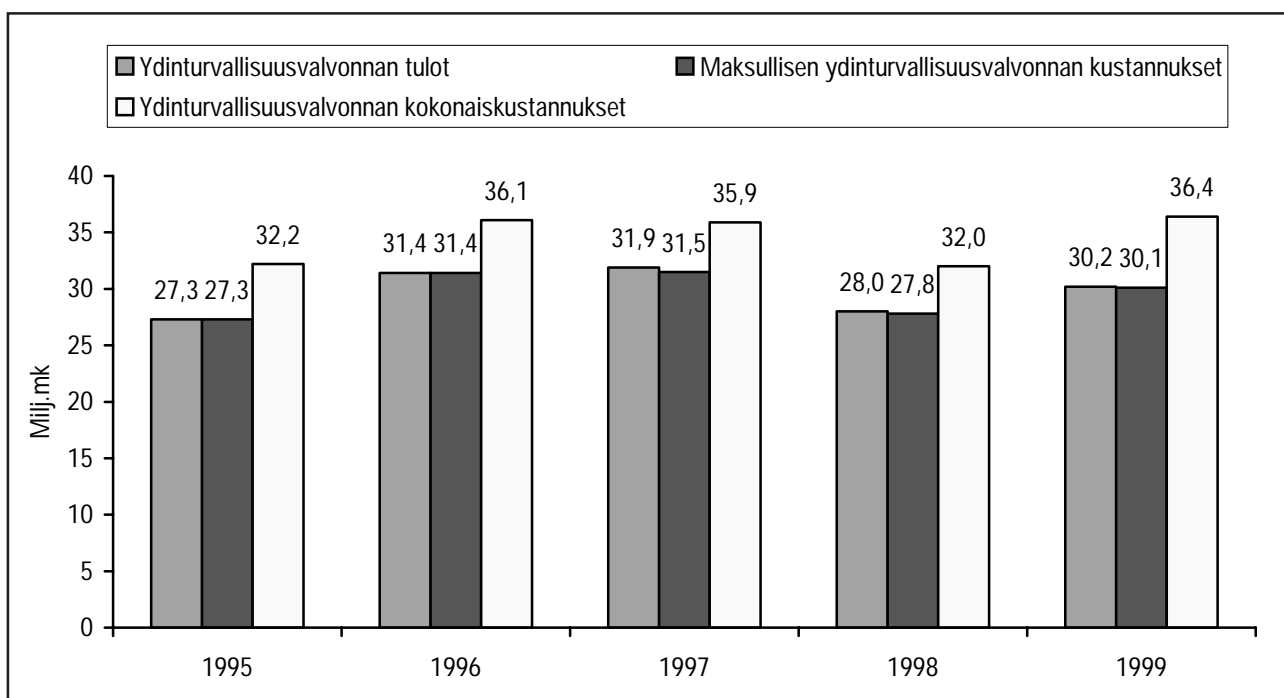
9 YDINTURVALLISUUSVALVONNAN KUSTANNUKSET JA TULOT

Tuloutusarviona vuodelle 1999 oli, että maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset katetaan ydinenergian käyttäjiltä perittävillä tuloilla.

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 1999 olivat 30,1 milj. markkaa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 36,4 milj. markkaa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 83 %.

Vuonna 1999 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 30,2 milj. markkaa. Tuloista 11,8 milj. markkaa kertyi Loviisan ja

markkaa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 5,5 milj. markkaa. Muista valvottavista kohteista kertyneet tulot olivat 0,1 milj. markkaa. Maksuttoman toiminnan laskennalliset tulot olivat 0,1 milj. markkaa. Kuvassa 21 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset viime vuosilta.



Kuva 21. Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.

10 YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan keskeiset työkohteet vuonna 1999 olivat FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttöluvan uusiminen ja Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevan periaatepäätöshakemuksen arviointi.

Neuvottelukunta antoi STUKille lausunnot sekä tutkimusreaktorin käyttöluva-asiassa että ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevassa asiassa. Lisäksi neuvottelukunta tutustui uusien laitoshankkeiden (OL 3, LO 3 ja Posivan KPA-loppusijoitustila) YVA-selostuksiin sekä ydinvastuujärjestelmään ja erityisesti sen kansainvälisiin kehitysnäkömiin. STUKin pyynnöstä neuvottelukunta valmisteli lausunnon viidestä YVL-ohjeesta sekä aloitti kolmen ohjeluonnoksen arvioinnin. Neuvottelukunnassa seurattiin ja arvioitiin säännöllisesti Suomen ja Ruotsin ydinvoimalaitosten käyttötilannetta. Ydinturvallisuusneuvottelukunta kokoontui 10 kertaa vuonna 1999.

Ydinturvallisuusneuvottelukunta järjesti yhteistyössä ydinenergianeuvottelukunnan kanssa perinteisen ydinenergiaseminaarin 9.11.1999. Seminaarin esitysten painopisteet olivat turvallisuuskulttuuri off-shore alalla, kansainvälisen ydinturvallisuussopimuksen ensimmäisen arviointikokouksen anti, FiR-tutkimusreaktorilla käynnistettävä BNCT-hoito ja riskiavusteinen ydinenergian käytön valvonta.

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden val-

mistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Nykyinen neuvottelukunta asetettiin 1.5.1997 ja sen toimikausi päättyy 30.4.2000. Neuvottelukunnan puheenjohtajana toimii tutkimusprofessori Lasse Mattila (VTT). Varsinaiset jäsenet ovat professori Pentti Lautala (TTKK), lainsäädäntöneuvos Tarja Oksanen (SM), tutkimuspäällikkö Rauno Rintama (VTT), professori Jaakko Siivola (HY), teollisuusneuvos Sirkka Vilkkamo (KTM) ja pääsihteeri Matti Vuorio (PM). Pysyvänä asiantuntijana on STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja SKI:n johtaja Christer Viktorsson.

Neuvottelukunnan apuna toimivat reaktoriturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostot nimettiin 15.10.1997, ja ne kokoontuivat vuoden 1999 aikana yhteensä 11 kertaa. Jaostojen pääasiallinen tehtävä on valmistella neuvottelukunnalta pyydettyjä lausuntoja. Jaostot kuuluivat useita STUKin asiantuntijoita arvioidessaan neuvottelukunnalle toimitettuja asiakirjoja.

A. Turvallisuusjohtaminen

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

B. Päätoiminnot

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

B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen

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

B.2. Käyttötoiminta

- käyttö
- käytön valvonta
- häiriötilanteiden hallinta
- määräaikauskokeet

B.3. Laitoksen ylläpito

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

C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset

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

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

LIITE 3

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN
MUKAISET LUVAT VUONNA 1999

- A214/28,29, 15.4.1999
Fortum Power and Heat Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Venäjältä. Enintään 250 t rikastettua
uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/28,29, 15.4.1999
Fortum Power and Heat Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen ja fissio-
kammioiden tuontiin ja vientiin liittyvä kuljet-
taminen Suomen alueella. Enintään 250 t sä-
teilyttämättömää ydinpolttoainetta ja enintään
50 kpl fissiokammioita. Voimassa 31.12.2007
saakka.
- C214/211,22.12.1999 Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Saksan liittotasavallasta ja tarvittaessa
vienti Saksan liittotasavaltaan. Enintään
15 600 kg Euratomin leimalla 'P' varustettua
uraania, josta osa venäläistä alkuperää. Voi-
massa 31.12.2000 saakka.
- C214/212,22.12.1999 Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Saksan liittotasavallasta ja tarvittaessa
vienti Saksan liittotasavaltaan. Enintään
6 100 kg Euratomin leimalla 'P' varustettua.
Voimassa 31.12.2000 saakka.
- C214/213,22.12.1999 Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Ruotsista ja tarvittaessa vienti Ruotsiin.
Enintään 1500 kg Euratomin leimalla 'N' va-
rustettua uraania, joka on kiinalaista alkupe-
rää. Voimassa 31.12.2000 saakka.
- C214/214,22.12.1999 Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Espanjasta ja tarvittaessa vienti Espan-
jaan. Enintään 13 000 kg Euratomin leimalla
'N' varustettua uraania, joka on kiinalaista
alkuperää. Voimassa 31.12.2000 saakka.
- C214/215,22.12.1999 Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahan-
tuonti Espanjasta ja tarvittaessa vienti Espan-
jaan. Enintään 9 600 kg Euratomin leimalla 'P'
varustettua uraania, joka on venäläistä alku-
perää. Voimassa 31.12.2000 saakka.
- Y214/37, 30.4.1999 RSB Logistic GmbH, Saksa
Uraaniheksafluoridin kauttakuljetus Haminan
sataman kautta. Enintään 15 kuljetusta, joissa
kussakin enintään 61 600 kg uraania. Voimas-
sa 31.12.1999 saakka.
- C821/52,15.3.1999 Teollisuuden Voima Oy
Valvonnasta vapautuvan 9,5 m³ suuruisen Olki-
luodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan
jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettä-
väksi moottorisahojen teräketjuöljyn raaka-ai-
neeksi. Voimassa 31.12.1999 saakka.
- C821/58,10.11.1999 Teollisuuden Voima Oy
Valvonnasta vapautuvan 9 m³ suuruisen Olki-
luodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan jä-
teöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettä-
väksi moottorisahojen teräketjuöljyn raaka-ai-
neeksi. Voimassa 31.3.2000 saakka.

- Y22-5/1, 15.1.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Loviisa 3 -ydinvoimalaitoshankkeen ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta
- 43/750/98, 28.1.1999
Lausunto IAEA:lle ohjeesta IAEA Safety Standards Series, Safety Guide: Software for computer based systems important to safety in nuclear power plants
- 8/774/99, 15.2.1999
Lausunto ulkoasiainministeriölle MINATOMin pyynnöstä rahoittaa Novaja Zempljan ydinjäte-hankkeen turvallisuusanalyysiä
- 12/700/99, 15.2.1999
Lausunto sosiaali- ja terveysministeriölle Suomen kannaksi Venäjän ydinvoimaloiden turvallisuudesta ja ydinjätehuollosta
- 12/770/99, 15.2.1999
Lausunto ulkoasiainministeriölle lähialuemäärärahojen vuoden 1999 sopimuksentekovaltuusjakoa koskevasta luonnoksesta
- A811/22, 3.3.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle voimayhtiöiden ydinjätehuollon ohjelmasta vuodelle 1999
- 49/750799, 23.6.1999
Lausunto IAEA:lle ohjeesta IAEA Safety Standards Series, Safety Guide: Instrumentation and control systems important to safety in nuclear power plants
- 48/750/99, 24.6.1999
Lausunto IAEA:lle ohjeesta IAEA Safety Standards Series, Safety Guide: Safety Assessment and Verification
- 6/754/99, 23.7.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanoimaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen (SopS 39/69) voimassaolon jatkamisesta
- Y810/9, 20.8.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta
- 39/020/99, 24.8.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle ehdotuksista kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiksi sähkölaitteistojen turvallisuudesta ja sähköturvallisuudesta
- 11/400/99, 24.8.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle OECD:ssä käytävistä ydinvastuuta koskevista sopimusneuvotteluista
- F213/23, 30.9.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria koskevasta käyttölupahakemuksesta
- 42/000/99, 19.10.1999
Lausunto sosiaali- ja terveysministeriölle ydinenergia-asetuksen muuttamisesta; ydinlaitoksia koskevien periaatepäätös- ja lupamenettelyjen ajantasaistaminen
- A841/5, 2.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Loviisan voimalaitoksen käytöstäpoiston suunnitelmista ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilan turvallisuusarviosta

LIITE 4

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN ANTAMAT LAUSUNNOT JA MERKITTÄVÄT PÄÄTÖKSET

- C841/6, 2.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Olkiluodon voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelmasta
- Y22-5/6, 11.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamista kolmannella laitosyksiköllä koskevasta ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta
- Y22-5/7, 11.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Loviisa 3 -ydinvoimalaitoshankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta
- A812/24, 10.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Fortum Power and Heat Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon
- F812/19, 10.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen taloudellisesta varautumisesta FiR 1 -tutkimusreaktorin ydinjätehuoltoon
- C812/25, 11.11.1999
Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Teollisuuden Voima Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon
- 63/750/99, 18.11.1999
Lausunto IAEA:lle ohjeesta IAEA Safety Standards Series, Safety Guide: Plant modifications
- 69/750/99, 28.12.1999
Lausunto IAEA:lle ohjeesta IAEA Safety Standards Series, Safety Guide: External human induced events in relation to NPP siting

Vuonna 1999 valmistuneet ydinturvallisuustutkimukset (osa tutkimuksista on monivuotisen tutkimusohjelman projekteja)

Rakenteellinen turvallisuus

Ydinvoimalaitosrakenteiden rakentamiseen, tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyvät betonitekniilliset tutkimukset, jatkohanke

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen: Co-operation in the qualification of NDT systems in Finland; jatkotyöt

Putkistojen LBB-analysointijärjestelmien kehittäminen

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen: Co-operation in the qualification of NDT systems in Finland, the qualification of inservice inspections

Virtauslaskenta ydinvoimalaitosrakenteiden kuormitusten arvioinnissa

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Pätevöinnin muuttajat

Reaktoriturvallisuus

Kriittisyysturvallisuuslaskentavalmiuksien kehittäminen

TRAB-PLIM tietokoneohjelma; TRAB-3D ohjelman verifioiminen

Orgaanisen jodin muodostuminen vakavan onnettomuuden aikana; Kuplituskokeet

Korkealämpötilavesikemia, oksidifilmit korkealämpötilavedessä, jatkotyöt

Korkealämpötilavesikemia, oksidifilmit korkealämpötilavedessä; Huokoisen oksidikerroksen ominaisuudet ja kuljetusilmiot huokoisessa oksidissa

TVO:n laitoksen modernisointiin liittyvät ATWS-analyysit

Lauhtumattomien kaasujen vaikutus Loviisan ydinvoimalaitoksen primääripiirin luonnonkiertoon

Monte Carlo -tekniikka; Soveltaminen monimutkaisissa geometrioissa

Polttoaineanalyysivalmiuksien kehittäminen; FRAPCON-3/FRAPTRAN-ohjelmapakettia hyödyntämällä

TRAB-PLIM tietokoneohjelma; TRAB-3D ohjelman verifioiminen

Turvallisuuden hallinta

Kaapelitunnelin paloturvallisuusanalyysi

Huonetilan numeerisen palomallin kehittäminen; Jatkohanke

Riskitärkeysmittojen ominaisuuksien ja käyttökelpoisuuden arviointi ydinvoimalaitoksen riskipohjaisia valvontamenettelyjä varten

Ydinvoimalaitoksen IST/ISI-ohjelma; Menettelytavan kehittäminen ohjelman laadinnan tueksi

LIITE 5

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN TILAUSTUTKIMUKSET VUONNA 1999

Vertailuanalyysit ja -selvitykset

TVO-MODE/PUMU-projekti; Sulautetun ohjelmiston vika- ja vaikutusanalyysi

OL 1&2-riskianalyysi; Palo-PSA:n arviointi

Ydinjätehuolto

Palmotun luonnonanalogiaprojekti

DECOVALEX II. Rakoilleen kallion kytketty termo-hydro-mekaniikka

Bentoniitin luonnonanalogiat. BARRA-projektin suunnittelukokous

Rakoilleen kallion ekvivalentit mekaaniset väliainemallit

Loppusijoitustilan ja sen ympäristön geofysikaaliset muutosilmiöt

Posivan periaatepäätöshakemukseen liittyvä kansainvälinen arviointityö (10 asiantuntijaa)

Yhteenveto käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapselin valmistustekniikasta

Posivan loppusijoituskapselin pitkäaikaiskestävyys, kirjallisuusyhteenveto

Ydinjätteen loppusijoituskapselin kuparivaippa. Vaipan pinnan reaktiotuotteiden tutkimus bikarbonaatti-ioneja sisältävässä vedessä

Kallioperän fysikaalisten luonnehtimismenetelmien kehitys ja validointi sekä sovellutus paikkatutkimuksissa, luonnonanalogiatutkimuksissa ja toimintakykyarviossa

Geochemical barriers in nuclear waste repositories; the behaviour of high-FeO olivine rock

Theoretical treatment of single features in H-3 and C-14 PMMA autoradiography

Kiven huokoisuus- ja huokosrakenne matriisidiffuusio-relevanttina parametrina

Loppusijoitustilan 3D-mallinnus

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen geologisten tutkimusten painopisteiden arviointi

Valvonnan kehittäminen

Käytön tarkastusohjelman kehittäminen

Suomen ydinvoimalaitosten käyttötapautumien tutkintamenettelyjen riippumaton arviointi

Alkuvuodesta 2000 käynnissä tai raportointivaiheessa olleet ydinturvallisuustutkimushankkeet

Vertailuanalyysit ja -selvitykset

Inhimillisten virheiden arviointimenetelmän kehittäminen seisokkiriskianalyysiä varten

Todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tason 2 tulosten merkitys ympäristön kannalta

Review of Loviisa level 2 PSA

TVO, "Multiverter"-taajuusmuuttajien riippumaton analyysi

Rakenteellinen turvallisuus

Ydinvoimalaitosmateriaalien ympäristövaikutteiden murtuminen

Ydinvoimalaitosrakenteiden rakentamiseen, tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyvät betonitekniset tutkimukset; Jatkohanke

Säteilytettyjen terästen murtumismekaanisten ominaisuuksien määrittämiseen soveltuvien menetelmien kehittäminen

NDT-järjestelmien pätevytyksen kehittäminen; Qualification body documents

Reaktoriturvallisuus

Eriste-epäpuhtauksien kulkeutuminen ja kaapautuminen

Turbulenti sekoittuminen polttoainepussissa; 28.1.1998; 38/410/97

Polttoaineen palaman vaikutus turvallisuuteen; Jatkohanke

Eriste-epäpuhtauksien vaikutus polttoainepussissa

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

Polttoaineen suojakuoren korroosiomekanismi ja sen mallintaminen

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

Orgaanisen jodin muodostuminen vakavan onnettomuuden aikana; Maalikoheet

SCANAIR-ohjelma; Ohjelman kehittäminen ja kelpoistaminen

Turvallisuuden hallinta

Kunnossapito yhteisvikojen aiheuttajana; Vaihe 2

Ohjelmoitavan automaatiojärjestelmän lisensointi

Ohjelmoitavan automaatiojärjestelmän lisensointi; Käyttökokemusanalyysi

Huonetilan kaapelipalomalli; Mallin täydentäminen

Turvallisuuskulttuurin muodostuminen käytännössä

Kunnossapitotoimenpiteisiin liittyvät inhimilliset virheet; Virheiden todennäköisyysarvoinnin suorittaminen asiantuntijoiden arvioiden perusteella

Menetelmä ihmisen väärin toimenpiteiden (commission errors) tunnistamista, mallintamista ja todennäköisyysarviointia varten

Palotilanteiden mallitus palo-PSA:n tarpeisiin

Savun ja lämmön vaikutus elektroniikkalaitteisiin

Aktiiviset palontorjuntalaitteet

Ydinjätehuolto

IAEA coordinated research project: The use of selected safety indicators (concentrations, fluxes) in the assessment of radioactive waste disposal

Matrix diffusion cluster: Determination of rock matrix properties and understanding transport of radionuclides therein

Geochemical barriers in nuclear waste repositories: the behaviour of high-FeO olivine rock and sorption mechanisms of uranium

Loviisan voimalaitoksen purkamisjätteiden loppusijoituksen turvallisuusanalyysin tarkistus

NKS-projekti. Projektin SOS-3 rahoitukseen osallistuminen

Matriisidiffuusion tutkimus: Kallioperän matriisin fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen ja radionuklidien kulkeutumisen ymmärtäminen siinä

Matriisidiffuusion tutkimus: Todisteita radionuklidien kulkeutumisesta postglasiaalisessa rapautumisprofiilissa

Olkiluodon VLJ-jätteen karakterisoinnin arviointi

LIITE 5**SÄTEILYTURVAKESKUKSEN TILAUSTUTKIMUKSET VUONNA 1999**

Development and validation of physical rock matrix characterization methods and their application in site investigations, natural analogue and performance assessment (Tasks 3 & 4)

Valvontatoiminnan kehittäminen

Prosessijohtamisen tehostaminen STUKin ydinturvallisuusvalvonnassa

Muut hankkeet

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

Review of report "LVOI-A6951M1, 9.6.1999, Estimation of seismic hazard in territory of southern Finland"