

# Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta

Vuosiraportti 2006

Erja Kainulainen (toim.)

# Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta

Vuosiraportti 2006

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-213-5 (nid.) Yliopistopaino, Helsinki 2007  
ISBN 978-951-478-214-2 (pdf)  
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2006. STUK-B 75. Helsinki 2007. 67 s. + liitteet 62 s.

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

## Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnasta vuonna 2006. Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Olkiluodon laitoksella työntekijöiden kokonaisannos oli normaalia korkeampi Olkiluoto 1:llä toteutetun turbiinilaitoksen modernisointityön johdosta ja se ylitti vastaavien kiehutusvesireaktoreiden keskitason. Loviisan laitoksella työntekijöiden kokonaisannos vuonna 2006 oli painevesireaktoreiden keskitasoa. 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.

STUKin toiminnan vaikuttavuutta eli ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut eivät osoittaneet sellaisia muutoksia, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia.

Vuonna 2006 STUKin Olkiluoto 3:n valvonnan pääpaino oli yksityiskohtaisten suunnitteluaineistojen tarkastuksessa ja pääkomponenttien valmistuksen valvonnassa. Laitospaikan toimintoja valvottiin suunniteltua vähemmän, koska rakennustyöt etenivät alkuperäistä aikataulua hitaammin. Organisaatioiden toiminnan edellytyksiä valvottiin tarkastuksin ja auditoinnein. Lisäksi STUK teki projektin turvallisuusvaatimusten hallinnasta tutkinnan, joka pohjautui pohjalaatan betonoinnin yhteydessä esiin nousseisiin puutteisiin organisaatioiden toiminnassa. Tutkintaan sisällytettiin reaktorin suojarakennuksen teräsverhouksen valmistuksen yhteydessä esiin tulleet puutteet ja reaktorirakennuksen päänosturin suunnittelutoiminta.

FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Ydinmateriaali valvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinmateriaalikirjanpito vastasi todellisuutta.

STUK todensi, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2006 olivat 11,1 milj. euroa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 10,1 milj. euroa, jotka perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	6
1 JOHDANTO	9
2 SÄÄNNÖSTÖN KEHITTÄMINEN	11
3 YDINLAITOSTEN VALVONTA	13
3.1 Loviisa 1 ja 2	13
3.1.1 Käyttölupa	13
3.1.2 Säännösten täytäntöönpano	13
3.1.3 Turvallisuusanalyysien arviointi	14
3.1.4 Laitosmuutosten valvonta	15
3.1.5 Toimintakuntoisuuden valvonta	16
3.1.6 Organisaatioiden toiminnan valvonta	21
3.1.7 Ydinturvallisuuden tunnusluvut	23
3.1.8 Turvallisuuden kokonaisarviointi	25
3.2 Olkiluoto 1 ja 2	26
3.2.1 Säännösten täytäntöönpano	26
3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	27
3.2.3 Laitosmuutosten valvonta	27
3.2.4 Toimintakuntoisuuden valvonta	28
3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta	33
3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut	35
3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi	37
3.3 Olkiluoto 3	38
3.3.1 Säännösten täytäntöönpano	38
3.3.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	38
3.3.3 Laitoshankkeen valvonta	39
3.3.4 Rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonta	42
3.3.5 Turvallisuuden kokonaisarvio	44
3.4 Tutkimusreaktori	45
3.5 Muut ydinlaitokset	45
4 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	46
4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat	46
4.2 Käytetty ydinpolttoaine	46
4.2.1 Välivarastointi	46
4.2.2 Loppusijoituksen valmistelu	46
4.3 Voimalaitosjätteet	48

5	YDINSULKUVALVONTA	49
5.1	Ydinmateriaalivalvonta	49
5.1.1	Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	49
5.1.2	Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset toimet	50
5.1.3	Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta	50
5.2	Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	51
5.3	Ydinkoekiellon valvonta	51
6	TURVALLISUUSTUTKIMUS	53
7	VALVONTA JA VALVONNAN KEHITTÄMINEN	54
7.1	Prosessit ja rakenteet	54
7.2	Uudistuminen ja työkyky	57
7.3	Talous ja resurssit	58
8	VALMIUSTOIMINTA	59
9	VIESTINTÄ	60
10	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	61
10.1	Kansainväliset sopimukset	61
10.2	Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö	61
11	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	67
	LIITE 1 YDINLAITOSTURVALLISUUDEN TUNNUSLUVUT VUODELTA 2006	69
	LIITE 2 VUONNA 2006 VALMISTUNEET YDINVOIMALAITOSTEN TURVALLISUUTTA PARANTAVAT HANKKEET	115
	LIITE 3 YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	118
	LIITE 4 MERKITTÄVIÄ TAPAHTUMIA ULKOMAISILLA YDINVOIMALAITOKSILLA	123
	LIITE 5 STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT 2006	125
	LIITE 6 YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	126
	LIITE 7 YDINVOIMALAITOSTEN RAKENTAMISEN AIKAINEN TARKASTUSOHJELMA	127
	LIITE 8 VUONNA 2006 VALMISTUNEET STUKIN RAHOITTAMAT TOIMEKSIANNOT	128

## Esipuhe

*Jukka Laaksonen*

Ydinturvallisuusvalvontaan liittyvät tehtävät lisääntyivät ja monipuolistuivat vuonna 2006 uuden ydinvoimalaitoksen rakentamisen edetessä ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen lähestyessä toteutusvaihetta. Kansainvälisen kehityksen kärjessä olevien suomalaisten hankkeiden sivuvaikutuksena oli runsas kysyntä STUKin kokemusten ja osaamisen jakamisesta alan kansainvälisen yhteisön käyttöön.

Käytössä olevien ydinvoimalaitosten ikä lähestyy 30 vuotta. Kaikki laitosesiköt ovat toimineet luotettavasti eikä tuotantoon merkittävästi vaikuttaneita häiriöitä tai muita ongelmia ole esiintynyt yli kymmeneen vuoteen. Erinomaiset tulokset aiheuttavat kuitenkin vaaran, että motivaatio kurinalaisesti toteutettuun ammattitaitoiseen käyttötoimintaan ja riskitietoiseen turvallisuusvalvontaan alkaa vähitellen herpaantua. Tarve itsetyytyväisyyden torjuntaan on tiedostettu sekä luvanhaltijoiden että STUKin taholla, ja keinoja työn haastavuuden korostamiseksi on etsitty aktiivisesti. Luvanhaltijat ovat kehittäneet menetelmiä laitteiden kunnon määrittämiseksi ja korvanneet vanhoja laitteita uusilla ennen kuin niiden ikääntyminen alkaa uhata turvallisuutta tai tuotantovarmuutta. Organisaatioiden johtamista ja toimintatapoja sekä henkilöstön koulutusta ja laitosohjeistoa on kehitetty omien ja ulkomaisilta kollegoilta hankittujen kokemusten pohjalta. Laitoksia on modernisoitu tavalla, joka parantaa turvallisuusmarginaaleja ja vähentää häiriöalttiutta. Esimerkkejä näistä toimista vuoden 2006 aikana esitetään kumpaakin laitosta koskevilla luvuilla. Määrätietoiseen kehitystyön tuloksena laitosten turvallisuus on STUKin arvion mukaan lisääntynyt jatkuvasti koko niiden käyttöajan ajan. STUK puolestaan on pyrkinyt tuomaan omaan valvontatoimintaansa jatkuvasti uusia riippumattomia näkökulmia, joiden tarkoitus on ylläpitää käyttöorganisaatioiden valppautta heikkojenkin vaarasignaalien tunnistamiseksi. Vuonna 2006 tätä periaatetta toteutettiin erityisesti käytön valvontaohjelmia uudistamalla ja painottamalla kansainvälisten kokemusten tehostetua hyödyntämistä Suomessa.

Ydinvoimalaitosten prosesseissa syntyvien radioaktiivisten jätteiden käsittely tapahtuu hallitusti, ja loppusijoitustiloihin siirrettäviä jätteitä kertyy ennakoidulla tavalla. Posiva Oy:n hankkeet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kehittämiseksi ovat edenneet teknisen suunnittelun, rakentamisen ja menetelmätestauksen vaiheeseen ja tuloksia on saavutettu nopeasti. Kehitystä kuvataan ydinjätehuoltoa koskevassa luvussa. Monivuotinen maanalaisen tutkimustilan louhinta merkitsee käytännössä jo varsinaisen loppusijoitustilan rakentamista olettaen, että hanke etenee suunnitellussa muodossa. Tästä syystä STUK on valvonut työtä ikään kuin olisi kyse ydinlaitoksen rakentamisesta.

Olkiluoto 3 -laitosesikön rakentaminen on osoittautunut ennakoitua vaativammaksi. Viiveet ensimmäisen uutta tyyppiä edustavan laitoksen suunnittelussa ovat hidastaneet projektin etenemistä, ja asiakirjoja ei ole tullut STUKin tarkastettavaksi odotetussa aikataulussa. Rakennustöiden johtamisessa ja laatuvaatimukset täyttävien laitteiden valmistamisessa on esiintynyt ongelmia, joiden ratkaisu on vaatinut kaikilta osapuolilta

hyvää yhteistyötä. Vuoden 2006 kuluessa saavutettiin kuitenkin merkittävää parannusta. Ongelmia ja niiden johdosta tehtyjä STUKin toimia kuvataan Olkiluoto 3 -hanketta koskevassa luvussa. STUKin arvion mukaan esiintyneillä ongelmilla ei ole haitallista vaikutusta rakenteilla olevan laitoksen turvallisuuteen tai laitteiden ja rakenteiden lopulliseen laatuun.

Toiminnan lisääntyminen on vaatinut STUKilta uuden henkilöstön rekrytointia sekä ydinvoimalaitosten että ydinjätehuollon valvontaan. Rekrytointia jatketaan vielä vuonna 2007. Ilman lisähenkilöitä ei pystytä toteuttamaan uuden laitoksen rakentamisen valvontaa, jos halutaan säilyttää nykyinen valvontatarkkuus ja huolehtia siitä, että STUK ei viivästä ilman teknisiä perusteita hankkeen aikataulua. Tähänastiset kokemukset ovat osoittaneet, että tarkka valvonta ja oikea-aikaiset vaatimukset korjaavista toimista ovat tarpeen parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Myös luvanhaltijan kannalta valvonnan riittävä laajuus on toivottavaa. Ydinjätehuollon alueella Posivan laajentunut toiminta vaatii STUKilta vastaavaa resurssien lisäämistä, jotta valvonnan uskottavuus säilyy. Nykyinen valvontatyön laskutusikäytäntö antaa hyvät mahdollisuudet optimoida valvontaresursseja kulloisenkin tarpeen mukaan.

STUKin kansainväliset kontaktit lisääntyivät huomattavasti vuoden 2006 aikana. STUK oli kysytty vierailukohde ja STUKin henkilöstöä haluttiin aktiivisella panoksella mukaan tärkeimpiin kansainvälisiin hankkeisiin, joissa kehitetään harmonisoituja turvallisuusvaatimuksia tai viranomaisten menettelytapoja. Läheiset kontaktit kaikkien johtavien ydinenergiamaiden kanssa edistävät suomalaisten turvallisuusvaatimusten ja valvontakäytäntöjen kehittämistä, mutta kuormittavat myös runsaasti STUKin avainhenkilöitä.

Vuoden 2006 kuluessa uudistettiin STUKin toimintastrategia ja kaikkien toimialueitten toimintaohjelmat viisivuotiskaudelle 2007–2011. Uudistustyön alkuvaiheessa kerättiin koko henkilöstön näkemykset toimintaympäristön tapahtuneista ja ennakoitavista muutoksista. Strategiassa painotetaan varsinaisen valvonnan ohella myös STUKin vastuuta kansallisen osaamisen kehittamisestä ja ydinturvallisuutta koskevasta avoimesta viestinnästä. Laaditut suunnitelmat antavat hyvän lähtökohdan ydinturvallisuuden ylläpitoa tukevalle viranomaisvalvonnalle.





# 1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämä raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Raportissa käsitellään ydinlaitosten ja ydinjätehuollon valvontaa sekä ydinsulkuvalvontaa. Nämä valvontatehtävät kuuluvat kahdelle STUKin osastolle: ydinvoimalaitosten valvontaosastolle ja ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvontaosastolle.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui Fortum Power and Heat Oy:n omistamiin Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin sekä niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Lisäksi valvottiin rakenteilla olevaa Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluoto 3 -laitosyksikköä. Fortum Power and Heat Oy:stä ja Teollisuuden Voima Oy:stä käytetään myöhemmin tekstissä myös nimitystä luvanhaltija, luvanhakija tai voimayhtiö. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

Loviisa 1 on otettu kaupalliseen käyttöön vuonna 1977 ja Loviisa 2 vuonna 1981. Laitosyksiköiden käyttöluvut on uusittu vuonna 1998 ja ne ovat voimassa vuoden 2007 loppuun. Loviisan laitokset ovat kevytvesityyppiä olevia painevesilaitoksia. Valtioneuvoston myöntämän luvan mukaan kummankin laitosyksikön suurin sallittu reaktorin nimellislämpöteho on 1500 MW. Tätä reaktori-

tehoa vastaavat sähkötehon nimellisarvot ovat 510 MW (brutto) ja 488 MW (netto).

Olkiluoto 1:n kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1979 ja Olkiluoto 2:n vuonna 1982. Olkiluoto 1 ja 2 ovat kevytvesityyppisiä kiehumusvesilaitoksia. Olkiluodon 1 ja 2 -yksiköiden käyttöluvut uusittiin vuonna 1998. Luvat ovat voimassa vuoden 2018 loppuun, ja ne koskevat myös käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoa ja matala- ja keskiaktiivisten jätteiden säilytystiloja. Lupien mukaan Olkiluoto 1:n ja 2:n suurin sallittu reaktorin nimellislämpöteho on 2500 MW. Sitä vastaava bruttosähkötehon nimellisarvo on 890 MW ja nettosähkötehon 860 MW. Lupaehtojen mukaan luvanhaltijan on tehtävä vuoden 2008 loppuun mennessä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kattava turvallisuuden väliarviointi, jonka sisältöä koskevat määräykset antaa STUK.

Valtioneuvosto myönsi 17.2.2005 Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta ydinenergialain mukaisen rakentamisluvan Olkiluoto 3:lle. Uusi laitosyksikkö on kevytvesityyppinen painevesilaitos, jonka reaktorin lämpöteho on 4300 MW ja nettosähköteho noin 1600 MW.

Ydinvoimalaitosten valvontaa koskevassa raportin osassa kerrotaan Loviisan laitosyksiköiden ja Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden turvallisuusanalyysien arvioinnista ja laitosmuutosten, laitosyksiköiden toimintakuntoisuuden sekä organisaatioiden toiminnan valvonnasta. Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujärjestelmän avulla tarkastellaan ydinvoimalaitoksiin kohdistetun valvontatyön tehokkuutta ja vaikuttavuutta. Raportin liitteenä on mm. yksityiskohtaiset tiedot ja johtopäätökset tunnusluvuista (liite 1), valmistuneista laitosmuutoksista (liite 2) ja ydinvoimalaitosten poikkeuksellisista käyttötapahtumista (liite 3). Ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuutta

kuvataan ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannosten ja kollektiivisten säteilyannosten sekä päästöjen ja ympäristön säteilyvalvonnan tulosten avulla.

Raportissa kerrotaan rakenteilla olevan Olkiluoto 3:n turvallisuusanalyysien arvioinnista, laitoshankkeen valvonnasta ja rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonnasta.

Uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamisesta käytössä ja rakenteilla oleviin laitoksiin esitetään laitoskohtaiset yhteenvedot.

Ydinjätehuollon valvontaa koskevassa luvussa kuvataan käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointia ja loppusijoitushankkeen valmistelua sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn liittyviä asioita.

Raportissa esitetään laitospaikoilla varastoidun ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen määrät vuoden lopussa.

Ydinsulkuvalvontaa koskevassa osuudessa kuvataan Suomen ydinlaitosten ja ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvontaa ja ydinmateriaalien valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisia toimia. Lisäksi kerrotaan radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonnasta ja ydinkoe-kiellon valvonnasta.

Varsinaisen turvallisuusvalvonnan lisäksi raportissa kerrotaan ydinturvallisuussäännösten ja ydinturvallisuusvalvonnan kehittämisestä sekä turvallisuustutkimuksesta, valmiustoiminnasta, viestinnästä ja osallistumisesta ydinturvallisuusalan kansainväliseen yhteistyöhön.

## 2 Säännösten kehittäminen

*Vesa Ruuska, Pekka Salminen*

STUK osallistui kaupp- ja teollisuusministeriön johtaman lainsäädäntöhankkeen valmisteluun, jossa ydinenergialakia (990/1987), sen nojalla annettuja valtioneuvoston päätöksiä (395/1991, 396/1991, 397/1991, 398/1991, 478/1999) sekä ydinenergia-asetusta muutetaan. Hankkeessa saatetaan pääosin 15 vuoden ikäiset säädökset ajan tasalle. Joidenkin vaatimusten säädöstaso muutetaan vastaamaan vuonna 2000 voimaan astunutta uutta perustuslakia. Valmistelu on edennyt suunnitellussa aikataulussa yhteistyössä kaupp- ja teollisuusministeriön kanssa siten, että vuonna 2006 saatiin keskeisiltä sidosryhmillä lausunnot asetuksista ja kommentit ehdotettaviin lakimuu- toksiin.

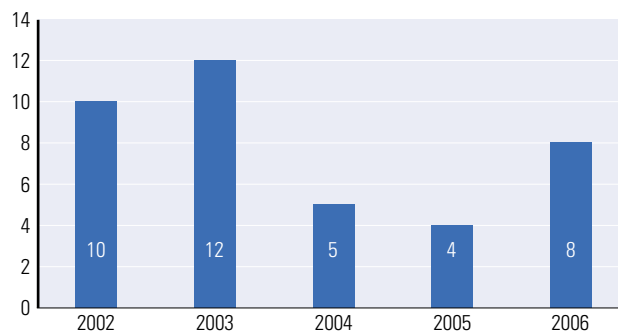
YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. YVL-ohjeet ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia vaatimuksia, joita STUK valmistelee ydinenergialain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenette- lyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille. Vuonna 2006 tehdyistä soveltamispäätöksistä esitetään yhteenveto luvuissa 3.1.2, 3.2.1 ja 3.3.1.

YVL-ohjetyöryhmissä valmisteltiin tai arvioitiin kaikkiaan 20:a ohjetta, joista vuoden loppuun mennessä valmistui 8 ohjetta. Vuosina 2001–2006 julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 1. Englannin kielellä julkaistiin 7 ja ruotsin kielellä 3 ohjetta. YVL-ohjeet julkais- tiin painettuina sekä sähköisinä versioina STUKin verkkosivuilla ([www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset)) ja Finlex-portaalissa ([www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)); ruotsinkieliset

käännökset julkaistiin vain sähköisinä versioina.

YVL-ohjejärjestelmän rakenteellinen uudis- taminen käynnistettiin laaditun hankesuunni- telman perusteella. Suunnitelman laatimisessa otettiin huomioon vuonna 2005 koolle kutsutun STUKin ja kotimaisten ydinvoimayhtiöiden edus- tajista koostuvan asiantuntijaryhmän näkemyk- set. Rakenneuudistuksen keskeisiä tavoitteita ovat todettujen päällekkäisyyksien ja puutteiden poistaminen, asetetun vaatimustason selventämi- nen poistamalla kuvailevat tulkintaohjeet sekä yksityiskohtaisten vaatimusten vähentäminen. Rakenneuudistuksen yhteydessä on tarkoitus ottaa käyttöön yksittäisten vaatimusten merkintäjärjes- telmä ja nykyaikaista tietotekniikkaa hyödyntävä viittaustekniikka. Ohjeiden määrä vähenee lähes puoleen nykyisestä ja ohjeiston ylläpito ja käyttö helpottuu. Tavoitteena on saada uusi STUK-YVL- ohjeisto laadittua vuoden 2011 loppuun mennessä.

Vuonna 2006 käynnistettiin viiden ohjeen val- mistelu. Ohjeita valmistelevien STUKin asian- tuntijoiden tueksi on koottu suomalaisten ydin- voimayhtiöiden ja Valtion teknillisen tutkimus- keskuksen edustajista ohjekohtaiset työryhmät. Työryhmissä on tarkoitus keskustella ohjeiden sis-ällöstä jo niiden valmistelun aikana ja näin lyhen- tää valmisteluun kuluva kokonaisaika. Lisäksi



Kuva 1. Julkaistujen YVL-ohjeiden määrä.

koko hanketta varten on järjestäytynyt STUKin, voimayhtiöiden ja VTT:n edustajista koostuva seurantaryhmä.

STUKin asiantuntijat osallistuivat EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn työryhmässä eurooppalaisten turvallisuusvaatimusten vertailutasojen laatimiseen. WENRAn työ tähtää harmonisoitujen turvallisuusvaatimusten aikaansaamiseen EU-maissa. STUK pyysi luvanhaltijoiden mielipiteitä turvallisuusvaatimuksista ja arviota niiden täyttymisestä suomalaisilla ydinlaitoksilla. Suomen osalta tuli esille eräitä poikkeamia vaatimustason ja YVL-ohjeiden välillä. Poikkeamia ei sen sijaan havaittu vaatimusten täyttymisessä ydinlaitoksilla. Vuoden 2006 lopussa ydinturvallisuusvaatimukset olivat

viimeisteltävänä harmonisointityöhön osallistuvien maiden viranomaispäälliköillä. Työssä saadut kokemukset ja opit otettiin suoraan huomioon käynnissä olleissa YVL-ohjetöissä.

Ydinturvallisuutta koskevia ohjeita ja suosituksia antavat kansainväliset järjestöt kuten Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja teollistuneiden maiden yhteistyöjärjestön OECD:n ydinenergiajärjestö NEA. STUK seuraa myös muiden maiden kansallisten viranomaisten säännöstötoimintaa eri yhteistyöfoorumeilla. Näiltä tahoilta ei tullut aihetta kansallisiin säännöstön päivityshankkeisiin. STUK valmisteli ja toimitti IAEA:lle kansallisia lausuntoja pyydetyistä turvallisuusohjeiden luonnoksista.

## 3 Ydinlaitosten valvonta

*Kirsi Alm-Lytz, Tapani Eurasto, Timo Eurasto, Juhani Hinttala, Juhani Hyvärinen, Marja-Leena Järvinen, Rauli Keskinen, Samuel Koivula, Tapani Koljander, Jukka Kupila, Janne Liuko, Vesa Ruuska, Risto Sairanen, Pekka Salminen, Seija Suksi, Heimo Takala, Petteri Tiippana, Keijo Valtonen, Olli Vilkamo, Reino Virolainen*

### 3.1 Loviisa 1 ja 2

#### 3.1.1 Käyttölupa

Loviisan voimalaitoksen nykyinen käyttölupa päättyy 31.12.2007. Fortum Power and Heat Oy jätti 1.11.2006 kauppaja- ja teollisuusministeriölle hakemuksen käyttöluvan jatkamisesta Loviisa 1:lle 20 vuotta ja Loviisa 2:lle 23 vuotta. Voimayhtiön KLUPA-projekti valmisteli käyttölupahakemuksen. Käyttöluvan uusimisen lisäksi projektin tavoitteena on syventää Loviisan voimalaitoksen ja Fortum Nuclear Servicen asiantuntemusta ja strategista kumppanuutta sekä siirtää Loviisan voimalaitokseen liittyviä tietoja ja taitoja vanhemmalta sukupolvelta nuoremmalle. Keskeiset osa-alueet projektissa ovat käyttöiän hallinta, laitoksen turvallisuusasiat, deterministiset ja todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit, laitoksen käyttöön liittyvät asiat sekä ympäristö-, ydinjäte- ja ydinpolttoaineasiat. Yhtenä osana laitoksen käyttöön liittyvää osaprojektia laaditaan selvitykset laitoksen käyttöorganisaatiosta ja turvallisuuskulttuurista.

Vuonna 2006 STUK tarkensi Loviisan 1:n ja Loviisa 2:n käyttölupauudistuksen valvontasuunnitelmaa. STUK valmistautui käyttölupahakemuksen arviointiin, piti aktiivisesti kokouksia luvanvalvontajien kanssa ja kommentoi käyttölupahakemuksen yhteydessä STUKille toimitettavien asiakirjojen luonnoksia. Voimayhtiö toimitti STUKille ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaiset selvitykset ja ohjeen YVL 1.1 mukaisen määräaikaisen turvallisuusarvioinnin. Asiakirjojen tarkastus ja turvallisuusarvion laadinta aloitettiin STUKissa etukäteen suunnitellun aikataulun mukaisesti.

#### 3.1.2 Säännösten täytäntöönpano

STUKissa on käytössä menettely, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimiin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Käyttöön otetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 1.3, Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Testaus- ja tarkastuslaitosten hyväksyminen, 3.2.2006
- YVL 2.4, Ydinvoimalaitoksen primääri- ja sekundääripiirin paineenhallinta, 24.11.2006
- YVL 3.1, Ydinlaitosten painesäiliöt, 31.1.2006
- YVL 3.4, Ydinteknisten painelaitteiden valmistajan hyväksyminen, 31.1.2006
- YVL 3.5, Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuuden varmistaminen, 3.10.2006

- YVL 3.8, Ydinvoimalaitosten painelaitteet, rikkomattomat määräaikaistarkastukset, 10.2.2006
- YVL 3.9, Ydinvoimalaitosten painelaitteet. Rakennearineet ja hitsauslisäaineet, 17.2.2006
- YVL 8.1, Voimalaitosjätteiden loppusijoitus, 10.9.2003.
- YVL 8.3, Keski- ja matala-aktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi, 29.6.2005.

Ennen ohjeen YVL 1.3 täytäntöönpanoa Fortum Power and Heat Oy toimitti STUKille arvionsa ohjeen vaatimusten täyttymisestä. Toimitetussa selvityksessä voimayhtiö esitti tulkintoja joidenkin ohjeen vaatimusten soveltamisesta Loviisan voimalaitoksella. STUK piti näitä tulkintoja pääosin oikeina, mutta edellytti voimayhtiön toimittavan vuosittain selvityksen sellaisen testauslaitosten toiminnasta, joiden akkreditointi on korvattu muulla kolmannen osapuolen tekemällä arvioinnilla.

Ennen ohjeen YVL 2.4 täytäntöönpanopäätöstä Fortum Power and Heat Oy esitti arvion ohjeen vaatimusten toteutumisesta. STUK hyväksyi esitetyn selvityksen huomautuksella, jossa edellytettiin, että voimayhtiön tulee analysoida vakaviin onnettomuuksiin liittyvien paineenalennusventtiilien luotettava toimintakyky niiden auki-pysymisen osalta. Selvitys tulee toimittaa STUK:lle vuoden 2007 loppuun mennessä.

Ohjeiden YVL 3.1, YVL 3.4, YVL 3.5, YVL 3.9, YVL 8.1 ja YVL 8.3 osalta STUKilla ei ollut huomautettavaa luvanhaltijan selvitykseen ohjeiden vaatimusten toteutumisesta luvanhaltijan ydinlaitoksella ja toiminnassa.

Ohjetta YVL 3.8 koskien STUK tarkensi 22.9.2003 antamaansa YVL-ohjetta täsmennyksillä, jotka koskivat mm. pätevöinnin lähtötietoja, ohjeistamista ja valvontaa sekä määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelman toimittamisajankohtaa STUKille. Päätöksessä edellytettiin luvanhaltijan toimittavan STUKille arvionsa näiden tarkennettujen vaatimusten täyttymisestä ja ehdotuksensa tarvittavista toimenpiteistä.

### 3.1.3 Turvallisuusanalyysien arviointi

#### Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttöluopien uusimisen yhteydessä. Analyysit päivitetään myös

laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapauksien antaessa päivittämiseen aihetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyyssejä.

STUK hyväksyi uusien hätä- ja häiriötilan- neohjeiden, HOKE-ohjeiden käyttöönoton vuoden 2006 alussa ja ne otettiin laitoksiköillä käyttöön 1.3.2006. Ohjeiden käyttöönottoa on valvottu normaalin käytönvalvonnan ja tarkastustoiminnan yhteydessä.

Aivan vuoden 2006 lopussa Fortum Power and Heat Oy toimitti Loviisan laitoksen vuoden 2007 aikana tapahtuvaan käyttöluvan uudistamiseen liittyvät häiriö- ja onnettomuusanalyysit. Analyysien tarkastus aloitettiin vuoden 2006 aikana ja tarkastus jatkuu vuoden 2007 alussa. Muita Loviisan laitosta koskevia deterministisiä turvallisuusanalyyssejä ei toimitettu STUKille tarkastettavaksi vuonna 2006.

#### Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Fortum Power and Heat Oy teki vuonna 2006 Loviisan voimalaitoksen todennäköisyyspohjaiselle turvallisuusanalyysille (PSA) laajan päivityksen ja toimitti sen STUKille käyttöluvapahakemuksen käsittelyä varten. Analyysi sisältää reaktorisydämen vaurioitumisen taajuutta koskevan tason 1 PSA:n sekä radioaktiivisten aineiden suuren päästön taajuutta koskevan tason 2 PSA:n. PSA kattaa eri alkutapahtumaluokista (sisäiset viat ja virheet, tulipalot, sisäiset tulvat, sääilmiöt ja muut ulkoiset tapahtumat sekä maanjäristykset) aiheutuvat riskit. Analyysi on tehty tehokäytölle ja seisokkitiloille.

Päivityksen PSA:n mukaan Loviisan voimalaitoksen sydänvauriotaajuus on  $8,2 \cdot 10^{-5}$ /vuosi. Sydänvauriotaajuus jakautuu suunnilleen tasan tehokäytön ja seisokkitilojen kesken. Vuoden 2005 arvio sydänvauriotaajuudelle oli  $1,08 \cdot 10^{-4}$ /vuosi. Arvion pienenemiseen ovat vaikuttaneet sekä laitoksella toteutetut parannukset että analyysien tarkentaminen.

Päivityksen yhteydessä on uusittu muun muassa öljyriskianalyysi, jossa arvioidaan säiliöalusten onnettomuuksissa mereen pääsevän öljyn voimalaitokselle aiheuttamaa merivesijärjestelmien tukkeutumisesta johtuvaa riskiä. Alustavan vuonna 2003 laaditun arvion mukaan öljypäästöt aiheuttivat huomattavan suuren osan laitoksikön

sydänvaurion kokonaistaajuudesta. Tehokäytön aikana öljypäästöjen aiheuttama riski arvioitiin suhteellisen pieneksi, sillä laitoksella on merivesijäädytyksestä riippumattomat järjestelmät jälkilämmön poistamiseksi sekundääripiirin kautta. Vuosihuoltoseisokin aikana primääripiirin ollessa avattuna öljypäästöjen riski sen sijaan arvioitiin suureksi, koska merivesijäädytyksestä riippumattomat järjestelmät eivät tällöin ole käytettävissä. Öljy- ja kemikaalipäästöjen aiheuttamien riskien vähentämiseksi voimayhtiö toteuttaa laitosmuutoksia, jotka tekevät mahdolliseksi turvallisuusjärjestelmien tarvitseman meriveden ottamisen myös meriveden poistokanavasta päästöjen uhatessa tulopuolta. Kyseiset muutokset on pääosin toteutettu ja ne otetaan käyttöön vuonna 2007.

Päivitetyn öljyriskianalyysin mukaan öljyn aiheuttama riski on tehokäytön aikana erittäin pieni (alle 0,03 % kokonaisriskistä) mutta seisokkitiloissa edelleen merkittävä, noin 6 % kokonaisriskistä kaikki käyttötilat ja alkutapahtumaluokat huomiotta. Arviossa on otettu huomioon toteutettava olevat laitosmuutokset.

Voimayhtiön ohjeistuksen mukaan öljyn pääseminen meriveden tulokanavaan pyritään estämään mm. öljypuomeilla. Öljyvaaratilanteessa sähköntuotanto voidaan keskeyttää ja päämerivesipumput pysäyttää, jolloin virtauksen pieneminen vähentää riskiä öljyn joutumisesta merivesikanavaan. Voimayhtiö selvittää mahdollisuuksia öljyntorjunnan tehostamiseksi sekä jälkilämmön poistamiseksi seisokkitiloissa tilapäisjärjestelyin.

Merivesitulvaan liittyvän riskin pienentämiseksi Loviisan voimalaitos täsmensi vuoden 2006 aikana hätätilanneohjeita, joita noudatetaan, kun merivesi on poikkeuksellisen korkealla. Syynä ohjeiston arviointiin ja tarkennuksiin oli meriveden ennätyksellinen korkeus tammikuussa 2005.

Tason 2 PSA:n päivityksessä on otettu huomioon STUKin aiemmissa tarkastuksissa tekemät menetelmiä koskevat huomautukset. Analyysin mukaan 70 % suuren päästön taajuudesta tulee seisokkitiloista. Seisokissa merkittävimmät suureen päästöön johtavat alkutapahtumat ovat raskaat nostot (30%), booripitoisuuden liiallinen vähentyminen reaktorin jäädytysvedessä (16%) ja öljylautan ajautuminen jäädytysvesitunneliin (13%). Tehoajolla tärkeimmät suuren päästön aiheuttajat ovat suojarakennuksen ulkopuolella tapahtuva vaurio jäädytyspiiriin yhteydessä olevas-

sa putkilinjassa ja epäonnistuminen vauriokohdan eristämisessä sulkuventtiileillä (25%), sähkö- ja instrumenttitilojen jäädytyksen menetys (16%) ja hyvin voimakas tuuli (>45 m/s), joka ylittää ei-kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet (15%). Tason 2 PSA:n yksityiskohtainen tarkastus tehdään käyttöluopahakemuksen käsittelyn yhteydessä vuoden 2007 aikana.

### 3.1.4 Laitosmuutosten valvonta

Merkittävin meneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitosyksiköiden automaation uusiminen. Hanke alkoi vuonna 2004 uuden automaatiotilojen rakentamisella ja hankkeen on tarkoitus valmistua lopullisesti vuonna 2014. Uudistus on suunniteltu toteutettavan vaiheittain siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. Valvomon suurkuvanäyttöä varten tehtävät muutostyöt aloitettiin vuosihuolloissa. Vuoden 2006 aikana STUK tarkasti mm. automaatiomuutoksen yhteydessä toteutettavien toiminnallisten muutosten järjestelmäsuunnitelmia sekä vuonna 2007 Loviisa 1:llä toteutettavan uudistuksen ensimmäisen vaiheen automaatioon liittyviä järjestelmäsuunnitelmia. Nämä koskevat reaktorin tehon rajoitusjärjestelmää ja säätösauvojen ohjausta. STUK tarkasti myös uutta laitosautomaatiota varten rakennettavien rakennusten yksityiskohdaisia suunnitelmia erityisesti Loviisa 2:n osalta sekä valvoi rakennustöiden etenemistä. Vuonna 2006 Loviisa 1:n rakennustyöt lähes valmistuivat ja Loviisa 2:n rakennusten työt edistyivät merkittävästi.

Loviisan laitosalueella rakennetaan nestemäisten radioaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitosta ja laajennetaan voimalaitosjätteiden loppusijoitustiloja. Kiinteytyslaitoksen rakentaminen alkoi vuonna 2004. Järjestelmien ja laitostason koekäytöt alkoivat vuonna 2006 aluksi ei-aktiivisilla aineilla. Laitoksen koekäyttö aktiivisilla aineilla jatkuu vuonna 2007, jonka jälkeen laitos on tarkoitus ottaa käyttöön. Vuoden 2006 aikana STUK tarkasti mm. kiinteytyslaitoksen järjestelmien ennakkotarkastusaineistoja, järjestelmien koekäyttöohjelmia ja kiinteytettyjen jätteiden loppusijoitustilan rakentamiseen liittyviä aineistoja sekä valvoi rakennus- ja asennustöiden etenemistä. STUK valvoi paikan päällä kiinteytyslaitoksen ei-aktiivisilla aineilla tehtyjä laitostason kokeita.



Fortum Power and Heat Oy vaihtaa Loviisan voimalaitoksen molemmilla laitosyksiköillä korkeapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän kaksi pumppua uudentyypisiin. Syynä pumpputyypin vaihtoon on pumppujen varaosien huono saatavuus ja järjestelmän toiminnan luotettavuuden parantaminen. STUK hyväksyi vuonna 2004 voimayhtiön periaatesuunnitelman pumppujen korvaamisesta uusilla ja aikataulun pumppujen vaihtamiselle. Loviisa 2:n vuosihuollossa vaihdettiin hyväksytyn vaihtoaikataulun mukaisesti kaksi pumppua, yksi molempiin rinnakkaisiin järjestelmän osiin, ja toteutettiin vaihdoista aiheutuneet putkistomuutokset. Loviisa 1:llä vastaavat työt tehdään vuosihuoltoseisokissa 2008.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtuneen laitospäivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6).

### 3.1.5 Toimintakuntauisuuden valvonta

#### Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen

STUK valvoi Loviisan voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista seuraamalla käyttötoiminnan säännöllisiä ja tapahtumiin liittyviä raportteja ja valvomalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä STUK tarkasti, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitospäivittämisen käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Loviisan laitoksella oli kaksi tapahtumaa, joiden johdosta laitosyksiköt olivat turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2). Tapahtumat kuvataan kohdassa ”Käyttö ja käyttötapahtumat”.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös suunnitellusti, ja näissä tapauksissa

haettiin ennakkoon STUKilta hyväksymistä poikkeamalle. Vuonna 2006 voimayhtiö haki lupaa neljälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi hakemukset.

#### Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan laitosyksiköt toimivat luotettavasti vuonna 2006. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 93,3 % ja Loviisa 2:n 88,6 %. Kuvassa 2 esitetään laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1997–2006. Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 26 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 36 vuorokautta. Lisäksi kummallakin laitosyksiköllä oli lyhytaikaisia pieniä tuotantotehon laskuja, jotka johtuivat teknisistä vioista. Merkittävimmät näistä olivat Loviisa 1:n toisen päämuuntajan läpivientien vaihtotyö ja Loviisa 2:n pääsyöttövesilinjan takaiskuventtiilin korjaaminen kahdesti.

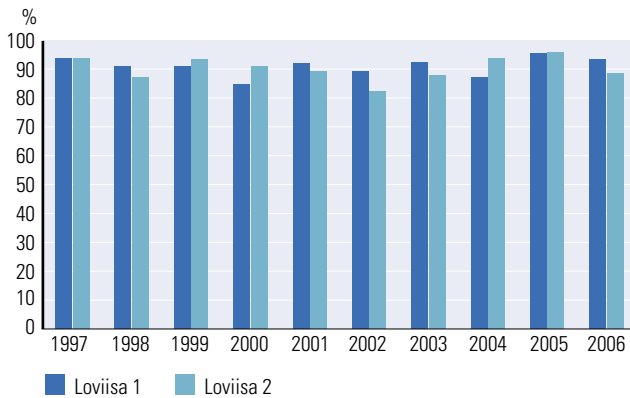
Laitteiden vikaantumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Loviisa 1:llä 0,17 % ja Loviisa 2:lla 0,51 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 3 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2006.

Loviisan laitosyksiköillä sattui viisi erikoisraportoitua tapahtumaa. Kaikkia raportoinnin piiriin kuuluneita tapahtumia käsitellään liitteessä 1 (tunnusluku A.II.1).

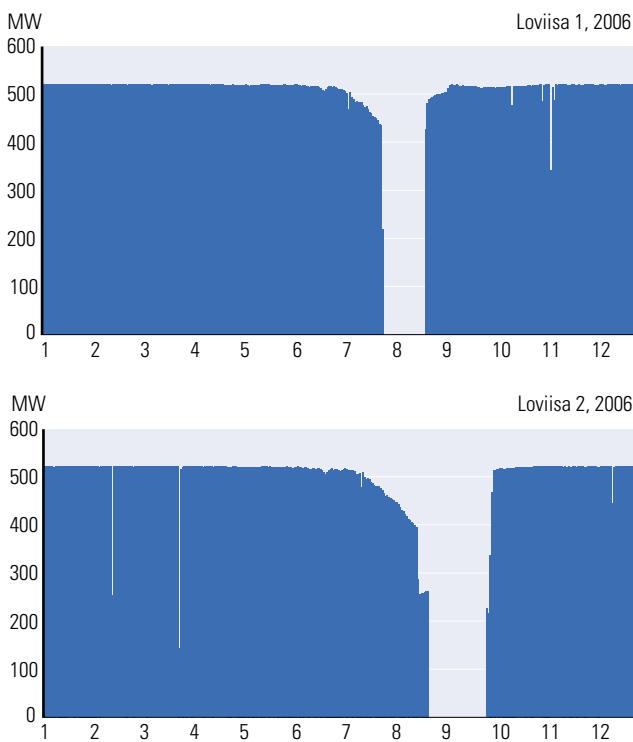
Loviisan laitoksen erikoisraportoidut tapahtumat olivat

- Loviisa 2:n höyrystimien ulospuhalluksen kalibrointityö (INES-luokka 0)
- Loviisa 2:n 6 kV:n virtakiskojen vauriot (INES-luokka 0)
- kontaminaation leviäminen Loviisa 2:lla (INES-luokka 1)
- hätäjähdytysakkujen koestamatta jääminen Loviisa 2:lla (INES-luokka 0)
- paineistimen ulospuhallusventtiilien jääminen koestamatta molemmilla laitosyksiköillä (INES-luokka 0).

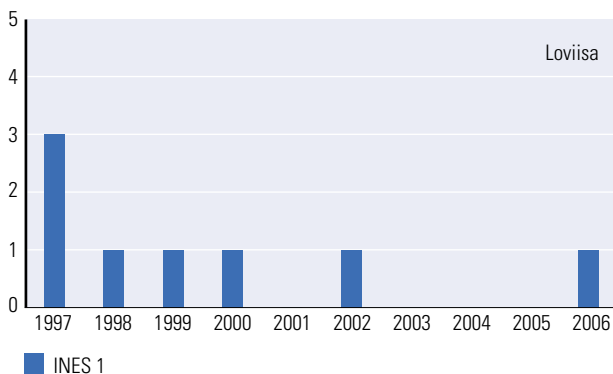
Erikoisraportoituja tapahtumia kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Kuvassa 4 esitetään INES-luokkaan 1 luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1997–2006. Kyseisellä ajanjaksolla



**Kuva 2.** Loviisan laitossyksiköiden energiäkäyttökertoimet.



**Kuva 3.** Loviisan laitossyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2006.



**Kuva 4.** Loviisan laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

ei Loviisan laitoksella ole ollut luokkaa 1 korkeampiin INES-luokkiin luokiteltuja tapahtumia.

Loviisa 2:lla todettiin syksyllä 2004 pieni primääripiirin vuoto höyrystimessä. Vuodon etsintää tehtiin vuonna 2005 vuosihuoltoseisokissa ja jatkettiin vuoden 2006 vuosihuollossa. Vuotoa ei ole onnistuttu paikallistamaan. Vuoto on erittäin pieni eikä sillä ole ollut merkitystä käyttötoimintaan.

Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi Loviisan voimalaitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, kuukausiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

### Vuosihuoltoseisokit

Loviisa 1:n vuosihuolto oli lyhyt polttoainevaihtoseisokki. Laitos ajettiin alas vuosihuoltoon 29.7.2006. Vuosihuolto kesti 26 vrk ja se päättyi 24.8.2006 noin 5 vuorokautta myöhässä suunnitellusta. Seisokin piteneminen johtui lähinnä reaktoripainesäiliön yläreunan laipan tiivisteurasta löytyneiden säröjen korjaamisesta, primääripiirin ilmausvaikeuksista ylösajon aikana ja kahden venttiilin – ensin paineistimen ruiskutuslinjan venttiilin ja sitten höyrylinjan eristysventtiilin (Rockwell) – vikojen korjaamisesta. Molempien venttiilien korjaamista varten laitossyksikkö jouduttiin jäähdyttämään kuumaseisokkitilasta takaisin kylmäseisokkiin.

Loviisa 2:lla oli neljän vuoden välein tehtävä pitkä vuosihuolto. Laitos pysäytettiin vuosihuoltoon varten 26.8.2006 ja vuosihuolto päättyi 1.10.2006 noin kolme vuorokautta suunniteltua myöhemmin. Loviisa 2:n vuosihuollon piteneminen johtui reaktoripainesäiliön yläreunan laipan sisemmästä tiivisteurasta löytyneen särön korjaamisesta ja toisen päämuuntajan jännitemuuntajien vaurioista, joiden korjaus muutti mm. turbiinien käyttöönottojärjestyksen.

Loviisa 2:lla vuonna 2004 todettu erittäin pieni höyrystimen putkivuoto pyrittiin paikantamaan vuosihuollossa, mutta vuodon pienuuden takia paikantaminen ei onnistunut. Voimayhtiö on jatkanut seuranta uuden käyttöjakson aikana. Vuodolla ei ole merkitystä laitoksen eikä ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

Vuosihuoltojen aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,65 manSv ja Loviisa 2:lla 0,94 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” sekä liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

STUK valvoi mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisia järjestelyjä, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaa, ydinpolttoaineen vaihtoa, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiä tarkastuksia ja testauksia. STUK kiinnitti valvonnassaan huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehty turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista.

STUKin valvonta kohdistui myös yleiseen siisteyteen ja järjestykseen sekä valvomotoimintaan seisokkien aikana. Töiden suoritus sekä yleinen siisteys ja järjestys olivat paremmin hoidettuja kuin vastaavatyypisissä seisokeissa viime vuosina. Kuitenkin siisteyden ja järjestyksen ylläpidossa on edelleen parantamisen tarvetta.

Laitoksen päävalvomon työskentelyn rauhoittamiseen suunnitellut toimenpiteet toteutuivat kohtuullisen hyvin. Aikaisempien vuosien tapaan työmääräinten käsittely oli siirretty pääosin valvomon vieressä olevaan tilaan. STUKin tarkastuksissa valvomotilanteita havainnoitiin säännöllisesti laitoskierroksilla ja valvomotoiminta todettiin asialliseksi ja rauhalliseksi. Uusi töiden hallintajärjestelmä aiheutti ennakoimattomia muutoksia valvomon ohjaajien rooleihin. Voimayhtiö kehittää järjestelmää saatujen kokemusten perusteella.

Loviisan laitoksen vuosihuoltoseisokkien valvontaan käytettiin normaalina työaikana 211 työpäivää. Lisäksi laitoksella työskenteli vakituisesti yksi paikallistarkastaja. Normaalin työajan ulkopuolella vuosihuoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 114 tarkastuspäivää.

### **Laitoksen ylläpito ja ikääntymisen hallinta**

Vuonna 2006 STUK arvioi alustavasti Loviisan laitoksen käyttöluvhakemukseen valmisteltuja ikääntymisen hallinnan asiakirjoja, joissa voimayhtiö esittää käyttöään hallinnan periaatteet ja

toteutuksen sekä laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien tilan ja käyttöään jatkoperusteet. STUK arvioi voimalaitoksen ikääntymisen hallintaprosessia ja todensi saamiensa asiakirjojen tietoja laitospaikalla tehdyissä vuosittaisissa käytönvalvonnan tarkastuksissa.

Arviointien ja tarkastusten perusteella STUK edellytti Fortum Power and Heat Oy:n kiinnittävän enemmän huomiota turvallisuuden huomioon ottamiseen laitteiden valinnoissa ja sähkö- ja automaatioteknisille laitteille tärkeään teknologiseen vanhenemiseen. STUK edellytti lisäselvityksiä mm. reaktoripainesäiliön säteilyhaurastumisen seurannan ohjeistamisesta, eroosiokorroosiolle altistuvien järjestelmien pitkän aikavälin trendeistä, pääkiertoputkiston ja höyrystintilassa sijaitsevan päähöyryputkiston värähtelyistä, höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän termisestä väsymisestä sekä reaktoripainesäiliön sisäosien kellumisen estävistä jousista.

Loviisan voimalaitoksella kunnossapito-ohjelmia on kehitetty poistamalla vähämerkityksellisten kohteiden ennakkohuoltotöitä. STUK pitää tärkeänä, että tässä yhteydessä tarkastellaan myös tarvetta lisätä resursseja turvallisuuden kannalta merkittävien laitteiden ennakkohuoltoon. YVL-ohjeiden edellyttämää kunnossapito-ohjelmien säännöllistä ajantasaisuuden arviointia ei ole viime vuosina tehty Loviisan voimalaitoksella. STUK edellytti, että voimayhtiö käynnistää ohjelmien säännöllisen arvioinnin uudelleen.

Kemian tarkastuksessa arvioitiin sekundääripiirin vesikemiallisia olosuhteita kuvaavien tietojen hyödyntämistä laitteiden ikääntymisen seurannassa. Tarkastus kohdistui mm. kemian ohjeisiin, kemian laboratorion menettelyihin laitteiden ikääntymisen seurannassa sekä kemian laboratorion ja ikääntymisen hallinnasta vastaavien yksiköiden väliseen yhteydenpitoon. Tarkastuksessa käsiteltiin myös Loviisa 1:llä yhden höyrystimen lämmönsiirtoputkissa vuonna 2006 havaittuja viikanäyttämiä. Niitä esiintyi samoissa kohdissa, joissa oli myös kiintoainekertymää, millä on saatanut olla korroosiota lisäävä vaikutus. Laitoksella otettiin vuonna 2006 käyttöön uusitut sekundääripiirin vesikemian ohjeet, joiden mukaiset menettelytavat tarjoavat aikaisempaa paremmat mahdollisuudet sekundääripiirin komponenttien ikääntymisen hallintaan.

Rakenteita koskevassa käytön tarkastusohjel-

man tarkastuksessa arvioitiin Loviisan voimalaitoksen betonirakenteiden ja terässuojarakennuksen tarkastusohjelmia sekä voimalaitoksen rakenteille vuonna 2005 tehtyä kuntoarviota. Vuonna 2006 voimayhtiö on parantanut merivesitunnelien betonirakenteiden terästen ja teräsrakenteiden suojausta korroosiota vastaan ja tarkastanut jäähdytysveden tulopuolen kalliotunnelit. Tehtyjen tarkastusten ja tutkimusten perusteella STUK arvioi Loviisan voimalaitosten rakenteiden olevan hyvässä kunnossa.

Loviisan laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokeissa ei tehty merkittäviä ikääntymisen hallintaan liittyviä havaintoja. Molemmilla laitosyksiköillä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja putkistoille ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaikaistarkastukset. STUKin valvontaan sisältyi tarkastusohjelmien hyväksyminen ennen tarkastusten aloittamista sekä tarkastusten valvonta ja tulosten läpikäynti laitoksella. Lopulliset tulosraportit hyväksytetään STUKilla vuosihuollon jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundääripiirin putkistojen ns. kunnonvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

Loviisa 1:llä tarkastettiin reaktorin tukikorin verhouksen kiinnitysruuvit vaihdettujen polttoaine-elementtien ja säätösauvojen kohdilta. Reaktoripainesäiliön kannen kaksi säätösauvakoneiston läpivientiyhdettä tarkastettiin ultraäänellä, koska yhteiden suojaholkeissa oli havaittu vettä vuoden 2004 seisokissa. Veden määrä ei ollut muuttunut eikä yhteiden lämpösuojaholkeissa havaittu pullistumia. Suojaholkit vaihdetaan vuoden 2008 pitkässä vuosihuoltoseisokissa. Reaktoripainesäiliön laippatasolta löydetty tiivistepinnan säröt korjattiin hitsaamalla ja tiivistepinta ja tiivisteurat koneistettiin alkuperäisiin mittoihinsa. Kolmesta höyrystimestä tulpattiin kaikkiaan 24 lämpöpintaputkea, joista yksi saatiin tulpattua vain toisesta päästä. Lisäksi vuosihuollossa tehtiin mm. paineistimen päävaroventtiilien ja niiden ohjausventtiilien huollot ja tarkastukset, höyrystimien varoventtiilien vuosikoestukset, kahden pääkiertopumpun huollot ja tarkastukset sekä säätösauvakoneistojen huollot.

Loviisa 2:lla tarkastettiin kaikki reaktorin tukikorin verhouksen kiinnitysruuvit (312 kpl), joista yhteensä neljä vaihdettiin. Irrrotetut ruuvit tutkitaan erikseen säröjen luonteen selvittämiseksi.

Loviisa 2:lla kaksi reaktoripainesäiliön kannen säätösauvakoneiston läpivientiyhteen suojaholkia vaihdettiin niissä aiemmin havaitun veden takia. Vaihtotyö tehtiin STUKissa hyväksytyyn suunnitelman mukaisesti. Työ osoittautui ennakoitua hankalammaksi, mutta saatiin toteutettua suunnitelman edellyttämällä tavalla. Myös Loviisa 2:n reaktoripainesäiliön laippatason tiivistepinnasta löytyi säröindikaatioita noin 20 kohdassa. Säröt korjattiin samalla tekniikalla kuin Loviisa 1:llä. Lisäksi korjattiin painauma, joka oli syntynyt vuonna 1988 tiivisteiden jäätymä osittain kahden tiivisteuran välisen kannaksen ja kannen väliin. Reaktorin korkeapaineisessa hätäjäähdytysjärjestelmässä uusittiin kaksi pumppua sekä tehtiin tarpeelliset putkistomuutokset. Höyrystimien lämpöpintaputkia tarkastettiin neljästä höyrystimestä ja kaikkiaan kahdeksan putkea tulpattiin. Lisäksi tehtiin pääventtiilien, pääkiertopumppujen ja säätösauvakoneistojen huollot ja tarkastukset kuten Loviisa 1:llä.

STUKin tarkastusalueelle kuuluvia painelaitteiden määräaikaistarkastuksia ei ollut Loviisa 1:llä yhtään. Loviisa 2:lla tarkastuksia oli 22. STUK valvoi molemmilla laitosyksiköillä tarkastuslaitosten suorittamia tarkastuksia turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille.

STUK teki vuoden aikana rakennetarkastuksia ja laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastuksia yhteensä 247. Lisäksi tehtiin kolme käyttöönottotarkastusta.

Sähköjärjestelmien ja -laitteiden korjaus- ja huoltotöitä olivat Loviisa 2:lla tehdyt dieselgeneraattoreiden vaihdot, pääkiertopumppujen moottoreiden kevennysmagneettien tasasuuntaajien vaihdot ja yhden pääkiertopumpun vaihto. Automaatiojärjestelmien korjaustöinä molemmilla laitosyksiköillä tehtiin sivumerivesipiirin varapumppujen käynnistysautomaatiikan muutos alijännitetilanteita varten sekä reaktorin suojausjärjestelmän muutaman vikaantuneen releen vaihdot ja korjaukset.

Loviisan voimalaitoksen tarkastuslaitoksen sähkö- ja automaatiotekniikka teki 45 käyttöönottotarkastusta. STUK tarkasti muutostöitä koskevat suunnitelmat ja valvoi osan muutostöiden käyttöönottotarkastuksista. Vuosihuoltojen aikana STUK valvoi sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja laitteiden määräaikaistarkastuksia ja koestuksia.

## Säteilyturvallisuus

### Työntekijöiden säteilyaltistus

Säteilysuojelun ALARA-toimenpideohjelma työntekijöiden säteilyannoksen pienentämiseksi on päivitetty Loviisan laitoksella vuonna 2006. STUKin vaatimuksesta Loviisan laitos arvioi tätä ennen laitostyöntekijöiden säteilytasoihin vaikuttavat tekniset toimenpiteet. Loviisa 2:lla käytettiin lisäsäteily suoja mm. vaativissa reaktorikannen ja -korin huoltotöissä.

STUK on edellyttänyt, että Loviisan laitoksella tulee edelleen eri tavoin tehostaa reaktorin primääripiirin läheisyydessä tehtävien huoltotöiden säteilysuojelun ohjausta ja valvontaa sekä arvioida, voidaanko laitosten vuosihuoltojen järjestys vaihtaa. Urakoitsijoiden yhteistä säteilysuojelukoulutusta ja vertailutiedon hankintaa ulkomaisen referenssilaitosten käytännöistä tulee jatkaa yhdessä viranomaisen ja muiden osapuolten kanssa.

Loviisan laitoksen työntekijöiden kollektiiviannos vuonna 2006 oli painevesireaktoreiden keskitasoa. Loviisan laitoksen kollektiiviannokset ovat OECD/NEA -vertailussa vastaavien keskieuropalaisten VVER reaktoreiden keskiarvoa suurempia, mikä johtuu ensisijaisesti muista laitoksista poikkeavasta primääripiirin sijoittamisesta huoltotyön kannalta ahtaaseen suojarakennustilaan.

Ydinvoimalaitostyöntekijöiden vuoden 2006 henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat on esitetty taulukossa 1. Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos oli 18,4 mSv, eli yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet vuoden annosrajaa 50 mSv. Tämä annos kertyi työskentelystä sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet viiden vuoden annosrajaa 100 mSv. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos viisivuotiskaudella 2002–2006 oli 70,4 mSv. Annos kertyi Loviisan, Olkiluodon ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilta.

Loviisan ydinvoimalaitoksella vuonna 2006 saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 13,63 mSv. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,68 manSv ja Loviisa 2:lla 0,98 manSv ja yhteensä 1,66 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitostyöntekijälle on kahden peräkkäisen

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

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

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

Lähde: STUKin annosrekisteri

vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden, mikä merkitsee yhdelle Loviisan laitostyöntekijälle 1,22 manSv säteilyannosta. Vuosien 2005–2006 säteilyannoksilla raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitostyöntekijällä. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöille ympäristöön on määrätty vuosittaiset raja-arvot laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa. Päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2006 huomattavasti alle asetettujen rajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 5,8 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä

hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilyuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktiivintituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 0,3 MBq, mikä on noin 0,0001 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 0,1 GBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili-14 -päästö ilmaan noin 0,1 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 17 TBq on noin 11 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,6 GBq, mikä on noin 0,06 % päästörajasta.

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta. Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman yksilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

### *Ympäristön säteilyvalvonta*

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

Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä otettiin vuonna 2006 yhteensä 324 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kuudessa sedimentoituvan aineksen näytteessä, yhdeksässä vesikasvinäytteessä, kahdessa laskeumanäytteessä, kahdessa merivesinäytteessä, yhdessä ilmanäytteessä ja yhdessä pohjaeläinnäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 16 näytteessä. Näytteissä havaittiin lisäksi hopea 110m (10 havaintoa), koboltti 58 (8 havaintoa), antimoni 124 (6 havaintoa), tritium (2 havaintoa), mangaani 54 (5 havaintoa), niobium 95 (2 havaintoa), zirkonium 95 (2 havaintoa), telluuri 123m (2 havaintoa), kromi 51 (1 havainto) ja rauta 59 (1 havainto).

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

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

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi ydinvoimalaitoksen ympäristössä on 15 jatkuvatoimista mittausasemaa kahden ja viiden kilometrin etäisyyksillä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitokselle että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ydinvoimalaitosten ympäristöön on sijoitettu erikseen luettavia annosmittareita kymmeneen pisteeseen. Ulkoisessa säteilyssä ei esiintynyt muutoksia, jotka olisivat ylittäneet luonnon taustasäteilyn normaalin vaihtelun.

### **3.1.6 Organisaatioiden toiminnan valvonta**

#### **Turvallisuusjohtaminen**

STUK arvioi vuoden mittaan asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä Loviisan laitokselta kertyneen tiedon perusteella sitä, miten voimayhtiössä huolehditaan laitoksen turvallisuudesta.

STUK kohdisti vuonna 2006 käytön tarkastusohjelman tarkastuksen Loviisan automaatiuudistukseen. Tarkastuksessa käsiteltiin projektin johtamista, verkoston Loviisan voimalaitos – FNS – laitetoimittaja – alihankkijat yhteistoimintaa, käyttäjien koulutusta ja koko organisaation valmistautumista uuden automaatiojärjestelmän käyttöönottoon. Tarkastuksessa voitiin todeta, että projektin johtamisen menettelyt ovat toimivia ja niitä on kehitetty Loviisan laitoksella aiemmasta projektityöstä saatujen kokemusten perusteella.

Loviisan laitoksen turvallisuuden hallinnan merkittäväksi kehityskohteeksi tunnistettiin jo vuoden 2005 aikana henkilöstöresurssien vähyys tietyissä turvallisuuden kannalta tärkeissä tehtävissä. Tämä aiheutui henkilöstön siirtymisestä eläkkeelle, toisiin tehtäviin voimalaitoksen tai voimayhtiön sisällä ja pois voimayhtiön palveluksesta. Vuoden 2006 aikana STUK valvoi tilannetta keskustelemalla aiheesta laitoksen vastuullisen johtajan kanssa sekä kohdistamalla käytön tarkas-

tusohjelman tarkastuksen henkilöstöjohtamiseen. Tarkastuksessa kerättiin tietoa Loviisan laitoksen henkilöstösuunnittelusta, rekrytointimenettelyistä ja henkilöstön riittävydestä haastatteleamalla voimalaitostekniikka- ja turvallisuusyksiköiden henkilöstöä ja tarkastelemalla aiheeseen liittyviä dokumentteja. STUK on vaatinut laadittavaksi toimenpidesuunnitelman tarkastuksessa todettujen henkilöstöresurssivajeiden korjaamisesta. Loviisan laitos on aloittanut korvausrekrytoinnit. Tarkastuksen tuloksia käytetään myös käyttöluvan uusintaan liittyvässä turvallisuusarviossa.

### **Laadunhallintajärjestelmä**

Loviisan voimalaitos on ylläpitänyt ja kehittänyt laadunhallintajärjestelmäänsä järjestelmällisesti omien suunnitelmien mukaisesti. Ohjeistoa on pidetty ajan tasalla sovittujen käytäntöjen mukaisesti. Luvanhaltija Fortum Power and Heat Oy on päivittänyt vuoden 2006 aikana viisi laatukäsikirjan lukua.

Luvanhaltija on aikaisemmin verrannut Loviisan laitoksen laadunhallintajärjestelmää mm. standardiin ISO 9001 sekä IAEA:n turvallisuusvaatimuksiin ja ohjeisiin. Vertailun perusteella laadunhallintaa on kehitetty edelleen ottamalla käyttöön mm. laitoksen johdon katselmukset ja itsearviointimenettely, joiden tavoitteena on parantaa johtamisjärjestelmää ja organisaation toimintaa. Loviisan laitos arvioi säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantatarkastusohjelman ja erillisen riippumattoman tarkastusmenettelyn avulla.

### **Henkilökunnan pätevyys ja koulutus**

STUK valvoi Loviisan laitoksen henkilökunnan koulutusta käytön tarkastusohjelman tarkastuksessa. Loviisan laitoksen keskeisimpiä osaamisen kehittämisen haasteita vuoden 2006 aikana olivat laitoksen automaatiouudistukseen valmistautuminen sekä uusiin hätä- ja häiriötilanneohjeisiin liittyvä kelpuutustyö ja ohjeiden käytön koulutus. Lisäksi laitoksen koulustoittoiminnan tärkeitä tehtäviä olivat uusien ohjaajien koulutus ja uuden henkilöstön perehdytysuunnitelmien toteutuksen seuranta. Loviisan laitokselta osallistui 8 henkilöä vuonna 2006 järjestettyyn viiden viikon mittaiseen ydinalan peruskoulutusohjelmaan, joka toteutettiin STUKin, voimayhtiöiden, VTT:n

ja korkeakoulujen yhteistyönä. Loviisan laitoksella on useista syistä viime vuosina ollut aiempaa suurempi henkilökunnan vaihtuvuus, joten uusien tai tehtäviään vaihtaneiden henkilöiden perehdytykseen on ollut tarpeen kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota.

STUK hyväksyi luvanhaltijan hakemuksesta sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön, ohjaajan tai ohjaajaharjoittelijan tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin 21:lle Loviisan laitoksen henkilölle. Näistä 3 on uusia vuoropäälliköitä, 4 uusia ohjaajia ja 6 ohjaajaharjoittelijoita. Muut hyväksymispäätökset olivat vanhojen päätösten määräaikaaisia uusimisia.

### **Käyttökokemustoiminta**

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisessä käyttökokemusryhmässä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on kehittää ja parantaa toimintaa sekä estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporteissa ja koulutustilaisuuksissa.

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumareportit ja vuosittaisen selvityksen käyttökokemustoiminnasta. Loviisan laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi. Vuonna 2005 merkittävimpänä ongelmana Loviisan laitoksen käyttökokemustoiminnassa oli henkilöstön vähyys, joka on korjattu vuoden 2006 aikana. Raporttien toimittamisessa on kuitenkin yhä vuonna 2005 todettua viivettä. Lisäksi raportit eivät ole kaikilta osin täyttäneet vaadittua laatutasoa.

STUKissa toimii ulkomaisten ydinvoimalaitosten käyttökokemuksia seuraava IRS-ryhmä. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä. Tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta arvioidaan Suomen laitosten kannalta.

Ruotsissa Forsmarkin ydinvoimalaitoksella tapahtuneen sähköjärjestelmien häiriön johdosta vastaavan tapahtuman mahdollisuutta arvioitiin Loviisan laitoksella. Kuvaus Forsmarkin tapahtumasta on liitteessä 4.

### Tapahtumien tutkinta

STUK ei käynnistänyt vuonna 2006 Loviisan laitosta koskevia tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä nimetään silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

### Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitoksen hakemuksesta neljä ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta kahdentoista eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testaajia tekemään sekä mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää testausta että määräraikaistestauksia Loviisan laitossyksiköillä. Aikaisemmat valmistajia ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu. Vuonna 2002 hyväksytty Loviisan voimalaitoksen tarkastusyksikkö ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL” jatkoi toimintaansa.

STUK valvoi molemmilla laitossyksiköillä tarkastuslaitosten tekemiä tarkastuksia turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille. STUK valvoi myös voimayhtiön oman tarkastuslaitoksen mekaanisten laitteiden tarkastustoimintaa turvallisuusluokissa 3 ja 4 sekä luokassa EYT. Turvallisuusluokitus perustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa oman tarkastustoimintansa yhteydessä sekä tekemällä asiakirjatarkastuksia ja seurantakäyntejä. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK valvoi myös hyväksymänsä tarkastuslaitoksen ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL, S&A -tek-

niikka” toimintaa ja sen tarkastajien tekemiä sähkö- ja automaatioteknisiä käyttöönottotarkastuksia. Toiminta todettiin ohjeen YVL 5.2 mukaiseksi.

### Ydinvastuu

Ydinenergiaa käytävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Fortum Power and Heat Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2006 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 milj. euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi päätetty säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi. Lakimuutos ei ole vielä voimassa, vaan odottaa em. kansainvälisten sopimusten voimaantumista.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvontavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Fortum Power and Heat Oy:n vakuutuksen, ja STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät vastuuvakuutukset.

### 3.1.7 Ydinturvallisuuden tunnusluvut

STUKin toiminnan ydinlaitosturvallisuutta kuvaaville vaikuttavuustunnusluvuille asetetut vaatimukset täyttyivät vuonna 2006 Loviisan voimalaitoksella kaikilla niillä alueilla, missä niitä oli asetettu: työntekijöiden säteilyannokset, ydinlaitosten radioaktiiviset päästöt ja niistä aiheutuva väestön säteilyaltistus, turvallisuutta vaaranta-



vat tapahtumat ydinlaitoksilla sekä ydinlaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunto.

Ydinvoimalaitoksentyöntekijöiden henkilökohdaiset ja kollektiiviset säteilyannokset alittivat niille asetetut rajat. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ja veteen sekä päästöistä ympäristön väestölle aiheutunut säteilyaltistus pysyivät pieninä alittaen niille asetetut rajat.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna Loviisan voimalaitoksen käyttötoiminnassa ei ilmennyt merkittäviä puutteita. Laitosyksiköitä käytettiin pääsääntöisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti lukuun ottamatta kahta poikkeavaa tilannetta. Ensimmäinen poikkeama johtui höyrystimen ulospuhalluksen aktiivisuussmittauksen kalibroinnista samanaikaisesti kun korvaavana mittauksena toimiva lauhduttimen aktiivisuussmittaus oli epäkuntoinen. Poikkeamista toinen johtui siitä, että paineistimen suurikapasiteettisten puhalluslinjojen koestusvälin muutosta ei ollut viety TTKE:hen.

Turvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei Loviisan laitosyksiköillä ollut. Erikoisraportin laatimista edellyttäviä tapahtumia oli kaikkiaan viisi, jotka kaikki sattuivat Loviisa 2 -laitosyksiköillä. Erikoisraportoitavien tapahtumien määrä on Loviisan laitoksella kasvussa edellisiin vuosiin verrattuna. Edellä mainittujen TTKE-poikkeamien lisäksi oli kolme muuta erikoisraportoitavaa tapahtumaa, jotka liittyivät sähkökeskusten virtakiskoissa määräaikaikokeissa havaittuihin vaurioihin, kontaminaation leviämiseen vuosihoitoseisokissa reaktorialtaan imuroinnissa käytetystä huonosti puhdistetusta laitteistosta sekä hätävesiakun purkaukokeen tekemättä jättämiseen akulle tehtyjen huoltotoimien jälkeen. Käyttöhäiriöraporttien kaksinkertainen määrä vuonna 2006 edellisvuoteen verrattuna johtuu raportointimenettelyjen muutoksesta, joten lukumäärä ei ole verrannollinen aikaisempien vuosien määriin. Tapahtumien välittömät syyt painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin toisin kuin aikaisemmin, jolloin Loviisan laitoksen käyttötapahtumien taustalla on pääsääntöisesti ollut tekniset viat. Todelliseksi paloiksi luokiteltavia tapahtumia Loviisan voimalaitoksella oli yksi: Loviisa 2:n jännitemuuntajan räjähdys ja sitä seurannut palo.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Riskin kannalta merkittävien tapahtumien lukumäärät osoittivat Loviisassa pientä kasvua edellisvuotisesta. Tapahtumien lukumäärien muutoksia edelliseen vuoteen verrattuna voidaan pitää normaalina tilastollisena vaihteluna. Merkittävimmät tapahtumat liittyivät ilmastointijärjestelmien ja valvomoiden instrumentointitilojen jäähdytysjärjestelmien vikoihin sekä turvallisuusjärjestelmien vikoihin. Apusyöttövesijärjestelmien vuosihoillon aikaiset ennakkohoollot kuuluivat myös riskin kannalta merkittävien tapahtumien luokkaan. Muiden riskimerkityksellisten tapahtumien lukumäärät olivat samaa suuruusluokkaa kuin edellisenä vuonna ja epäkäytettävyydet Loviisan laitoksella aiheutuivat pääosin laitteiden vioista. Vuoden 2006 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

STUKin toiminnan vaikuttavuuslukuihin on sisällytty mm. ydinvoimalaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunnan kannalta seuraava tavoite: Ydinvoimalaitosten onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan. Riskiä arvioidaan todennäköisyyspohjaisella riskianalyysillä, jonka mallissa on mukana mm. säännöllisesti päivitetävät tiedot laitteiden luotettavuudesta. Loviisan laitoksen onnettomuusriski pieneni jonkin verran vuodesta 2005 eräiden laitosmuutosten ja täsmennyneiden analyysien tähden.

Kunnossapitotoiminnan kehityssuuntaa Loviisan laitoksella oli vuonna 2006 vaikea arvioida. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden määrät eivät vuonna 2006 olleet enää suoraan vertailukelpoisia edellisvuotisten kanssa, sillä tunnusluvun perustana olevien tietojen kirjausmenettelyt ovat muuttuneet. Ennakkohoitojen ja vikakorjausten suhde pysyi muutoksista huolimatta edellisten vuosien keskiarvojen tasolla. Kunnossapitotoiminnan on tämän perusteella arvioitu olevan tasapainoista ja sitä toteutettavan samoin perustein kuin aikaisemminkin. Laitosten ennakkohoitotöiden määrään vaikuttaa vuosihoitoseisokkien piteuden mukaan

määräytyvät ennakkohuollot. Tunnusluvun muutosten tulisi jatkossa johtua pääosin vuosihuoltojen rytmityksen aiheuttamasta vaihtelusta, mitä voitaisiin pitää osoituksena toimivasta kunnossapitostrategiasta.

Tehokäytön aikaisten turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vikakorjausten kokonaismäärien lievä kasvusuuntaus pysähtyi vuonna 2006. Laitoksen ylläpitotoiminnassa on jatkuvasti parannettu vikojen havaitsemista ja ennakointia. Laitteita on uusittu ennakoitujen vikaantumisriskin kasvun perusteella. Näiden toimenpiteiden johdosta laitoksen ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa tunnusluvussa tai sen taustalla olevissa vikatiedoissa, mikä on osoitus laitteiden käyttöiän hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräiset korjausajat ovat pysyneet Loviisan laitossyksiköillä usean vuoden ajan kohtuullisen vakaina. Keskimääräiset korjausajat laskevat vuonna 2006 Loviisa 1:llä mutta kasvoivat Loviisa 2:lla, missä korjausajan vuosittainen kehitys on ollut epävakaa. Keskimääräistä korjausaikaa Loviisa 2:lla näyttää kasvattavan niiden korjaustöiden osuus, joissa TTKE:n sallima korjausaika on pitkä. Loviisan laitoksen kunnossapidon resurssien riittävyyden ja toiminnan tehokkuuden osalta tulisikin ryhtyä toimenpiteisiin, joilla lyhennetään korjausaikoja myös tällaisten laitteiden osalta. Kaikkien järjestelmien laitevioista johtuvat tuotannonmenetykset Loviisan laitossyksiköillä pysyivät vuonna 2006 pieninä, mistä kertovat myös laitossyksiköiden korkeat käyttökertoimet.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta mittaavat kansainväliset indeksit osoittivat, että seurattavien järjestelmien epäkäytettävyydet ovat edelleen normaalina pidettävällä matalalla tasolla. Loviisan laitossyksiköillä oli pientä nousua hätädiezelgeneraattoreiden sekä hätäsyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyydessä. Dieseleissä esiintyneet viat johtuivat tavanomaisista laitteiden vanhenemisilmiöistä ja hätäsyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyyden vuosihuolloissa tehdyistä huoltotöistä.

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit -tunnusluku osoitti investointien pysyneen Loviisan

laitoksella keskimääräistä korkeammalla tasolla. Loviisan laitoksen pääinvestointeja viime vuosina ovat olleet varautuminen vakaviin reaktorionnettomuuksiin ja turbiinin modernisointi. Merkittävin menneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitossyksiköiden automaation uusiminen, johon liittyen vuonna 2006 kustannuksia aiheutui uusien rakennusten tekemisestä sekä simulaattorin kehittämisestä. Laitosdokumentaatio oli Loviisan 2:n vuosihuollossa toteutettujen laitosmuutosten jälkeen saatettu käynnistykseen mennessä päivitettävien asiakirjojen osalta riittävän hyvin ajan tasalle.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt pääsääntöisesti hyvänä. Loviisan laitossyksiköillä polttoainevuotoja ei ole esiintynyt vuoden 1999 jälkeen.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2006 esitetään liitteessä 1.

### 3.1.8 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Loviisan voimalaitoksen käyttö on ollut häiriötöntä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Säteilyturvakeskuksen valvonnassa ei ole tullut esille ydinturvallisuuteen liittyviä merkittäviä puutteita. Voimalaitoksen työntekijöiden henkilökohtaisia säteilyannoksia, työntekijöiden kollektiivista annosta ja laskennallisesti määritelty ympäristön eniten altistuneen asukkaan annokselle asetetut säteilysuojelutavoitteet ovat toteutuneet hyvin vuoden 2006 aikana. Säteilysuojelun alueella Loviisan voimalaitoksen toiminnassa on edelleen kehitettävää kontaminoituneiden komponenttien käsittelyssä ja mahdollisuuksissa pienentää työntekijöiden kollektiivista annosta.

Loviisan voimalaitoksen alkutapahtumia ennalta ehkäisevät toimenpiteet ovat toimineet hyvin. Muun muassa ikääntymisen vaikutuksia ei ole havaittavissa kunnossapitoon liittyvissä turvallisuuden tunnusluvuissa. Loviisa 2 laitossyksiköllä on vaihdettu kaksi reaktorin korkeapaineista hätäjäähdytyspumppua ja uusilla hätä- ja häiriötilanneohjeilla on parannettu toimintaedellytyksiä mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Laitoksen päättöjä rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä.

Loviisan voimalaitoksella on menettelytavat ja

henkilöstö laitoksen käyttämiseksi turvallisesti. Ikääntymisenhallintaprosessi on integroitu hyvin laitoksen pitkän aikavälin suunnitteluun. Tässä prosessissa on kuitenkin edelleen kehitettävää seuraavilla alueilla. Optimoitaessa laitoksen kunnonohjelmia erityistä huomiota vaatii vielä resurssien kohdentaminen turvallisuuden kannalta tärkeisiin kohteisiin. Ohjelmoidun teknologian yhä laajempi käyttöönotto laitoksella lisää teknologisen vanhenemisen merkitystä ikääntymisenhallinnassa.

Turvallisuudelle tärkeissä tehtävissä Loviisan voimalaitoksella on ollut merkittävää vaihtuvuutta henkilöstössä. Tämä on johtanut eräisiin ongelmiin henkilöresursseissa. Laitoksen henkilöstösuunnittelua ja rekrytointimenettelyjä tulee edelleen kehittää. Käyttökokemustoiminnan tasoa tulee vielä parantaa.

## 3.2 Olkiluoto 1 ja 2

### 3.2.1 Säännösten täytäntöönpano

STUKissa on käytössä menettely, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Käyttöön otetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 1.3, Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Testaus- ja tarkastuslaitosten hyväksyminen, 3.2.2006
- YVL 2.4, Ydinvoimalaitoksen primääri- ja sekundääripiirin paineenhallinta, 24.11.2006

- YVL 3.1, Ydinlaitosten painesäiliöt, 31.1.2006
- YVL 3.4, Ydinteknisten painelaitteiden valmistajan hyväksyminen, 31.1.2006
- YVL 3.5, Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuuden varmistaminen, 3.10.2006
- YVL 3.8, Ydinvoimalaitosten painelaitteet, rikkomattomat määräaikaistarkastukset, 10.2.2006
- YVL 3.9, Ydinvoimalaitosten painelaitteet. Rakennearvot ja hitsauslisäaineet, 17.2.2006
- YVL 5.5, Ydinvoimalaitoksen automaatiojärjestelmät ja -laitteet, 22.9.2006.
- YVL 8.1, Voimalaitosjätteiden loppusijoitus, 10.9.2003.
- YVL 8.3, Keski- ja matala-aktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi, 29.6.2005.

Ohjeiden YVL 1.3, YVL 2.4, YVL 3.4, YVL 3.5, YVL 3.9, YVL 8.1 ja YVL 8.3 osalta STUKilla ei ollut huomautettavaa luvanhaltijan selvitykseen ohjeiden vaatimusten toteutumisesta luvanhaltijan ydinlaitoksella ja toiminnassa.

Ohjeen YVL 3.1 osalta tunnistettiin kaksi poikkeamaa. Ohje YVL 3.1 edellyttää lämmönvaihtimien luokittelusta kokonaisuutena ylempään turvallisuusluokkaan. Olkiluodon laitoksilla käytettävä luokitus perustuu järjestelmien erotteluun ja lämmönvaihtimien ensiö- ja toisiopuolella voi olla eri turvallisuusluokka. Toinen poikkeama liittyy vaatimukseen, jonka mukaan ohjetta edellytetään sovellettavaksi myös höyryturbiinin lauhduttimeen. Lauhdutin on Olkiluodon laitoksilla määritelty teräsrakenteeksi, ja rakennettu teräsrakenteiden vaatimusten mukaisesti. STUK piti kumpaakin poikkeamaa hyväksyttävänä.

Ohjetta YVL 3.8 koskien STUK tarkensi 22.9.2003 antamaansa YVL-ohjetta täsmennyksillä, jotka koskivat mm. pätevännin lähtötietoja, ohjeistamista ja valvontaa sekä määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelman toimittamisajankohtaa STUKille. Päätöksessä edellytettiin luvanhaltijan toimittavan arvionsa näiden tarkennettujen vaatimusten täyttymisestä ja ehdotuksen tarvittavista toimenpiteistä.

Ohjeen YVL 5.5 täytäntöönpanopäätöksessä STUK esitti Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n osalta vaatimukset ajanmukaisen varavalvomon toteuttamisesta, reaktorin pinnankorkeuteen perustuviin suojauslaukaisujen diversifoinnista ja laitoksen suunnitteludokumentaation johdonmukaistamisesta.

### 3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

#### Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttölupien uusimisen yhteydessä. Analyysit päivitetään myös laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapahumien antaessa päivittämiseen aihetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyyssejä.

Vuonna 2006 tarkastettiin SVEA-96 Optima 2 -polttoaineen soveltuvuustutkimus. Soveltuvuustutkimuksen perusteella STUK hyväksyi SVEA-96 Optima 2 -tyyppisen polttoaineen otettavaksi käyttöön Olkiluodon ydinvoimalaitoksella maksimaaliseen keskimääräiseen nippupalamaan 45 MWd/kgU asti. Polttoainetyyppi otetaan käyttöön vuoden 2007 vaihtolatausseisokissa.

SVEA-96 Optima 2 -polttoainenippu pohjautuu aikaisempaan SVEA-96 Optima -konseptiin, josta Olkiluodon laitoksella on käyttökokemusta vuodesta 2000 lähtien. Niput poikkeavat toisistaan osapitkien sauvojen lukumäärän ja pituuden osalta. Materiaalit ja pääosa komponenteista ovat samat. Optima 2 -polttoainetyyppi on tätä ennen otettu käyttöön monessa maassa ja sitä on käytetty reaktoreissa, joiden olosuhteet ovat Olkiluoto 1:n ja 2:n kaltaiset. Olkiluoto 1 ja 2 ovat viimeiset reaktorit, joille on vielä toimitettu SVEA-96 Optima -polttoainetta.

Optima 2 -polttoainenipun todettiin täyttävän kriittisyysturvallisuusvaatimukset kaikissa Olkiluodon laitoksen polttoaineen varastointitelineissä, mutta marginaali polttoaineen muutoksille on pieni. STUK edellytti, että polttoainetelineiden kriittisyysturvallisuus on tarkastettava erikseen, jos Optima 2 -nipun kriittisyysturvallisuuteen vaikuttaviin parametreihin tehdään vaihtolatauskohdaisia muutoksia.

Muita Olkiluodon laitosta koskevia deterministisiä turvallisuusanalyyssejä ei toimitettu STUKille tarkastettavaksi vuonna 2006.

#### Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Teollisuuden Voima Oy selvitti vuonna 2005 yhteistyössä Ruotsin kiehutusvesilaitosten kanssa kovan pakkasen aikana tapahtuvan reaktorirakennuksen lämmityksen menetyksen vaikutuksia

mm. instrumenttitiloissa oleviin reaktorin pinnanmittauksen impulssiputkiin. Ruotsissa eräiden kiehutusvesilaitosten impulssiputkien jäätyminen on arvioitu olevan mahdollista, jos reaktorirakennuksen lämmitys menetetään alle  $-20$  °C:een lämpötilassa ja samanaikaisesti ilmanvaihto jää päälle. Pinnanmittauksen menetys impulssiputkien jäätyminen takia aiheuttaisi vakavia ongelmia reaktorin hallinnassa. STUK edellytti Teollisuuden Voima Oy:ltä suunnitelmaa toimenpiteistä, joilla impulssiputkien jäätyminen estetään luotettavasti kyseisessä tilanteessa.

Voimayhtiö teetti vuonna 2006 laitoskohtaisen selvityksen impulssiputkia sisältävien instrumenttitilojen jäähtymisestä. Westinghousen tekemä analyysi osoitti, että instrumenttitilojen lämpötilan laskeminen  $0$  °C:een kestää Olkiluodon laitosyksiköillä useita tunteja, kun ulkoilman lämpötila on  $-35$  °C. Olkiluodon laitosyksiköillä impulssiputkien jäätyminen mahdollisuus on siten huomattavasti pienempi kuin alustavasti oli arvioitu eikä reaktorirakennuksen lämmityksen menetys laitoskohtaisten selvitysten perusteella aiheuta merkittävää riskiä. Laitokselle on lisätty valvomon tuleva hälytys instrumenttitilojen matalasta lämpötilasta ja tilannetta on käsitelty operaattoreiden simulaattorikoulutuksessa.

#### 3.2.3 Laitosmuutosten valvonta

Olkiluodon laitoksella on ollut meneillään turbiinilaitoksen uudistaminen, johon liittyy reaktoripainesäiliössä olevien höyrynkuvaimien uusiminen. Vuonna 2006 muutokset toteutettiin Olkiluoto 1:lla. Laitosyksiköiden turvallisuuden parantamiseksi tehtyjä, vuonna 2006 loppuunsaatettuja laitosmuutoksia selvitetään liitteessä 2.

Laitosmuutosten valvonta koostui viranomaiskäsittelyn laajuuden määrittelystä, muutoksia koskevien asiakirjojen käsittelystä ja muutostyön toteutuksen ja käyttöönoton valvonnasta. Laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista valvottiin laitospaikalla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvanhaltijan laatimien selvitysten avulla. Muutostöiden valvontaan liittyi STUKin ja luvanhaltijan välisiä kokouksia sekä STUKin sisäisiä kokouksia.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kun-

nossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtunutta laitosdokumentation päivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6).

### 3.2.4 Toimintakuntauisuuden valvonta

#### Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen

Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista valvottiin seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitosyksikön käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Olkiluodon laitoksella oli neljä tilannetta, joissa laitosyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamiset olivat

- Valvomon ohjaajan enimmäistyöntuntimäärän ylitys
- Polttoainevaraston akustojen määräaikaiskokeen jääminen tekemättä
- Olkiluoto 1:n ilmastointipiipun kahden vuoden välein tehtävä annosnopeusmittauksen koestuksen jääminen tekemättä vuosina 2004 ja 2006.
- Dryout-ajan alitus Olkiluoto 1:n tehonalennusten aikana

Tapahtumat kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 3, jossa kerrotaan myös luvanhaltijan suunnittelemista ja tekemistä toimenpiteistä tapahtumien toistumisen estämiseksi.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös suunnitellusti, ja näissä tapauksissa haettiin ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. Vuonna 2006 luvanhaltija haki lupaa jälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi hakemukset.

Poikkeusluvista kaksi koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja kaksi liittyi vuosihuollon aikana tehtyihin polttoaineen ja säätösauvojen siirtoihin.

#### Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 93,8 % ja Olkiluoto 2:n 96,9 %. Kuvassa 5 esitetään laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1997–2006. Vuosihuoltoseisokin pituus Olkiluoto 1:llä oli 21 vuorokautta ja Olkiluoto 2:lla 8 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan erikseen tässä luvussa.

Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla ei ollut merkittäviä tuotantokatkoksia tai tehonmenetyksiä laitevikojen vuoksi. Merkittävimmät häiriöt johtuivat Olkiluoto 1:n pääkiertopumppujen alasajosta (2 kertaa) ja Olkiluoto 2:n turbiinipikasulusta turbiinin mittausjärjestelmän elektroniikkakortin vikaantumisen takia.

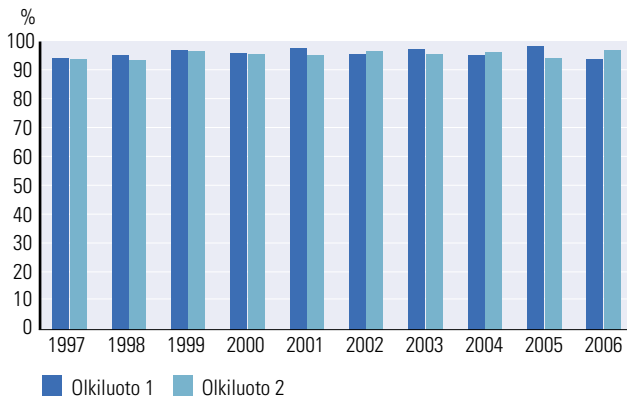
Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Olkiluoto 1:llä 0,33 % ja Olkiluoto 2:lla 0,21 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 6 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2006.

Olkiluodon laitosyksiköillä sattui neljä erikoisraportoitavaa tapahtumaa. Kaikkia raportoinnin piiriin kuluva tapahtumia käsitellään liitteessä 1 (tunnusluku A.II.1).

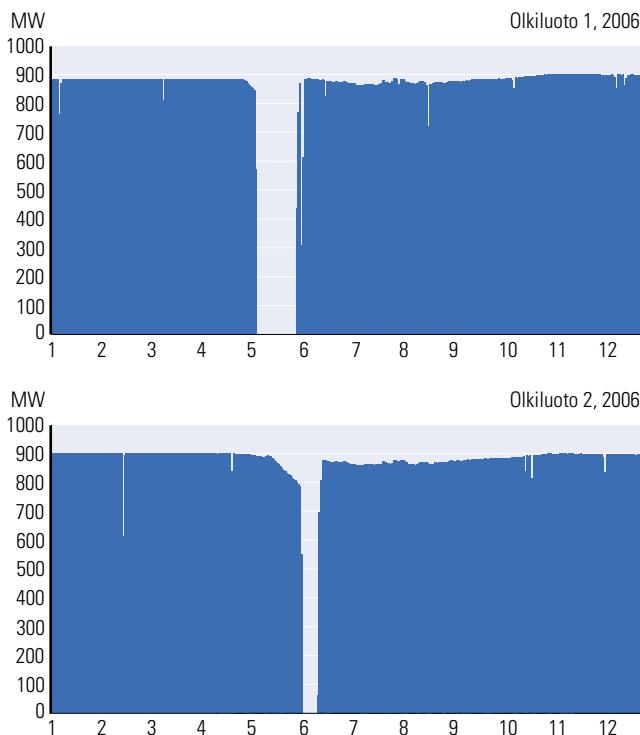
Olkiluodon laitoksen erikoisraportoidut tapahtumat olivat

- Valvomon ohjaajan enimmäistyöntuntimäärän ylitys (INES-luokka 0)
- Polttoainevaraston akustojen määräaikaiskokeen jääminen tekemättä (INES-luokka 0)
- Olkiluoto 1:n ilmastointipiipun kahden vuoden välein tehtävä annosnopeusmittauksen koestuksen jääminen tekemättä vuosina 2004 ja 2006 (INES-luokka 0).
- Dryout-ajan alitus Olkiluoto 1:n tehonalennusten aikana (INES-luokka 0).

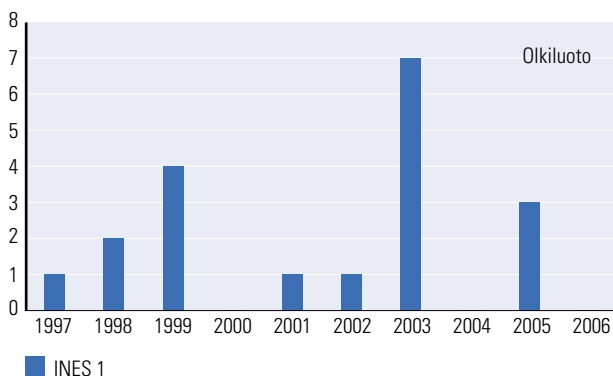
Kuvaukset tapahtumista esitetään liitteessä 3.



**Kuva 5.** Olkiluodon laitossyksiköiden energiakäyttöker-  
toimet.



**Kuva 6.** Olkiluodon laitossyksiköiden keskimääräinen  
vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2006.



**Kuva 7.** Olkiluodon laitoksen INES-luokitellut tapahtu-  
mat (INES-luokka vähintään 1).

Tapahtumaraporttien lisäksi Olkiluodon laitok-  
selta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit,  
neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokki-  
raportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvalli-  
suusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten  
säteilyannosten raportit, vuosittainen käyttökoke-  
musten hyödyntämistä koskeva raportti sekä ydin-  
materiaalivalvonnan edellyttämät raportit.

Kuvassa 7 esitetään INES-luokkaan 1 luoki-  
teltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1997–  
2006. Ajanjaksolla ei ole ollut INES-luokkaa 1  
korkeampien luokkien tapahtumia.

### Vuosihuoltoseisokit

Olkiluoto 1:n huoltoseisokki oli 7.–30.5.2006 ja Olki-  
luoto 2:n polttoaineenvaihtoseisokki 4.–12.6.2006.  
Olkiluoto 1 oli poissa sähköntuotannosta noin 23  
ja Olkiluoto 2 noin 8 vuorokautta. Olkiluoto 1:n  
vuosihuolto kesti noin vuorokauden suunniteltua  
pidempään, Olkiluoto 2:n vuosihuolto sujui lähes  
suunnitellun aikataulun mukaisesti.

Olkiluoto 1:n vuosihuolto oli pitkä huoltoseisok-  
ki, jossa tehtiin polttoaineenvaihtoseisokin ohjel-  
man lisäksi isoja huoltotöitä, muutostöitä ja perus-  
parannuksia. Merkittävimpiä töitä olivat turbiini-  
laitoksen modernisointi, 6,6 kV:n kytkinlaitoksen  
kojeistojen uusinta, reaktorin höyrynkuivaimen  
vaihto, suojarakennuksen välitason tiivisteen pe-  
ruskorjaus ja päähöyryputkien kannakoinnin uusi-  
minen. Vastaavat muutostyöt tehtiin vuonna 2005  
Olkiluoto 2:lla.

Olkiluoto 1:n tahdistuksen jälkeen alkoivat  
turbiinilaitoksen modernisointityötä seuranneet  
koekäytöt, joihin sisältyi sekä järjestelmä- että lai-  
toskohtaisia kokeita. Ydinturvallisuuden kannalta  
merkittävin koe oli pikasulkukoe, joka tehtiin koe-  
käyttöjen päätteeksi. Kokeiden jälkeen laitossyksi-  
köllä aloitettiin pitkäaikaiskoe, jolla varmistettiin  
laitossyksikön toiminta tehtyjen muutosten jälkeen.  
Alustavien mittausten mukaan Olkiluoto 1:n net-  
tosähköteho nousi turbiinilaitoksen modernisointi-  
töiden myötä noin 18 MW.

Laitossyksikön koestuksissa havaittiin seisokin  
jälkeisessä käynnistyksessä muutaman säätösau-  
van liikkumisessa ongelmia. Kyseisille sauvoille  
tehtiin useita kokeita ja tarkastuksia, mutta lo-  
pullista syytä ongelmaan ei löytynyt. STUK vaati  
koestamaan kaikki säätösauvat vuosihuollon pää-  
tyttyä (em. pikasulkukoe) ja edellytti voimayhti-  
öltä toimenpiteitä säätösauvojen liikkumisen var-

mistamiseksi käytön aikana ja sekä mahdollisten vikaantumismekanismien selvittämistä käyttöjakson aikana. Käytön aikana ongelmia ei ole enää esiintynyt.

Olkiluoto 2:lla vuoden käytössä olleessa höyrynkuiivaimessa havaittiin tarkastuksissa säröjä ja sen vuoksi yksikölle otettiin käyttöön vanha höyrynkuiivain. Vanhan kuivaimen kosteuden erotusominaisuudet ovat heikommat ja se aiheuttaa korkeampia höyrynkosteusarvoja ja säteilytasojen nousua turbiinilaitoksella.

Reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi voima-yhtiö teki vuosihuolloissa laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien kunnossapitotöitä ja tarkastuksia. Vuosihuolloissa tehtyjä tarkastustöitä kuvataan jäljempänä kohdassa ”Laitoksen ylläpito ja ikääntyminen”. Vuosihuollossa tehtyjä, laitosyksikön turvallisuutta parantavia muutostöitä kuvataan liitteessä 2.

Teollisuuden Voima Oy haki STUKilta kaksi poikkeuslupaa käyttöehtojen vaatimuksista Olkiluoto 1:n polttoaine- ja säätösauvasiirtojen tekemiseksi. Siirtojen aikana latauskoneen säteilymittareiden annosnopeudelle asetettu raja-arvo ylittyi eikä töitä voitu jatkaa. Raja-arvon muuttamisen vaikutukset säteilyturvallisuuteen arviointiin ja sen perusteella raja-arvo voitiin asettaa siten, että työ oli mahdollista tehdä turvallisesti.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosihuoltosei-sokeissa STUK valvoi mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisia järjestelyitä, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaa, ydinpolttoaineen vaihtoa, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiä tarkastuksia ja testauksia. Erityisesti valvottiin Olkiluoto 1:n turbiinilaitoksen ja kytkinlaitoksen modernisoinnin jälkeisiä koekäyttöjä, joista merkittävin oli pikasulkukoe. Koe tehtiin STUKissa hyväksytyyn koeohjelman mukaan. Laitos toimi suunnitellusti. Hyväksytyjen tulosten perusteella STUK antoi Teollisuuden Voima Oy:lle luvan pitkäaikaiskokeen aloittamiseen.

STUK kiinnitti valvonnassaan huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Voimayhtiöllä oli vuosihuolloissa puhdas prosessi -teema, jolla kiinnitettiin huomioita siisteyteen ja prosessin suojaamiseen irto-osilta. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehdyt turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineput ladattiin reaktorin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista. STUK valvoi laitosyksiköiden pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen.

Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 1,77 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,25 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” ja liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokkien laitospaikalla tapahtuneeseen valvontaan käytettiin normaalina työaikana 133 työpäivää. Lisäksi laitospaikalla työskenteli kaksi paikallistarkastajaa. Normaalin työajan ulkopuolella vuosihuoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 126 tarkastuspäivää.

**Laitoksen ylläpito ja ikääntyminen**  
STUK arvioi Olkiluodon laitosten käyttöä hallintaprosessia tekniikka-alakohtaisissa käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa ja vuosihuoltojen valvonnan yhteydessä.

Koneteknisen alueen tarkastuksessa STUK arvioi paine- ja lämpötilatransienteista johtuvan väsymisen ja eroosiokorroosion valvontaa ja tarkastustuloksia viime vuosilta sekä apusyöttövesijärjestelmän käyttökokemuksia. STUK edellytti, että voimayhtiö selvittää pilottiprojektina määräaikaisen turvallisuusarvioinnin yhteydessä, miten käyttöympäristön korroosiovaikutus mahdollisesti kiihdyttää väsymisilmiötä. Tarkastuksessa tuli esille useita kohteita, joissa voidaan toimintatapoja muuttamalla välttää turvallisuudelle tärkeiden rakenteiden rasittamista.

Mekaanisten laitteiden kunnossapidon tarkastuksessa STUK arvioi voimalaitoksen kunnossapito- ja huolto-ohjeita, erityisesti huolto-ohjeiden soveltuvuutta vuosihuoltoihin hankitun ulkopuolisen henkilökunnan käyttöön sekä ohjeiden käyttökoulutusta. STUK edellytti, että voimayhtiö täydentää omaa turvallisuusluokan 2 pumppujen ohjeistoaan.

Voimayhtiö raportoi vuosittain sähkö- ja automaatiolaitteiden vanhenemisestä. Raportti kuvaa oleellimmat seurattavat vanhenemisilmiöt, vanhenemiseen liittyvät havainnot ja käyttöä jatkamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Havainnot liit-

tyvät enimmäkseen komponenttien rakenneosien vanhenemiseen. Muita jo aiemmin todettuja ja seurannassa olevia vanhenemisilmiöitä ovat mm. sinkkipinnoitteen kuitukideilmiö ja asennonosoittimien liukupintojen kuluminen. Sähkö- ja automaatiolaitteita koskevan käytön tarkastusohjelman tarkastuksen tuloksena STUK edellytti, että voimayhtiö kehittää keski- ja pienjännitekojeistojen kunnossapito-ohjelmia ja suojarakennuksen kaapeleiden kunnan valvontaa sekä selvittää suojarakennuksen onnettomuusolosuhdekestoisten kaapeleiden suunnitteluperusteita, kelpoistusmenettelyjä ja nykyistä toimintakykyä tarvetilanteissa.

Olkiluodon voimalaitosrakennuksilla on kunnottutkimusohjelmat, joilla rakennusten kuntoa seurataan. Vuonna 2006 on tehty mm. suojarakennuksen venymämittauksia, suojarakennuksen ja reaktorirakennuksen välisen liikuntasauaman sekä välitason liikuntasauaman muodonmuutosmittauksia, suojarakennuksen betonirakenteiden lämpötila- ja kosteusmittauksia, suojarakennuksen sisäpuolisten betonirakenteiden ja pinnoitteiden visuaalisia tarkastuksia sekä betonirakenteiden halkeamien seuranta. Tehtyjen tarkastusten ja tutkimusten perusteella STUK arvioi Olkiluodon voimalaitosten rakenteiden olevan hyvässä kunnossa.

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa ei tehty merkittäviä ikääntymisen hallintaan liittyviä havaintoja. Molemmilla laitosyksiköillä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja putkistoille ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaikaistarkastukset. STUK hyväksyi tarkastusohjelmat ennen tarkastusten aloittamista ja valvoi tarkastuksia ja niiden tuloksia laitoksella. Tarkastushavaintoja olivat mm. Olkiluoto 1:ltä löytyneet indikaatiot reaktorin ruiskutusjärjestelmän yhteiden ja niiden liitoskappaleiden (safe-endien) välisissä hitsausliitoksissa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus on analysoinut indikaatiot ja STUK hyväksyi niiden jättämisen seurantaan korjaamatta. Lopulliset tulosraportit ohjeen YVL 3.8 mukaisista tarkastuksista hyväksytetään STUKilla vuosihuollon jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundääripiirin putkistojen ns. kunnanvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

Olkiluoto 1:llä oli pitkä polttoainenvaihtoseisokki, jonka aikana tehtiin välitulistimien ja korkeapaineturbiinin uusinta ja vaihdettiin reaktoripainesäiliössä höyrynkuivain. Vastaavat työt toteutettiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2005. Vuosihuollossa

tehtiin syöttöveden jakajien alakorvakkeiden säröjen korjaukset, joihin oli varauduttu Olkiluoto 2:n vuoden 2005 seisokissa saatujen kokemusten perusteella. STUK edellyttää voimayhtiön seuraavan jakajien kuntoa tulevissa seisokeissa. Muita töitä olivat mm. sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän sisemmän eristysventtiilin vaihto.

Olkiluoto 2:n lyhyessä vuosihuollossa tarkastettiin edellisenä vuonna asennettu höyrynkuivain. Kuivaimen uloimman rivin lamellien lattarautojen hitseissä todettiin säröjä. Kuivain poistettiin reaktorista ja vanha kuivain asennettiin sen tilalle. Uusi kuivain on tarkoitus korjata käyttöjakson aikana ja asentaa takaisin reaktoriin vuoden 2007 seisokissa.

Vuoden 2006 vuosihuoltoseisokissa Olkiluodon laitoksilla tehtiin ikääntymisen hallintaan liittyviä rakenteiden korjauksia ja parannuksia. Olkiluoto 1:llä usean vuoden ajan ollut lauhdutusaltaan teräsvuorauksen vähäinen vuoto paikannettiin ja vuotokohta korjattiin. Olkiluoto 1:n suojarakennuksen välitason ja sylinteriseinän välinen sauma vahvistettiin kestävämmän vakavien onnettomuustilanteiden aikaiset olosuhteet. Lisäksi kuljetuskulun liikuntasauaman tiiviste uusittiin. Vuoden aikana voimayhtiö on parantanut merivesitunnelien betonirakenteiden terästen suojausta korroosiota vastaan.

Sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -laitteiden korjaus- ja huoltotöitä olivat mm. Olkiluoto 1:n päägeneraattorin roottorin ja magnetointikoneen vaihto ja 6,6 kV:n keskijännitekojeistojen uusinta. Olkiluoto 1:llä uusittiin yksi turvallisuusluokiteltu akusto ja viisi venttiilitoimilaitetta. Olkiluoto 2:lla vaihdettiin yksi alkuperäinen käynnistysmuuntaaja ja uusittiin yksi turvallisuusluokiteltu akusto. Molemmilla laitosyksiköillä vaihdettiin kuormiteuimpia käytettävyydelle tärkeitä releitä kampa materiaalin vanhenemisen vuoksi. Tasasuuntaajien vaihtoprojekti aloitettiin Olkiluoto 2:lta syksyllä 2006.

STUK teki 7 turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien painelaitteiden määräaikaistarkastusta ja 12 uuden painelaitteen käyttöönottotarkastusta Olkiluoto 1:lla. Olkiluoto 2:lla tehtiin 6 käyttöönottotarkastusta.

Rakennetarkastuksia ja laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastuksia STUK teki käyttövuoden aikana yhteensä 209, joista suurin osa oli seisokkien aikana.



Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos teki 43 sähkö- ja automaatiotekniikan käyttöönottotarkastusta turvallisuusluokitelluille kohteille. STUK tarkasti töiden ennakkotarkastusaineistot ja valvoi osaa käyttöönottotarkastuksista. Vuosihuoltojen aikana STUK valvoi sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja laitteiden määräaikaistarkastuksia ja -koestuksia.

## Säteilyturvallisuus

### *Työntekijöiden säteilyaltistus*

Säteilysuojelun ALARA-toimenpideohjelma työntekijöiden säteilyannoksen pienentämiseksi on päivitetty Olkiluodon laitoksilla vuonna 2006. Korkeat turbiinihöyryn kosteusarvot Olkiluodon laitoksella ovat vaikuttaneet säteilysuojeluun. Höyrynkosteuden alentamista koskeva päätöksä Olkiluodossa tehtiin vuosina 2005 ja 2006. Olkiluoto 2:lla vanha höyrynerotin asennettiin korjauksen vuoksi uudelleen yhdeksi vuodeksi.

Ydinvoimalaitosten työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos kertyy olennaisesti vuosihuolloista, jolloin käytännön työsuorituksesta vastaavat merkittävässä määrin laitoksen ulkopuoliset urakoitsijat. Työmenetelmien ja -järjestyksen kehittämällä on saatu säteilyannoksia pieneneväksi. Säteilytasojen rajoittamiseksi laitoksissa on mm. vaihdettu kobolttivapaista pinnoitteista valmistettuja komponentteja.

Vuosina 2005 ja 2006 laitosten säteilysuojelun tulokset olivat töiden vaativuuteen nähden hyviä, ja erityishuomiota vaatineet työt toteutettiin ennakkosuunnitelmien mukaan. Olkiluodon laitoksilla kollektiiviannos on ollut OECD/NEAn vertailussa kiehtusvesireaktoreiden parhaita, lukuun ottamatta kahta viime vuotta, jolloin laitossyksiköillä on tehty erittäin laaja turbiinimuutostyö.

Yhteenveto Suomen ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyaltistuksesta on esitetty Loviisan laitoksen tekstin yhteydessä.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella vuonna 2006 saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 12,2 mSv. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 1,88 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,33 manSv ja yhteensä 2,20 manSv. Olkiluoto 1:lla oli työmäärältään poikkeuksellisen laaja vuosihuoltoseisokki. Nykyisillä laitossyksiköiden tehoilla (860 MW) STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen sätei-

lyannoksen kahden peräkkäisen vuoden keskiarvon raja-arvo Olkiluodon 1:llä ja Olkiluoto 2:lla on 2,15 manSv. Vuosien 2005-2006 säteilyannoksilla raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitossyksiköllä. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

### *Radioaktiivisten aineiden päästöt*

Ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöille ympäristöön on määrätty vuosittaiset raja-arvot laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa. Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2006 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 0,6 TBq, mikä on noin 0,004 % asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 0,2 GBq, mikä on noin 0,1 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 31 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,3 TBq ja hii-14-päästö ilmaan noin 0,8 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 2,5 TBq on noin 14 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,7 GBq, mikä on noin 0,2 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman yksilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

### *Ympäristön säteilyvalvonta*

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

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä otettiin vuonna 2006 yhteensä 301 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdeksässä ve-

sikasvinäytteessä, 11 sedimentoituvan aineksen näytteessä, kolmessa ilmanäytteessä, yhdessä pohjajaeläinnäytteessä ja yhdessä merivesinäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 23 näytteessä. Kobolttin lisäksi havaittiin mangaani 54 (5 havaintoa), tritium (1 havainto), koboltti 58 (1 havainto) ja strontium 89 (1 havainto).

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

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi ydinvoimalaitosten ympäristössä on 10 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km:n etäisyydellä laitoksista ja neljä vastaavaa mittausasemaa alle kilometrin etäisyydellä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitokselle että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ympäristössä on 11 erikseen luettavaa annosmittaria. Ulkoisessa säteilyssä ei esiintynyt muutoksia, jotka olisivat ylittäneet luonnon taustasäteilyn normaalin vaihtelun.

### 3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta

#### Turvallisuusjohtaminen

STUK arvioi vuoden mittaan Olkiluodon ydinvoimalaitokselta asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä kertyneen tiedon perusteella sitä, miten voimayhtiössä huolehditaan laitoksen turvallisuudesta.

Olkiluodon laitoksella uuden laitoksen rakentaminen vaatii huomattavan määrän työtä ja uuden oppimista nykyisten laitosten teknisiltä asiantuntijoilta. STUKin tekemässä käytön tarkastusohjelman tarkastuksessa ilmeni, että laitoksen henkilöstösuunnittelussa ja rekrytoinnissa on kehittämistarpeita. STUK seuraa vuonna 2007 näiden käytäntöjen kehittymistä.

#### Laadunhallintajärjestelmä

Teollisuuden Voima Oy on ylläpitänyt ja parantanut Olkiluodon laitoksen laadunhallintajärjestelmää järjestelmällisesti omien suunnitelmien mukaisesti. Luvanhaltija on arvioinut säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantarastusohjelman avulla. Ydinvoimalaitoksia käyttävien organisaatioiden järjestön WANOn vuonna 2006 tekemässä arvioissa

voimayhtiön toiminnasta vuosihuollon ja käytön aikana tarkasteltiin myös laadunhallintajärjestelmää. Arvioinneissa on tullut esille parannuskohteita, joiden toteuttaminen tapahtuu seuraavien vuosien aikana. Varsinainen raportti valmistuu vuoden 2007 puolella.

STUK valvoi laadunhallintajärjestelmää ja sen toimivuutta asiakirjatarkastuksin ja käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Tarkastuksissa todettiin luvanhaltijan laadunhallintajärjestelmä hyväksyttäväksi. Teollisuuden Voima Oy:n toiminnan todettiin olevan laitoksen oman laadunhallintajärjestelmän mukaista. Tarkastuksissa annettiin huomautuksia, jotka koskivat lähinnä järjestelmän edelleen kehittämistä ja yksityiskohtien tarkentamista. Laadunvarmistustoiminnan tarkastuksessa annettiin huomautus koskien laadunvarmistuksen toimivuuden ja kattavuuden arviointia. Arviointitoimintaa tulee kehittää siten, että arviointiraporteissa esitetään suositusten lisäksi ohjeen YVL 1.9 mukainen arvio laadunhallintajärjestelmän tilasta.

#### Henkilökunnan pätevyys ja koulutus

STUK valvoi Olkiluodon laitoksen henkilökunnan koulutusta käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Olkiluodon laitoksen osaamisen kehittämisen haasteena vuoden 2006 aikana oli Olkiluoto 3:n käyttöön valmistautuminen. Lisäksi laitoksen koulutustoiminnan tärkeänä tehtävänä oli uusien ohjaajien koulutus. Koulutusmenettelyjä ja niiden toimivuutta on tarve edelleen kehittää sen varmistamiseksi, että operaattoreiden osaamistaso säilyy tasaisen hyvänä. Olkiluodon laitokselta osallistui 17 henkilöä vuonna 2006 Suomessa järjestettyyn viiden viikon mittaiseen ydinalan peruskoulutusohjelmaan.

STUK hyväksyi luvanhaltijan hakemuksesta sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin yhteensä 32:lle Olkiluodon laitoksen henkilölle. Näistä 2 on uusia vuoropäälliköitä, 7 uusia ohjaajia ja 9 ohjaajaharjoittelijoita. Muut hyväksymispäätökset olivat vanhojen päätösten määräaikaista uusimisia.

#### Käyttökokemustoiminta

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumarapor-

tit ja vuosittaisen selonteon käyttökokemustoiminnasta. Olkiluodon laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien kulun ja syiden selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi.

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisessä käyttökokemusryhmässä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on kehittää ja parantaa toimintaa sekä estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporttien ja koulutuksen muodossa.

Teollisuuden Voima Oy:n kanssa järjestettiin tammikuussa 2006 kokous käyttökokemustoiminnan toistuvien tapahtumien johdosta. Olkiluodon laitoksella on vuoden 2006 aikana edelleen tapahtunut turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia laitostilanteita. Tapahtumien taustalla on edelleen toistuvia puutteita määräaikaistestauksien hallinnoinnissa ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten tunnistamisessa. Korjaavat toimenpiteet asian kuntoon saattamiseksi eivät ole vielä olleet riittäviä.

STUKissa toimii ulkomaisten ydinvoimalaitosten käyttökokemuksia seuraava IRS-ryhmä. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä. Tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta arvioidaan Suomen laitosten kannalta.

Ruotsissa Forsmarkin ydinvoimalaitoksella tapahtuneen sähköjärjestelmien häiriön johdosta vastaavan tapahtuman mahdollisuutta arvioitiin myös Olkiluodon laitoksella. Kuvaus Forsmarkin tapahtumasta on liitteessä 4.

### **Tapahtumien tutkinta**

STUK ei käynnistänyt vuonna 2006 Olkiluoto 1:tä tai Olkiluoto 2:ta koskevia tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä perustetaan silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

### **Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset**

STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta 25 ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti 26 testauslaitosta tekemään Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää aineenkoetusta. Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden määräaikaistestauksia hyväksyttiin tekemään neljän eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testajia. Aikaisemmat valmistajia ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu.

Vuonna 2002 hyväksytty Olkiluodon laitoksen tarkastusyksikkö ”Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos” sekä vuonna 2005 hyväksytyt kaksi muuta tarkastuslaitosta jatkoivat toimintaansa.

STUK valvoi molemmilla laitosyksiköillä tarkastuslaitosten tekemiä tarkastuksia turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille. STUK valvoi myös voimayhtiön oman tarkastuslaitoksen mekaanisten laitteiden tarkastustoimintaa turvallisuusluokissa 3 ja 4 sekä luokassa EYT. Turvallisuusluokitus perustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa oman tarkastustoimintansa yhteydessä sekä tekemällä asiakirjatarkastuksia ja seurantakäyntejä. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK valvoi myös hyväksymänsä tarkastuslaitoksen ”Teollisuuden Voima Oy, Tarkastus, Sähkö- ja automaatiolaitteet” toimintaa ja sen tarkastajien tekemiä sähkö- ja automaatioteknisiä käyttöönototarkastuksia. Toiminta todettiin ohjeen YVL 5.2 mukaiseksi.

### **Ydinvastuu**

Ydinenergiaa käyttävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi va-

hinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Teollisuuden Voima Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2006 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 milj. euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi päätetty säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi. Lakimuutos ei ole vielä voimassa, vaan odottaa em. kansainvälisten sopimusten voimaantumista.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvon tavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Teollisuuden Voima Oy:n vakuutuksen. STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät tai lähettäjään viranomaisen hyväksymät Pariisin yleis-sopimuksen mukaiset vastuuvakuutukset.

### 3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut

STUKin toiminnan ydinlaitosturvallisuutta kuvaaville vaikuttavuustunnusluville asetetut vaatimukset täyttyivät vuonna 2006 Olkiluodon voimalaitoksella kaikilla niillä alueilla, missä niitä oli asetettu: työntekijöiden säteilyannokset, ydinlaitosten radioaktiiviset päästöt ja niistä aiheutuva väestön säteilyaltistus, turvallisuutta vaarantavat tapahtumat ydinlaitoksilla sekä ydinlaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunto.

Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden henkilökohdaiset ja kollektiiviset säteilyannokset alittivat niille asetetut rajat. Olkiluodon voimalaitoksen kollektiiviset säteilyannokset vuosina 2005-2006 olivat edellisvuosia suurempia johtuen vuosihuolto-

seisokeista, jotka olivat henkilö- ja työmäärältään poikkeuksellisen laajoja. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ja veteen sekä päästöistä ympäristön väestölle aiheutunut säteilyaltistus pysyivät pieninä alittaen niille asetetut rajat. Olkiluodon laitoksen jodi- ja aerosolipäästöt ilmaan osoittivat pientä kasvua johtuen kummallakin yksiköllä esiintyneistä polttoainevuodoista.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna Olkiluodon voimalaitoksen käyttötoiminnassa ei ilmennyt merkittäviä puutteita. Laitosyksiköitä käytettiin pääsääntöisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti lukuun ottamatta neljää poikkeavaa tilannetta, jotka olivat: valvomon ohjaajan enimmäistyöntuntimäärän ylitys, polttoainevaraston akustojen määräaikaikokeen jääminen tekemättä, Olkiluoto 1:n ilmastointipiipun kahden vuoden välein tehtävä annosnopeusmittauksen koestuksen jääminen tekemättä vuosina 2004 ja 2006 sekä polttoaineen jäähtymisen riittävyttä kuvaavan ns. dryout-rajan alitus Olkiluoto 1:n tehonalennusten aikana. Poikkeamat olivat ainoita erikoisraportoitavia tapahtumia Olkiluodon laitokselta. Erikoisraportoitavien tapahtumien määrä on Olkiluodon laitoksella ennallaan edellisiin vuosiin verrattuna. Käyttötapahtumia oli Olkiluodon laitoksilla myös neljä. Olkiluodon voimalaitoksen tapahtumien välittömänä syynä oli useammissa tapauksessa tekninen vika kuin inhimillinen virhe. Olkiluoto 1:llä vuosihuollossa sattunut roskakorin palaminen luokiteltiin myös todelliseksi palotapahtumaksi.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Riskin kannalta merkittävien tapahtumien määrä oli Olkiluodossa edellisvuoteen verrattuna ennallaan. Merkittävimmät tapahtumat johtuivat Olkiluodon laitoksella pitkän ajan kestäneistä dieseleiden ennakkohuoltopaketeista sekä apusyöttövesijärjestelmien piilevistä vioista. Muiden riskimerkityksellisten tapahtumien lukumäärät Olkiluodossa olivat myös samaa suuruusluokkaa kuin edellisena vuonna. Epäkäytettävyydet Olkiluodon laitoksella aiheutuivat laitteiden suunnitelluista epäkäytettävyyksistä, kuten aikaisemminkin. Tapahtumat jakautuivat melko tasaisesti

Olkiluodon laitostyösköiden kesken. Vuoden 2006 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

STUKin toiminnan vaikuttavuuslukuihin on sisällytty mm. ydinvoimalaitosten onnettomuusrisikiin vaikuttavien laitteiden kunnan kannalta seuraava tavoite: Ydinvoimalaitosten onnettomuusrisiki pienenee tai pysyy ennallaan. Riskiä arvioidaan todennäköisyyspohjaisella riskianalyysillä, jonka mallissa on mukana mm. säännöllisesti päivitettävät tiedot laitteiden luotettavuudesta. Olkiluodon laitoksen onnettomuusrisiki pieniä jonkin verran vuodesta 2005 eräiden laitosmuutosten ja täsmennyneiden analyysien tähden.

Kunnossapitotoiminnan kehitystä Olkiluodon laitoksella oli vuonna 2006 vaikea arvioida. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden määrä ei vuonna 2006 ollut enää suoraan vertailukelpoinen edellisvuotisten kanssa, sillä tunnusluvun perustana olevien tietojen kirjausmenettelyt ovat muuttuneet. Ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde pysyi muutoksista huolimatta edellisten vuosien keskiarvojen tasolla. Kunnossapitotoiminnan on tämän perusteella arvioitu olevan tasapainoista ja sitä toteutettavan samoin perustein kuin aikaisemminkin. Laitosten ennakkohuoltotöiden määrään vaikuttaa vuosihuoltoseisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakkohuollot. Tunnusluvun muutosten tulisi jatkossa johtua pääosin vuosihuoltojen rytmityksen aiheuttamasta vaihtelusta, mitä voitaisiin pitää osoituksena toimivasta kunnossapitostrategiasta.

Tehokäytön aikaisten turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vikakorjausten kokonaismäärän lievä kasvusuuntaus pysähtyi vuonna 2006. Laitosten ylläpitotoiminnassa on jatkuvasti parannettu vikojen havaitsemista ja ennakointia sekä laitteita on uusittu. Näiden toimenpiteiden johdosta laitosten ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa tunnusluvussa tai sen taustalla olevissa vikatiedoissa, mikä on osoitus laitteiden käyttöäin hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräiset korjausajat ovat pysyneet Olkiluodon laitostyösköillä usean vuoden ajan

kohtuullisen vakaina. Keskimääräiset korjausajat laskivat vuonna 2006 Olkiluodon molemmilla laitostyösköillä. Kaikkien järjestelmien laitevioista johtuvat tuotannonmenetykset Olkiluodon laitoksilla pysyivät vuonna 2006 pieninä, mistä kertovat myös laitosten korkeat käyttökertoimet.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta mittaavat kansainväliset indeksit osoittivat, että seurattavien järjestelmien epäkäytettävyydet ovat edelleen normaalina pidettävällä matalalla tasolla. Olkiluodon laitoksella suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän ja varavoimadieseleiden epäkäytettävyydet ovat laskusuunnassa ja vuonna 2006 dieseleiden kunto oli hyvällä tasolla. Apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi hieman Olkiluoto 1:llä, mikä johtui järjestelmän kierrätys- ja varoventtiilien vioista. Korjaavina toimenpiteinä on muutettu kierrätyslinjan venttiilien toimilaitemoottorien momenttiarvoja ja varoventtiileille on alustavasti pohdittu erillisen koestuslinjan rakentamista.

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit -tunnusluku osoitti investointien pysyneen Olkiluodon laitoksella keskimääräistä korkeammalla tasolla. Olkiluodon laitoksen viime vuosien pääinvestointeja ovat olleet turbiinilaitoksen uusintaprojekti, mihin liittyy myös höyrynkuivainten uusinta. Lisäksi jatkettiin vuonna 2005 aloitettua kaasuturbiinilaitoksen rakentamista. Laitosdokumentaatio oli Olkiluodon voimalaitostyösköiden vuosihuollossa toteutettujen laitosmuutosten jälkeen saatettu käynnistykseen mennessä päivitettävien asiakirjojen osalta melko hyvin ajan tasalle.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt pääsääntöisesti hyvänä. Olkiluodon laitostyösköillä on viimeaikoina ollut polttoainevuotoja vuosittain. Vuonna 2006 Olkiluoto 1:n reaktorissa oli lyhyen aikaa ennen vuosihuoltoseisokkia vuotavaa polttoainetta. Olkiluoto 2:lla puolestaan oli vuotavaa polttoainetta koko palamajakson 2005–2006 sekä uusi vuoto heti vuosihuoltoseisokin jälkeen. Vuotojen vaikutukset näkyvät reaktoriveden jodi-131-aktiivisuuspitoisuuksien kasvuna käynnin aikana sekä jodi- ja aerosolipäästöjen kasvuna.

Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2006 onnistuneen Olkiluodon laitostyösköillä. Reaktori- ja syöttöveden vesikemia ovat olleet voimayhtiön asettamien tavoitearvojen mukaisia lukuun ottamatta

reaktoriveden sulfaattipitoisuuksia, joissa näkyy laitosyksiköiden lauhteenpuhdistuksen suodatinmassojen ajoajoista johtuva vaihtelu ja lauhteen tavanomaista korkeampi lämpötila kesällä. Olkiluoto 2:n reaktoriveden koboltti-60-pitoisuus on ollut kasvussa. Pitoisuuden kasvu johtuu siitä, että vuoden 2005 laajoissa muutostöissä uusittujen laitteiden tai komponenttien mukana on piiriin päässyt kobolttipitoisia materiaaleja. Syynä pitoisuuden kasvuun on myös erään polttoainetyypin välitukimateriaali.

Olkiluodon laitoksella seurataan myös primääripiirin vuotoja käyttöjaksokohtaisesti. Käyttöjakson 2005–2006 primääripiirin tunnistettujen ja tunnistamattomien vuotojen määrät Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä olivat alhaiset. Tämä oli jo kolmas käyttöjakso peräkkäin, jolloin primääripiirin vuotoja suojarakennuksen ilmatilaan ei ole esiintynyt.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvänä. Olkiluoto 1:llä ulompien eristysventtiilien tiiviyskoestustulosten summa ensimmäisten tiiviyskoestusten jälkeen oli edellisten vuosien tapaan pieni. Olkiluoto 2:lla summassa oli nousua edelliseen vuoteen verrattuna selvästi, ja se ylitti TTKE:ssa asetetun rajan. Puolet vuodosta tuli valvotun vuodon keräilyjärjestelmän venttiilin vuodosta ja lähes parikymmentä prosenttia reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän venttiilin vuodosta. Korjausten jälkeen summavuoto alittaa selvästi TTKE:ssa asetetun rajan. Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen hyvänä, ja Olkiluodon laitoksilla on parannusta edellisvuotisista. Aukkojen summavuodot ovat pysyneet Olkiluodon laitoksella pieninä.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2006 esitetään liitteessä 1.

### 3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Olkiluodon voimalaitoksen käyttö on ollut häiriötöntä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Säteilyturvallisuuskeskuksen valvonnassa ei ole todettu merkittäviä turvallisuuteen vaikuttavia puutteita. Olkiluodon voimalaitoksen työntekijöiden henkilökohtaiset annokset, työntekijöiden kollektiiviset annokset ja laskennallinen annos ympäristön eniten altistuvalla asukkaalle

ovat vuodelle 2006 asetettujen tavoitteiden mukaiset. Työntekijöiden kollektiivinen annos oli kansainväliseen tasoon nähden korkea, johtuen Olkiluoto 1:llä tehdyistä turbiinilaitoksen uudistuksista. Työntekijöiden saamia annoksia voidaan pienentää palauttamalla uusi höyrynkuivain käyttöön korjausten jälkeen. Tämän lisäksi laitoksen tulee selvittää mahdollisuuksia edelleen pienentää työntekijöiden saamaa annosta.

Olkiluodon voimalaitoksen alkutapahtumia ennalta ehkäisevät toimenpiteet ovat toimineet hyvin. Muun muassa ikääntymisen vaikutuksia ei ole havaittavissa kunnossapitoon liittyvissä turvallisuuden tunnusluvuissa. Laitoksen sähkö- ja automaatiojärjestelmien uudistukset ovat parantaneet laitoksen suojaustoimintojen luotettavuutta.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä, joskin polttoaineen tiiveydessä on ilmennyt vuosittain ongelmia. Olkiluodon laitoksella vuosihuoltoseisokissa 2006 aloitettu irto-osakampanja ei ole vielä tuottanut toivottua tulosta. Vuosihuoltoseisokissa toteutetuilla laitosmuutoksilla on varmennettu primääripiirin ja suojarakennuksen tiiveyttä.

Laitoksen ikääntymishallintaprosessi varmistaa hyvin systemaattisesti järjestelmä- ja laite muutosten toteuttamisen. Tässä prosessissa tulee entistä paremmin ottaa huomioon mahdollisuudet välttää laitteiden kuormituksia. Turvallisuudelle tärkeiden kaapeleiden kelpoisuudesta tulee varmistua aikaisempaa paremmin.

Olkiluodon voimalaitoksella on käytössä menettelyt ja henkilöresurssit laitoksen käyttämiseksi turvallisesti. Tällä alueella on useita kohteita, jotka vaativat edelleen kehittämistä. Ulkopuolisten arviointien käyttö on hyvä käytäntö, mutta tämä ei vähennä oman toimintajärjestelmän arvioinnin merkitystä ja vaatimuksia. Uusien ohjaajien koulutus on merkittävä haaste niin uuden rakenteilla olevan laitosyksikön kannalta kuin myös käytössä olevien laitosyksiköiden kannalta. Koulutusmenettelyjä ja niiden toimivuutta on tarve edelleen kehittää sen varmistamiseksi, että operaattoreiden osaamistaso säilyy tasaisen hyvänä. Vuoden 2006 aikana laitoksella on ollut edelleen turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia tilanteita. Tapahtumien taustalla olleita syitä ei ole kyetty riittävän hyvin poistamaan.

### 3.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2006 aikana Olkiluoto 3:n valvonnan pääpaino oli yksityiskohtaisten suunnitteluaineistojen tarkastuksessa ja pääkomponenttien valmistuksessa. Laitospaikan toimintoja STUK valvoi suunniteltua vähemmän, koska rakennustyöt etenivät alkuperäistä aikataulua hitaammin. Organisaatioiden toiminnan edellytyksiä valvottiin tarkastuksin ja auditoinnein. Lisäksi STUK teki tutkinnan, jonka perusteena olivat pohjalaatan betonoinnin yhteydessä esiin nousseet organisaatioiden toimintaa koskevat ongelmat. Tutkintaan sisällytettiin suojarakennuksen teräsuojakuoren valmistuksen yhteydessä esiin tulleet puutteet ja reaktorirakennuksen päänsaturin sekä materiaalisulun suunnittelutoiminta. Tutkinnasta ja sen tuloksista raportoidaan tarkemmin kohdassa 3.3.4.

#### 3.3.1 Säännösten täytäntöönpano

Uusien vaatimusten esittäminen päivitettyissä YVL-ohjeissa ei sinänsä vaikuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiin päätöksiin. Kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uusia tai uusittuja vaatimuksia sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Olkiluoto 3:een tätä menettelyä sovelletaan rakentamisluvan myöntämispäivämäärän 17.2.2005 jälkeen julkaistujen YVL-ohjeiden täytäntöönpanossa.

STUKin harkitessa YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, otetaan huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetty periaate, jonka mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Vuonna 2006 saatettiin sellaisenaan voimaan rakenteilla olevaa Olkiluoto 3:a koskien seuraavat uudistetut YVL-ohjeet:

- YVL 2.4, Ydinvoimalaitoksen primääri- ja sekundääripiirin paineenhallinta, 24.11.2006
- YVL 3.1, Ydinlaitosten painesäiliöt, 31.1.2006
- YVL 8.3, Keski- ja matala-aktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi, 29.6.2005.

Lisäksi STUK teki Olkiluoto 3:a koskien ennen rakentamisluvan myöntämistä antamastaan ohjeesta seuraavan täsmennyspäätöksen:

- YVL 3.8, Ydinvoimalaitosten painelaitteet, rikkomattomat määräaikaistarkastukset, 10.2.2006.

Täsmennyspäätöksessä STUK edellyttää, että voimayhtiö toimittaa määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelman STUKille jo rakentamisen aikana.

#### 3.3.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

##### Transientti- ja onnettomuusanalyysit

Teollisuuden Voima Oy ei toimittanut STUKin tarkastettavaksi vuoden 2006 aikana Olkiluoto 3:n käyttäytymistä koskevia onnettomuus- ja transienttianalyysijä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) jatkoi STUKin toimeksiannosta laitoksen käyttäytymisen analysoimiseksi tarvittavien mallien kehittämistä vastaamaan laitoksen yksityiskohtaista suunnittelua. Mallien kehittämisellä STUK valmistautuu käyttöluvapaiheen analyysin tarkastukseen. Yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastamisen tueksi STUK teetti riippumattomia arviointeja ja analyysijä liittyen vakavien onnettomuuksien vedynhallintaan ja höyrystimen lämmönvaihdinputken katkon mahdolliseen uudelleenkriittisyysriskiin.

##### Palo- ja tulva-analyysit

Voimayhtiö toimitti STUKin tarkastettavaksi päivitettyt paloanalyysit reaktorin suojarakennuksesta, suojarakennuksen välitilasta ja kaapelitunneleista sekä turbiinirakennuksesta sekä tulva-analyysit suojarakennuksesta ja sen välitilasta, dieselrakennuksesta sekä sivumerivesipumppaamoista. Sekä palo- että tulva-analyysien tarkastusta jatketaan vuonna 2007. Lisäksi STUK teetti VTT:llä paloa hidastavien kaapeleiden (Fire Retardant Non Corrosive) paloturvallisuudesta riippumattomia analyysijä tarkastuksensa tueksi.

##### Rakennuksia koskevat analyysit

STUK tarkasti suojarakennuksen epälineaarisen 3D-rakennemallin sekä suojarakennuksen että polttoaine- ja turvallisuusrakennusten lentokonetörmäyksistä aiheutuvia värähtelyjä koskevat

analyysit. STUKissa tarkastettiin edelleen näiden rakennusten lentokonetörmäysseiniä ym. rakenteita koskevat lujuus- ja jännitysanalyysit.

### **Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit**

STUK tarkasti vuonna 2005 Olkiluoto 3:n todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (PSA). Analyysin puutteista huolimatta STUK arvioi analyysin ja sen perustana olevat yleiset suunnittelu- ja perusteet riittäviksi. Laitoksen yksityiskohtainen suunnittelu oli tuolloin monilta osin kesken, mikä johdosta STUK arvioi vuonna 2006 suunnitteluperusteiden toteutumista järjestelmien ja rakenteiden yksityiskohtaisissa suunnitteluaineistoissa. Tavoitteena oli varmistaa suunnittelun riittävyys erityisesti aluetapahtumia (esim. sisäiset tulipalot ja tulvat) ja ulkoisia tapahtumia vastaan sekä tunnistaa järjestelmien väliset riippuvuudet ja mahdolliset yhteisvikamahdollisuudet.

Todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysiä ja tietokonemallia ei toimitettu STUKin tarkastettavaksi vuonna 2006. STUKille toimitettiin tiedoksi PSA-mallin epävirallinen päivitys, jossa oli osittain huomioitu STUKin aiemmat kommentit. STUKin tarkastettavaksi toimitettiin analyysin laadintaa ja soveltamista koskeva projektisuunnitelma ja sen päivitys sekä seismisen PSA:n suunnitelma. PSA:n sovellutuksista STUK tarkasti menetelmäkuvaukset putkistojen määräaikaistarkastusohjelman kohteiden valinnasta ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen laadinnasta.

### **3.3.3 Laitoshankkeen valvonta**

#### **Laitoksen periaatesuunnittelu**

Voimayhtiö toimitti Olkiluoto 3:n periaatesuunnittelun aineistoista STUKin tarkastettavaksi mm. yleiset suunnittelutavoitteet sisäisten ja ulkoisten uhkien varalle. Lisäksi toimitetuissa aineistoissa esitettiin erotteluperiaatteet sisäisten uhkien, kuten tulvan ja tulipalon, seurausvaikutusten minimoimiseksi turvallisuusjärjestelmän eri osajärjestelmien (divisioonien) välillä. Aineistojen tarkastuksen tuloksena nousi esiin seikkoja, joita voimayhtiön ja laitostoimittajan tulee huomioida jatkosuunnittelussa. Pääosin tarkastushavainnot liittyivät suunnitteluvaatimusten yksikäsitteisem-

pään dokumentointiin. Periaatesuunnittelun tarkastus jatkuu vuonna 2007.

STUK jatkoi Olkiluoto 3:n rakennusten, rakenteiden ja laitteiden sijoittelun tarkastusta laitosta kuvaavan 3D-mallin avulla. Teollisuuden Voima Oy päivitti mallia suunnittelun edetessä.

Voimayhtiö toimitti Olkiluoto 3:n käyttöturvallisuuden kannalta keskeisten turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) rakennetta kuvaavan aineiston STUKin tarkastettavaksi. STUKin huomautukset koskivat TTKE:n käytettävyyden ja selkeyden parantamista. Voimayhtiö ja STUK aloittivat keskustelut laitoksen vuosihuoltojen aikaisten toimenpiteiden turvallisuuden varmistamisesta.

#### **Säteilyturvallisuus**

STUK tarkasti Olkiluoto 3:n säteilymittausjärjestelmien tekniset ja toiminnalliset vaatimusmäärittelyt sekä järjestelmien laatusuunnitelmat. STUK edellytti, että eräiden mittausjärjestelmien maanjäristyskestoisuutta parannetaan, ja että päästönäytteenoton sähkönsyöttö varmistetaan vakavien onnettomuuksien varalta muiden suunnitteluperustaonnettomuuksien ohella. STUK tarkasti laitospaikan ympäristön säteilymittausjärjestelmän uudistamista koskevan suunnitelman.

VTT käynnisti STUKin tilauksesta riippumattomat vertailuanalyysit vakavien onnettomuuksien lähdetermin analysoimiseksi. Voimayhtiö ja STUK aloittivat keskustelut Olkiluoto 3:n valmistilanteisiin liittyvän automaattisen tiedonsiirtojärjestelmän yksityiskohtaisen suunnittelun käsitteystä.

Järjestelmien ennakkotarkastuksen osana STUK tarkastaa niiden säteilyturvallisuutta koskevat vaatimukset.

#### **Ikääntymisen hallinta**

Pääkomponenttien ja muiden turvallisuuden kannalta merkittävien mekaanisten laitteiden osalta ikääntymisen hallinnan lähtökohtana on, että laitteiden rakennemateriaalit ja valmistustekniikka ovat alan teknologian parasta tasoa. STUK on kiinnittänyt asiaan huomiota pääkomponenttien rakennesuunnitelmien ja valmistuksen valvonnan yhteydessä. Erityisesti huomiota kiinnitettiin pääkiertolinjojen ja reaktoripainesäiliön väliseen yhdehisiin (ns. safe-end). Hitsissä käytetään uut-



ta hitsauslisäainetta ja -tekniikkaa, eikä siitä sen vuoksi ole olemassa käyttökokemuksia. STUK edellytti seurantaohjelmaa hitsin ominaisuuksien seuraamiseksi valmistuksen edetessä ja laitoksen käytön aikana.

Olkiluoto 3:n mekaanisten komponenttien käyttöönottoon liittyvät määräaikaistarkastusten perustarkastukset on tehtävä ohjeen YVL 3.8 mukaisesti pätevoidyyn menetelmin. Laitostoimittaja ja Teollisuuden Voima Oy ovat käynnistäneet tarkastusmenetelmien pätevöinnin, ja STUK on tarkastanut ensimmäiset pätevöintiin liittyvät aineistot. STUK edellytti voimayhtiöltä ohjeen YVL 3.8 mukaista määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelmaa. Ohjelma toimitetaan STUKille vuonna 2007.

Sähkö- ja automaatiolaitteiden laitetason käsittely ei käynnistynyt merkittävästi osin vuonna 2006. Ikääntymiseen liittyvät asiat esitetään STUKille toimitettavissa laitteiden soveltuvuusarvioissa. Alustavan turvallisuusselosteen käsittelyn yhteydessä STUK edellytti, että sähkö- ja automaatiojärjestelmille ja -laitteille on laadittava alustava vanhenemisen seurantaohjelma laitosyksikön rakentamisen aikana.

### Järjestelmäsuunnittelu

STUK jatkoi prosessijärjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta vuonna 2006. Ydinturvallisuuden kannalta merkittävimpien järjestelmien prosessisuunnittelu saatiin pääosin hyväksytyä. Hyväksynnän ehtoina oli yksityiskohtaisia jatkosuunnittelussa huomioon otettavia vaatimuksia. Prosessijärjestelmien automaatio- ja sähkösuunnittelun tarkastus jatkuu vuonna 2007.

STUK tarkasti reaktorilaitoksen ja turbiinilaitoksen sähkönsyöttöjärjestelmien suunnitelmat sekä varasähkönsyöttöön liittyvät järjestelmät. Lisäksi tarkastettiin mm. kuluttajalistat, prosessisuunnittelussa noudatettavat taajuus- ja jännite-rajat, generaattori apujärjestelmien, ohjelmoitavien sähkölaitteiden vika-analyysit ja kaapeleiden erotteluvaatimukset laitoksen paloturvallisuuteen liittyen.

Voimayhtiö toimitti pääautomaatiojärjestelmien tekniset ja toiminnalliset vaatimusmäärittelyt, laatusuunnitelmat sekä järjestelmäkuvaukset STUKin tarkastettavaksi. STUK tarkasti pääautomaatiojärjestelmien sähköisen erottelun suunnit-

teluvaatimukset, erillaisuusperiaatteen huomioon ottamisen prosessisuureiden mittauksessa sekä arvioi ohjelmistosuunnittelua ja automaatiojärjestelmien suunnittelun elinkaarta. Pääautomaatiojärjestelmien tarkastuksen lisäksi STUK tarkasti erillisautomaatiota kuten suojarakennuksen kunnonvalvontajärjestelmän, seismisyyden valvontajärjestelmän ja polttoaineen käsittelyjärjestelmien automaation.

STUK aloitti valvomon ja simulaattorin aineistojen tarkastuksen vuonna 2006. STUK tarkasti valvomon laatusuunnitelman ja suunnittelun verifiointi- ja validointisuunnitelmat.

### Laitteiden ja rakenteiden suunnittelu

Vuonna 2006 laitteiden yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksissa pääpaino oli pääkomponenttien (reaktoripainesäiliö ja höyrystimet sisäosineen, paineistin, pääkiertopumput, pääkiertoputkisto ja säätösauvakoneistot) rakenne- ja valmistussuunnitelmissa. Erityishuomio kohdistui pääkiertolinjan ja reaktoripainesäiliön väliseen yhdehisiin (ns. safe-end) sekä pääkiertolinjojen tarkastettavuuteen. Muiden mekaanisten laitteiden rakennesuunnitelmien tarkastus jatkui STUKissa ja STUKin hyväksymissä tarkastuslaitoksissa. STUK tarkasti mm. latauskoneen ja muiden polttoaineen käsittelylaitteiden suunnitelmia.

Sähkölaitteiden tarkastus alkoi välijäähdytyspiirin pumppujen moottoreiden rakennesuunnitelmien tarkastuksella. Rakennesuunnitelman sisältöön STUKilla oli lukuisia huomautuksia, joiden huomioimisen johdosta voimayhtiö lykkäsi muiden rakennesuunnitelmien toimittamista STUKille. Lisäksi tarkastettiin monitoimisuojoareleen ohjelmiston kelpoistusta sekä akustojen, tasasuuntaajien ja kaapeleiden projektispesifikaatioita. STUK edellytti selvitystä ohjelmoitavien laitteiden luotettavuudesta. Selvityksen tuloksena voimayhtiö päätyi esittämään erityyppisiä ohjelmoitavia laitteita eri jännitetasoille.

Polttoaineen luvitusaineiston käsittely alkoi polttoaineen käyttöön ja käyttäytymiseen liittyvien analyysien tarkastamisella sekä polttoaineen valmistuksen laatusuunnitelmien ja valmistusaineistojen sekä rakennesuunnitelmien tarkastuksella. STUK edellytti voimayhtiöltä lisäselvityksiä (mm. polttoaineen soveltuvuus selvitystä) polttoaineen suunnittelu- ja valmistusaineiston täydentämiseksi.

## Valmistus ja rakentaminen

Laitevalmistuksen viranomaisvalvonta kohdistui pääkomponenttien tarkastuksiin. STUKin tarkastajat valvoivat reaktoripainesäiliön valmistusta Japanissa Mitsubishi Heavy Industriesin tehtaalla ja höyrystimien valmistusta Ranskassa Chalonin tehtaalla säännöllisin kuukausikäyntein. Ranskassa käyntien yhteydessä valvottiin muiden valmistettavien laitteiden kuten painestimen, pääkiertolinjojen ja pääkiertopumppujen valmistusta. Tsekin tasavallassa Skodan tehtaalla valvottiin reaktoripainesäiliön sisäosien valmistusta ja Puolassa suojarakennuksen tiiveyden varmistavan terässuojakuoren valmistusta. STUK haluaa valvonnallaan varmistua valmistajien ja laitostoi-  
mittajan sekä voimayhtiön valvonnan riittävydestä ja tuotteiden vaatimustenmukaisuudesta.

Rakentamisen valvonta kohdistui turvallisuusluokan 2 teräs- ja betonirakenteiden valmistukseen ja asennukseen. Terässuojakuoren alin osa asennettiin paikalleen toukokuussa 2006. Työmaalla tehtiin vuoden 2006 aikana kolme turvallisuusluokan 2 betonoinnin aloitusvalmiuden tarkastusta: terässuojakuoren alapuolinen tasausvalu, suojakuoren sisäpuolinen pohjalaatta sekä suojarakennuksen esijännityskaapeleiden kiinnityselementit. Lisäksi STUK tarkasti valuihin asennetut osat eli teräsrakenteet, tartuntalaput ja putkistot, sekä rakennusten maadoitukset ja muut suojaukset.

## Kelpoistus ja soveltavuuden osoittaminen

Voimayhtiö toimitti STUKille tarkastettavaksi suunnitelmat laitteiden ja rakenteiden onnettomuusolosuhteisiin kelpoistamisesta. STUK esitti kelpoistussuunnitelmiin tarkennuksia, jotka voimayhtiön tulee ottaa huomioon kelpoistuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. Laitostoi-  
mittaja aloitti sähkölaitteiden (kaapit ja akustot) kelpoistamisen maanjäristyksen ja lentokoneen törmäyksen aiheuttamia värähtelyjä vastaan. STUK valvoi testejä.

## Muutokset ja korjaukset

### *Korjauksia*

Pääkomponenttien valmistuksen yhteydessä on noussut esiin useita korjauksia vaativia kohteita (esim. hitsaus- ja valmistusvikoja). Hitsien korjaukset on tehty hyväksytyjen korjaussuunnitelmien mukaisesti. Merkittävimpiä olivat reaktori-

painesäiliön ja pääkiertolinjojen yhdekappaleen hitsien ja pääkiertopumppujen pesien valujen korjaukset. Pääkiertolinjojen putkien takeiden materiaalin suuri raekoko johti takeiden hylkäämiseen ja uusien valmistukseen, koska suuri raekoko ei mahdollista niiden tarkastamista ultraäänitekniikalla. Reaktoripainesäiliön sisäosien takeissa todettiin vikoja, ja laitostoi-  
mittaja päätti valmistaa osat uudelleen. Vuonna 2005 hylättyjen painestimen takeiden tilalle laitostoi-  
mittaja valmisti uudet osat.

Pohjalaatan betonin liian suuren vesi-sementtisuhteen aiheuttaman huokoisuuden johdosta voimayhtiö päätti suojata pohjalaatan pystyseinät pinnoitteella estääkseen mm. korrodoivien aineiden pääsyn rakenneteräksiin laitoksen käytön aikana. Pinnoitteen asennus siirtyi myöhemmäksi toteutuksen suunnittelun keskeneräisyyden vuoksi. Turbiinirakennuksessa voimayhtiö joutui teettämään korjauksia (mm. lisäämään liikuntasauvoja) suunnitteluvirheiden vuoksi. Suunnittelussa ei otettu huomioon suomalaisia Rakennusmääräyskokoelman (RakMK) vaatimuksia asianmukaisella tavalla.

Syksyllä 2006 laitospaikalla vallinneen kovan tuulen johdosta terässuojakuoren osa siirtyi ja vaurioitui. Laitostoi-  
mittaja suunnittelee korjaavansa vauriot paikallisesti uuden osan valmistamisen sijaan. Korjaukset siirtyivät suunnitelmien valmistumisen viipymisen vuoksi vuodelle 2007.

### *Merkittäviä suunnittelumuutoksia*

Laitoksen paloturvallisuuden parantamiseksi voimayhtiö toteutti muutoksia alkuperäiseen suunnitteluun verrattuna. STUK vaati ydinsaarekkeen turvallisuus- ja dieselrakennuksiin ulkopuoliset syöttöyhteet, joilla turvataan paloveden saanti maanjäristystilanteissa. Laitostoi-  
mittaja muutti turvallisuusrakennuksissa sähkökaapeleiden reititystä siten, että kaapeleiden fyysinen erottelu turvallisuusjärjestelmien osajärjestelmien välillä parani.

STUK ja voimayhtiö ovat keskustelleet muista muutoksista, joiden lopullista toteutusta laitostoi-  
mittaja vielä suunnittelee. Näitä ovat mm. huonetilakohtaisen vuodonvalvonnan asentaminen turvallisuuden kannalta merkittäviin huonetiloihin, laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden ja järjestelmien jäähtymisen varmistaminen lisäämällä erilaisuutta lämmönpoistoon ja

primääripiirin paineenalennustavan muutos painestimen lämpötilakerrostumisen ehkäisemiseksi laitoksen alasajon yhteydessä.

Laitostoimittaja päätti tehdä muutoksia laitoksen sähköjärjestelmien suunnitteluun Forsmarkin tapahtuman johdosta. Suunnittelumuutoksella poistettiin varasähkönsyötön toiminnan riippuvuus UPS-järjestelmän toiminnasta. Muutoksen johdosta laitoksen automaation sähkönsyötön luotettavuus parani. Kuvaus Forsmarkin tapahtumasta on liitteessä 4.

### 3.3.4 Rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonta

STUK valvoo organisaatioiden toimintaa laitospöytäkirjan toteutuksen valvonnan yhteydessä. Projektiin osallistuvien organisaatioiden toimintaa valvotaan laitospaikalla ja valmistuspaikoilla tehtävin tarkastuksin. Rakentamisen aikaisella tarkastusohjelmalla STUK valvoo (ks. alla osio turvallisuusjohtaminen) voimayhtiön toimintaa projektin hallitun toteutuksen varmistamiseksi. Vuonna 2006 STUK teki lisäksi tutkinnan, joka koski organisaatioiden toimintaa. Tutkinnan lähtökohdista ja tuloksista kerrotaan tarkemmin tämän luvun lopussa.

Tarkastuksilla ja valvonnalla STUK todensi erityisesti organisaatioiden toiminnan valmiutta projektin tulevia vaiheita ajatellen. Tarkastusten kohteena olivat mm. asennusvalvonnan suunnittelu ja valvonta, varastointimenettelyt laitospaikalla sekä laitoksen käyttöönoton suunnittelu ja sen valvonta. STUK totesi voimayhtiön ja laitostoimittajan toiminnan ohjeistuksessa ja menettelyissä useita kehittämiskohteita.

STUK tarkasti ja valvoi Olkiluoto 3:n tulevan henkilökunnan koulutusta ja selvitti voimayhtiölle operaattoreiden lisensointia ja siihen liittyviä vaatimuksia. STUK auditoi voimayhtiön kanssa koulutuksen suunnittelua laitostoimittajan luona. Auditoinnin ja koulutustoiminnan tarkastuksen tuloksena STUK edellytti, että voimayhtiö varmistaa operaattoreiden koulutusaineiston asianmukaisuuden ja kehittää toimintaansa laitostoimittajan koulutustoiminnan valvomiseksi. Lisäksi STUK edellytti menettelyitä, joilla laitoksen suunnittelumuutokset tulevat huomioiduksi operaattoreiden koulutuksessa.

### Turvallisuusjohtaminen

STUK jatkoi Teollisuuden Voima Oy:n toiminnan tarkastamista rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaisesti. Tarkastusohjelman tavoitteena on tarkastaa ja arvioida voimayhtiön toimintaa uuden ydinvoimalaitoksen laadukkaana toteutuksen varmistamiseksi. STUK laatii puolivuositain suunnitelman tarkastusohjelman toteuttamisesta. Vuoden 2006 aikana ohjelmassa oli projektin päätoimintoihin kohdistuvat tarkastukset kuten johtaminen, laadunhallinta, projektinhallinta ja turvallisuusasioiden käsittely. Muihin toimintoihin kohdistuneita tarkastuksia olivat laadunvarmistus eri alueilla, koulutus ja todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (PSA) hyödyntäminen, voimayhtiön tarkastusmenettelyt sekä eri tekniikan alat (layout-suunnittelu, ilmastointijärjestelmät). Tarkastusten perusteella todettiin kehitettävää Teollisuuden Voima Oy:n toiminnassa, erityisesti laitostoimittajan valvontaan liittyvissä menettelyissä ja laitostoimittajan suunnittelun tarkastustoiminnassa.

Laitostoimittajan toiminnan arvioimiseksi STUK osallistui voimayhtiön tekemiin auditointeihin, joissa arviointiin valvomosuunnittelua, koulutustoimintaa, työmaan laadunhallintaa sekä laitostoimittajan laadunhallintaa ja hankintatoimintaa.

STUK on osallistunut 34:ään voimayhtiön laitetoimittajiin kohdistamista auditoinneista. Auditointien tavoitteena on ollut varmistua toimittajien kyvykkyydestä osallistua laitoshankkeeseen. Useiden laitetoimittajien toiminnassa on todettu puutteita, joiden korjaamiseksi on edellytetty mm. erityisiä Olkiluoto 3 -kohtaisia laatusuunnitelmia sekä organisaatioiden toimintaa parantavia muutoksia.

### Johtamis- ja laadunhallintajärjestelmä

Teollisuuden Voima Oy:n laadunhallintajärjestelmässä esitetään menettelyt ja vastuut Olkiluoto 3 -projektin johtamiseksi ja toteuttamiseksi. Prosessiin perustuva laadunhallintajärjestelmä on integroitu Olkiluodon käyvien laitosten toimintajärjestelmään. Projektin laadunvarmistus kattaa sekä projektin oman ja projektin käyttämien aliurakoitsijoiden että konsortion ja laitetoimittajien toiminnan arvioinnin ja valvonnan.

Teollisuuden Voima Oy on ylläpitänyt ja edelleen parantanut projektin johtamis- ja laadunhallintajärjestelmää mm. sisäisten auditointien ja STUKin tarkastusten tulosten perusteella. STUKin tarkastusten huomautuksissa on mm. edellytetty, että voimayhtiö kehittää sisäistä auditointitoimintaansa ja korjaa toiminnassa todetut puutteet asetetussa määräajassa. STUK vaati, että voimayhtiö kehittää auditointihavaintojen systemaattista analysointia siten, että toistuvat puutteet tunnistettaisiin. STUK on edellyttänyt, että Teollisuuden Voima Oy varmistaa IAEA:n laatustandardeissa esitettyjen laadunhallintavaatimusten ja -ohjeiden täyttymisen turvallisuudelle tärkeitä komponentteja valmistavien laitetoimittajien laatujärjestelmissä. Johtamisjärjestelmän tarkastuksissa on vaadittu, että voimayhtiö parantaa mm. turvallisuusasioiden käsittelyä, rakennuttamisen valvonnan menettelyjä ja käynnistää projektiorganisaation kehittämistoimenpiteet.

STUK hyväksyi voimayhtiön vuonna 2006 esittämät projektin laadunhallintajärjestelmän muutokset.

Projektin laadunvarmistusyksikön henkilöstöresursseja on lisätty tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Vuonna 2006 Teollisuuden Voima Oy rekrytoi lisää laadunvarmistusinsinöörejä kaikille tekniikan alueille.

### **Tarkastus- ja testauslaitosten sekä ydinteknisten painelaitteiden toimittajien valvonta**

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksen perusteella 22 ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa Olkiluoto 3:lle. Edelleen, STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti 25 testauslaitosta tekemään Olkiluoto 3:n mekaanisten laitteiden ja rakenteiden ainetta rikkovaa ja rikkomatonta aineenkoetusta.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien ja testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

### **Tapahtumien tutkinta**

STUK nimesi 7.3.2006 tutkintaryhmän arvioimaan turvallisuusvaatimusten hallintaa Olkiluoto 3:n rakentamisessa. Olkiluoto 3:n pohjalaatan valussa syksyllä 2005 tapahtuneiden laatu-poikkeamien tulo tietoon helmikuussa 2006 aiheutti STUKissa

tarpeen selvittää ydinvoimalatyömaan alihankkijoiden valinta- ja valvontamenettelyjä sekä edellytyksiä täyttää ydinvoimarakentamisen erityisvaatimukset. Betonisen pohjalaatan toimituksen lisäksi esimerkkitapauksina tutkittiin suojarakennuksen teräsvuorauksen toimitusketjua sekä päänosturin ja materiaalisulun suunnittelun alkuvaiheita.

Tutkintaryhmän käsityksen mukaan ongelmat liittyivät laitoshankkeen tiukkaan kokonaisaikatauluun ja kustannusraameihin. Yksityiskohtaiseen suunnitteluun vaadittava aika ja työ määrä aliarvioitiin kokonaisaikataulusta sovittaessa. Suurimmat ongelmat laitteiden valmistuksessa ja rakentamisessa liittyivät projektin hallintaan. Tämä tuli selvästi ilmi betonisen pohjalaatan valussa, missä eri toimijoiden roolit ja vastuut olivat epäselvät. Betonin toimitussopimuksen määrittelyssä ja hallinnassa epäonnistuttiin, mikä johtui laitostoimittajan kokemattomuudesta rakentajana.

Laitostoimittaja oli valinnut hanketta toteuttamaan alihankkijoita, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta ydinlaitosrakentamisesta. Olennaisia laatuvaatimuksia ja niistä mahdollisesti aiheutuvia lisäkustannuksia ei kokemattomille alihankkijoille tuotu selkeästi esille tarjouspyyntö- ja sopimusvaiheessa. Alihankkijoiden työntekijöille ei annettu riittävää perehdytyskoulutusta ydinvoima-alan toimintatavoista ja oman työn turvallisuusmerkityksestä eikä laitostoimittaja ohjannut ja valvonut töitä niin, että ne olisivat edenneet ongelmitta.

Rakentamisen ja laitteiden valmistuksen valvonta toteutui projektissa pääosin suunnitellusti ja sitä hoitivat pätevät henkilöt sekä voimayhtiön että laitostoimittajan organisaatiossa. Laadunvalvonnasta vastaavat henkilöt kirjasiivat poikkeamat ja niiden korjaamista seurattiin. Projektin laadunvalvontaorganisaation valtuudet, täytäntöönpanovoima ja rohkeus puuttua välittömästi havaittuihin laatu-poikkeamiin ja vaatia niiden korjaamista eivät olleet riittäviä.

Tutkintaryhmä korosti hyvän turvallisuuskulttuurin mukaista toimintatapaa. Tärkeää on millainen suhde turvallisuuteen otetaan ja miten se näkyy käytännön työssä. Tavoitteena on mahdollisimman hyvin suunniteltu, toteutettu ja dokumentoitu työ, eikä välinpitämätöntä suhtautumista ongelmiin tai laatuun pidä hyväksyä.

Tutkintaryhmä antoi laitoksen toimittajalle ja

tilaajalle useita suosituksia koskien suunnitelmien laatua, laadunvarmistusvaatimusten esittämistä, alihankkijoiden valintaa, valvontaa ja koulutusta sekä poikkeamien käsittelyä. Teollisuuden Voima Oy:lle annettiin lisäksi Olkiluoto 3 -projektin johtamista ja turvallisuuskulttuurin edistämistä työmaalla koskevia suosituksia. Kaikille hankkeeseen osallistuville organisaatioille annettiin IAEA:n turvallisuusstandardeissa esitettyjä laatuja järjestelmiä ja turvallisuuskulttuuria koskevia vaatimuksia koskeva suositus, jonka mukaan laitostoimittajan, Teollisuuden Voima Oy:n ja STUKin tulee selkiintyä henkilöstölleen rakentamiseen ja laitteiden valmistamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnalle ko. turvallisuusstandardeissa esitetyt olennaiset vaatimukset. Valvonnan ja auditien yhteydessä tulee havaitut poikkeamat vaatimuksista sekä korjaavat toimenpiteet esittää mahdollisimman konkreettisesti ja yksiselitteisesti ymmärrettävässä muodossa.

Teollisuuden Voima Oy ja laitostoimittaja laativat suositusten johdosta yksityiskohtaisen toimenpidesuunnitelman, jonka mukaan voimayhtiö ja laitostoimittaja yhdenmukaistavat ja kehittävät poikkeamien raportointia ja analysointia. Tavoitteena on mm. selkeyttää töihin liittyviä vastuita, lisätä valvontaa ja kehittää ohjeistusta.

STUK painotti, että rakentamisen projektinhallinnan asiantuntemukseen on kiinnitettävä huomiota ja että projektin johdossa ja työmaalla on oltava riittävä rakentamisen asiantuntemus. Laitostoimittaja vaihtoi työmaapäällikön marraskuun alussa ja Olkiluoto 3:n projektijohtajan joulukuun alusta. Työmaalla on myös tehty tehtävänkuvien täsmennyksiä.

### 3.3.5 Turvallisuuden kokonaisarvio

Uuden laitoshankkeen turvallisuuden kokonaisarvioinnissa tarkastellaan havaintoja, joita on tehty yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastuksen, valmistuksen ja rakentamisen valvonnan, rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tulosten, laitostoimittajan ja sen aliurakoitsijoiden valvonnan sekä STUKin, Teollisuuden Voima Oy:n ja laitostoimittajan kanssakäymisen tuloksena saadun tiedon ja kokemuksen perusteella.

Yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastusten perusteella STUK voi todeta suunnittelun tarkentuneen jatkuvasti, mutta riittävän yksityiskohtaisen suunnitteluaineiston laadinnassa lai-

tostoimittajalla ja voimayhtiöllä on ollut edelleen parannettavaa. Tähän kiinnitettiin huomiota mm. tutkinnan suosituksissa. STUK edellytti suunnitteludokumentaation puutteet korjattaviksi, mikä aiheuttaa käytännössä suunnittelun viivästymistä. Puutteiden korjaaminen on kuitenkin välttämätöntä, jotta STUK voi tarkastaa ja hyväksyä yksityiskohtaisen suunnittelun.

Valmistuksen ja rakentamisen valvonnan perusteella STUK totesi puutteita sekä laitostoimittajan että voimayhtiön toiminnassa. Puutteita käsiteltiin tutkinnan tuloksissa ja voimayhtiö ja laitostoimittaja ovat esittäneet toimenpiteitä, joilla toiminnan voidaan olettaa parantuvan. Pääkomponenttien valmistukseen osallistuneet organisaatiot, laitostoimittaja ja voimayhtiö ovat toimineet asianmukaisesti, mutta havainnot osoittavat kattavan valmistuksen valvonnan olevan tarpeellista.

Valmistajiin ja toimittajiin kohdistettujen auditointien tulokset osoittivat, että useat toimijat eivät ole huomioineet ydinalan edellyttämiä laatuvaatimuksia toiminnassaan. Asiaan kiinnitettiin huomiota vuoden 2006 aikana ja STUK edellytti, että Teollisuuden Voima Oy:n laatii yhdessä laitostoimittajan kanssa yksikäsitteisen dokumentaation varmistaakseen laadunhallintaan ja -varmistukseen liittyvien erityisvaatimusten siirtymisen alihankkijoille oikea-aikaisesti.

Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tuloksena STUK pystyi muodostamaan käsityksen Teollisuuden Voima Oy:n projektin johtamisesta, resursseista, turvallisuusasioiden käsittelystä ja laadunhallinnasta sekä näitä päätoimintoja tukevista toiminnoista. Tarkastusohjelman tulosten perusteella voimayhtiön toiminta on riittävää johtamisen ja rakentamisen suunnittelun ja hallinnan osalta. Toiminnoissa todettujen kehityskohteiden osalta Teollisuuden Voima Oy on esittänyt toimenpidesuunnitelmat, joiden toteutumista STUK seuraa projektin aikana.

Laitostoimittajan toiminnan arviointi perustuu kanssakäymiseen laitostoimittajan kanssa kokouksissa, laitostoimittajan laatimien asiakirjojen tarkastuksiin, laitostoimittajan laadunhallintajärjestelmän ja -suunnitelmien tarkastukseen, projektin käsikirjojen tarkastukseen sekä toiminnan auditointeihin sekä tutkintaan. Kanssakäymisen perusteella STUK on voinut todeta laitostoimittajan asiantuntemuksen olevan riittävää laitoksen

suunnittelun läpivientiin. Alihankkijoiden ja koko rakentamisprojektin hallinnan STUK odottaa parantuvan mm. tutkinnan johdosta tehtyjen toimenpiteiden seurauksena. Laitostoimittaja on vahvistanut laadunhallinnan ja -valvonnan menettelyitä ja resursseja työmaalla, sekä lisännyt projektijohdon käytettävissä olevaa projektiasiantuntemusta uusilla resursseilla.

### 3.4 Tutkimusreaktori

Ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoo Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktorin käyttö alkoi maaliskuussa 1962 ja sen nykyinen käyttöluva päättyy vuoden 2011 lopussa. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan kasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja hoitomenetelmien tutkimiseen

FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttö on jatkunut vuonna 2006 edellisten vuosien tapaan. Turvallisuuteen vaikuttavia poikkeavia tapahtumia ei ollut. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus toimitti tiedot reaktorin käytön organisaatiomuutoksesta STUKille. STUK tarkastaa säännöllisesti ydin-

energia-asetuksen edellyttämät reaktorin asiakirjat. Vuonna 2006 toimitettiin STUKin hyväksyttäväksi johtosäätö. STUK teki valvontaan kuuluvat käytön turvallisuustarkastukset vuosisuunnitelman mukaan. STUK hyväksyi vuonna 2006 neljä reaktorin esimiestä ja yhden ohjaajan.

Konkreettisimmat tutkimusreaktorin tulevat tekniset ylläpitotoimet kohdistuvat ydinpolttoaineen sekä ohjaus- ja valvontajärjestelmän kunnan ylläpitoon. FiR 1:n käyttöhenkilökunnan keskeisten turvallisuustehtävien hoitamisesta on laadittu henkilöstö- ja koulutussuunnitelma. Reaktorin vastuullinen johtaja voi jatkaa tehtävässään käyttölupajakson loppuun asti. Seuraava säännönmukainen ohjaajalupien uusinta koskee vuosina 2007 ja 2008 useampia reaktoriohjaajia.

Kauppa- ja teollisuusministeriön hyväksymän FiR 1 -reaktorin ydinjätehuollon suunnitelman mukaan käytetyn ydinpolttoaineen palautus alkuperämaahan (Yhdysvallat) on mahdollista nykyisen käyttöluvan päättymisen jälkeen.

FiR 1 -reaktorin käytön turvallisuus, rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden toimintakunto, sekä henkilöresurssit ja niihin liittyvät suunnitelmat ovat riittäviä nykyisen lupajakson tarpeita varten.

### 3.5 Muut ydinlaitokset

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 4.

## 4 Ydinjätehuollon valvonta

*Esko Ruokola*

### 4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat

Kauppa- ja teollisuusministeriön 3.12.2002 päävätyssä kirjeessä esitetyn linjauksen mukaisesti Posiva Oy, Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy julkaisivat raportin TKS-2006, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa power plants, Programme for research, development and technical design for 2007–2009. Siinä esitetään katsaus Posivan ja sen omistajayhtiöiden viime vuosina tekemään ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja tekniseen suunnittelutyöhön sekä suunnitelma tulevalle toiminnalle keskittyen ajanjaksoon 2007–2009.

Voimayhtiöiden vuonna 2006 toimittama Ydinjätehuollon ohjelma -raportti perustui suurelta osin TKS-2006-raporttiin. STUK tarkasti voimayhtiöiden ydinjätehuollon ohjelmaan liittyvät asiakirjat ja laati niistä ydinenergia-asetuksen 78 §:n mukaisen lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle.

STUK tarkasti myös ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetut ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat asiakirjat ja antoi niistä lausunnot kauppa- ja teollisuusministeriölle. Lausunnoissa STUK arvioi taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia ja kustannusarvioita.

### 4.2 Käytetty ydinpolttoaine

#### 4.2.1 Välivarastointi

STUK valvoi käytetyn ydinpolttoaineen varastointia säännönmukaisin tarkastuksin sekä tarkastamalla varastointilaitteita koskevia suunnitelmia ja töitä. Varastoinnissa ei sattunut turvallisuutta vaarantavia tapahtumia. Olkiluodon laitoksella varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden 2006 lopussa oli 6510 nippua (1147 tU, tonnia alkuperäistä uraania), lisäys vuonna 2006 oli 226

nippua (41 tU). Loviisan laitoksella vastaava kertymä oli 3361 nippua (403 tU) ja lisäys 204 nippua (25 tU). Loviisan laitoksen varastokapasiteettia lisätään ottamalla käyttöön tiheitä polttoainetelineitä. STUK hyväksyi vuonna 2006 telineitä koskevat ennakkotarkastusaineistot.

#### 4.2.2 Loppusijoituksen valmistelu

STUKin turvallisuusvalvonnan kannalta keskeisiä Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelutöitä tarkastellaan seuraavassa.

#### Kapselointi- ja loppusijoitustekniikka

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnittelu on edennyt pitkäjänteisesti ja esisuunnitteluvaiheen (preliminary design stage) laitossuunnitelmat valmistuivat vuoden 2006 lopulla. Posiva jatkoi jättekapselin valmistustekniikan kehitystyötä yhteistyössä Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa. Posivan vastuulla olevalla pisto-veto-menetelmällä valmistettiin vuonna 2006 Saksassa ensimmäinen integroidulla pohjalla varustettu kuparikapseli, joka täyttää asetetut spesifikaatiot. Kapselin rautaisen sisäosan valukokeissa Jyväskylän Rautpohjan valimolla valmistettiin kapseli, joka täyttää sekä geometriset että valumateriaalille asetetut vaatimukset.

Posiva on jatkanut kuparikapselin elektronisuihkuhitauskokeita yhteistyössä Patrian kanssa Nokian Linnavuorella ja on selkeästi kyennyt kehittämään hitsaustekniikkaa. Myös jättekapselin tarkastustekniikan kehitystyö on selkeytynyt ja Posiva on aloittanut tarkastusmenetelmien päteväntoimintatarkastuksen suunnittelun.

STUK laati vuonna 2005 julkaistusta jättekapselin suunnitteluperusteista koskevasta raportista arvion, joka toimitettiin tiedoksi myös kauppa- ja teollisuusministeriölle. Teknisten vapautumises-

teiden kehitystyöhön liittyvistä selvityskohteista on luotu tietokanta, joka päivitettiin vuonna 2006 sekä STUKin että Posivan toimesta.

Posiva käynnisti vuonna 2006 oman bentoniittipuskurin kehitystyöhankkeen, ns. BENTO-projektin, jossa pyritään selvittämään bentoniitin toimintakykyyn liittyviä kysymyksiä, kehittämään valmistus- ja asennustekniikkaa sekä alan kotimaista asiantuntemusta. Tunnelien täyttötönnön tutkimus- ja kehitystyö toteutetaan yhteistyössä SKB:n kanssa Baclo-projektin puitteissa, joka on edennyt toisen vaiheen loppuun.

Loppusijoitustekniikan merkittävimmät suunnittelu- ja kehityshankkeet liittyvät jätekapselien vaakasijoitukseen, ns. KBS-3H-konseptiin. Posivalla on tästä konseptista SKB:n kanssa vuoteen 2007 ulottuva kehitysohjelma, johon sisältyvien täyden mittakaavan demonstrointikokeiden valmistelu on aloitettu Äspön kalliolaboratoriossa.

### **Sijoituspaikkatutkimukset**

Posiva Oy jatkoi varmentavia sijoituspaikkatutkimuksia sekä maanalaisen tutkimustilan, ONKALON rakentamista. Vuonna 2006 toteutetun toimintatapamuutoksen seurauksena Posiva toimii ONKALON rakennuttajana sekä rakentamisen ja sen laadun valvojana. Muutoksen seurauksena myös hankkeen aikataulua ja kustannusarviota tarkistettiin. Vuonna 2006 ONKALON rakentaminen eteni uudistetun aikataulun mukaisesti; vuoden loppuun mennessä louhinta on edennyt noin 160 metrin syvyyteen.

STUK tehosti vuonna 2006 ONKALON rakentamisen valvontakäytäntöjä. Rakennuspaikalle tehtiin 26 valvontakäyntiä. Lisäksi käynnistettiin ONKALON rakentamisen tarkastusohjelma, jossa tehtiin neljä tarkastusta. Seurantakokoukset ja asioiden kattavaan läpikäyntiin tarkoitettut puolivuotiskokoukset Posivan kanssa jatkuivat aiemman käytännön mukaisesti. STUK päivitti Olkiluodon varmentaviin sijoituspaikkatutkimuksiin liittyvän avoimien asioiden listan kaksi kertaa ulkopuolisen kansainvälisen asiantuntijaryhmän avustamana. STUK on myös arvioimassa saman asiantuntijaryhmän tuella ONKALON rakentamisen turvallisuuskriittisiin toimintoihin liittyviä laatuohjeita.

Posivan uusin päivitys ONKALO-alueen kalliomallista on valmistumassa vuoden 2007 alkupuolella. ONKALON rakentamisesta aiheutuvia häi-

riöitä koskeva selvitys uudistettiin ja sen pohjalta tarkistetaan suosituksia tiivistysstrategioista ja -menetelmistä. Kallion louhintahäiriövyöhykkeitä koskevat tutkimukset ONKALOSSA aloitettiin. Ensimmäinen tunnelinperä ONKALOSSA tehtäviä geologisia tutkimuksia varten tuli valmiiksi vuoden 2006 lopulla.

Posiva kairasi tutkimusalueelle neljä uutta syvää reikää, joissa tehtiin vakiintuneet geofysikaaliset ja hydrologiset tutkimukset. Yksi tutkimuskaivanto kartoitettiin kallion rakoilun, kivilajijakauman ja muuntuneisuuden selvittämiseksi. ONKALO-alueen monitorointiohjelman ensimmäiset yhteenvetoraportit valmistuivat vuoden 2006 aikana. Kallioperän tutkimusmenetelmistä, joita Posiva käyttää maan pinnalta ja ONKALOSSA tehtävissä tutkimuksissa, valmistui kattava selvitys. Lisäksi Posivan raporttisarjoissa julkaistiin vuonna 2006 lukuisia muita Olkiluodon tutkimusten tulkintoja ja geologisia taustaselvityksiä.

### **Turvallisuustutkimukset**

Posivan turvallisuustutkimukset pohjautuvat valtaosin pitkäkestoisiiin kahdenvälisiin tai monenkeskisiin yhteistyöhankkeisiin. Kahdenkeskisistä tutkimushankkeista valtaosa sisältyy Posivan ja Ruotsin SKB:n väliseen yhteistyöhön, jota koskeva sopimus uudistettiin vuonna 2006. Monenkeskisistä hankkeista merkittävimpiä ovat EU:n kuudenteen puiteohjelmaan sisältyvät integroidut projektit NF-PRO, FUNMIG, PAMINA ja THERESA, joissa Posiva on mukana suomalaisten tutkimuslaitosten kanssa.

Posiva on organisoanut turvallisuusperustelun kokoamisen vuonna 2005 perustetun SAFCA-projektin kautta, jonka tehtävänä on huolehtia myös tarvittavan osaamisen kehittamisestä. Posivan turvallisuusperustelustrategia sisältyy suunnitelmaraporttiin Plan for Safety Case. Tuleva turvallisuusperustelu tulee koostumaan kymmenestä pääraportista muodostuvasta salkusta (Safety Case Portfolio), jonka raportteja päivitetään muutaman vuoden välein. Vuonna 2006 valmistui ensimmäinen versio salkun raportista, joka käsittää loppusijoituspaikan ja -tilan evoluution kuvauksen.

Posiva on saanut vuosina 2005–2006 valmiiksi laajan raporttikokonaisuuden Olkiluodon biosfääristä. Näiden tutkimusten yhtenä tarkoituksena on tuottaa tietoa loppusijoitusalueen lähtötilaselvitystä varten; kyseisen selvityksen toinen päivitys



(Olkiluoto Site Description 2006) ilmestyy vuoden 2007 alkupuolella. Toisena päätarkoituksena on tuottaa lähtötietoja ja mallinnustyökaluja turvallisuusperustelusalkkuun sisältyvää biosfäärianalyysiä varten, jota koskeva yhteenvetoraportti julkaistiin vuonna 2006.

Posivan muut turvallisuustutkimukset painotuivat loppusijoitusjärjestelmän teknisten vapautumisesteiden (uraanimatriisi, jättekapseli, bentoniittipuskuri, täyteaineet) toimintakyvyn tutkimiseen ja mallintamiseen. Selvityskohteina olivat erityisesti vapautumis-esteiden keskinäiset vuorovaikutukset sekä niiden ja pohjaveden aineiden väliset vuorovaikutukset.

### 4.3 Voimalaitosjätteet

Voimayhtiöiden keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltotoimet jatkuivat vuonna 2006 aiempien käytäntöjen mukaisina. Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa tai loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia.

Loviisan laitoksella voimalaitosjätteiden määrä vuoden 2006 lopussa oli 2990 m<sup>3</sup>. Määrä on kasvanut edellisvuodesta 150 m<sup>3</sup>. Olkiluodon laitoksella vastaava kertymä oli 6011 m<sup>3</sup> ja lisäys 586 m<sup>3</sup>. Loviisan laitoksen jätteistä on loppusijoitettu noin 47 % ja Olkiluodon laitoksen jätteistä noin 76 %. Valvonnasta vapautettiin Loviisan laitokselta huoltojätteitä Kymenlaakson Jäte Oy:lle sekä kierrätysmetallia. Olkiluodon laitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2006 huoltojätettä paikalliselle kaatopaikalle haudattavaksi, jäteöljyä Ekokem Oy:lle, kierrätysmetallia sekä eräitä esineitä uudelleenkäyttöön.

Merkittävin Loviisan voimalaitoksen keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltoon liittyvä hanke on kiinteytyslaitoksen ja loppusijoitustilojen laajennuksen käyttöönotto, mikä nykyisten suunnitelmien mukaan tapahtuu vuoden 2007 alkupuolella. Aluksi on tarkoitus kiinteyttää ja loppusijoittaa vain haihdutusjätteitä; ioninvaihtohartsien käsittely aloitetaan vasta kun kiinteytyslaitoksen käytöstä on saatu kokemuksia. STUK on hyväksynyt eräin lisävaatimuksin Loviisan voimalaitosjätteiden loppusijoitustilan laajennusta koskevan turvallisuusperustelun päivityksen.

Loviisan voimalaitoksella on tarkoitus kehittää voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat jätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittäystä ja tilapäisvarastointia varten. Tätä koskeva selvitys on valmistunut ja hanke on tarkoitus toteuttaa vuosina 2006–2009.

Olkiluoto 3:n radioaktiivisten jätteiden käsittelyjärjestelmien suunnittelu eteni vuonna 2006 yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja STUK tarkasti niitä koskevia järjestelmäkuvauksia.

Käyttöluvan ehtojen mukaisesti Teollisuuden Voima Oy päivitti Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen (VLJ-luolan) turvallisuusanalyysi vuoden 2006 lopulla ottaen huomioon saadut kokemukset ja tehdyt tutkimukset loppusijoituslaitoksen tähänastisena käyttöaikana. Päivitettyyn turvallisuusanalyysiin sisältyy myös Olkiluoto 3 -jätteiden loppusijoitus VLJ-luolaan. STUK tulee arvioimaan turvallisuusperustelun päivityksen ja toimittamaan siitä lausuntonsa kauppa- ja teollisuusministeriölle vuonna 2007.

## 5 Ydinsulkuvalvonta

*Marko Hämäläinen, Arto Isolankila, Elina Martikka,  
Olli Okko, Anna Lakkola*

### 5.1 Ydinmateriaalivalvonta

#### 5.1.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

Ydinenergia-asetuksen 118 §:n mukaisesti Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on ylläpitää kansallista ydinmateriaalien valvontajärjestelmää, jonka tarkoituksena on huolehtia ydinaseiden leviämisen ehkäisemiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämän lisäksi kansallinen ydinmateriaalien valvontajärjestelmä osallistuu sellaisten ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusten, joissa Suomi on sopimuspuolena, valvontaan. Ydinenergialain 63 § edellyttää, että STUK on läsnä aina, kun Suomen hallituksen hyväksymät Kansainvälisen atomienergiajärjestön ja Euroopan atomienergiayhteisön tarkastajat tai muut henkilöt suorittavat edellä mainittujen kansainvälisten sopimusten mukaista valvontaa.

Kansainvälistä ydinmateriaalien valvontaa toteuttavat Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) ja EU:n alueella komission ydinmateriaalivalvonnasta vastaavat yksiköt (Energian ja liikenteen pääosasto, linjat H ja I, ”Euratom”). IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinasettomien maiden, Euroopan Atomienenergiayhteisön (Euratom) ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193) sekä valvontasopimuksen lisäpöytäkirjaan (INFCIRC/193/Add.8). EU:n valvonta perustuu Euratomin perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (EURATOM) 302/2005.

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistuu ydinvoimalaitosten osalta pääasiassa polttoaineen maahantuonteihin, kuljetuksiin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Voimayhtiöt toimittavat STUKille ydinmateriaalivalvontaan

liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakoilmoitukset ja raportit.

Vuonna 2006 STUK teki Suomen ydinvoimalaitoksille 26 tarkastusta, joista Loviisan voimalaitokseen kohdistui 10 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle 16 tarkastusta. Euratom osallistui yhteensä 21 ja IAEA 24 tarkastukseen. STUK teki Olkiluodon loppusijoituslaitoksen työmaalla kuusi ydinsulkuvalvontaan liittyvää tarkastusta.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävien on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori, jonne STUK, IAEA ja Euratom tekivät vuonna 2006 yhden tarkastuksen. VTT FiR 1 -tutkimusreaktorin lisäksi STUKilla, Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratoriolalla, OMG Kokkola Chemicalsilla, Jyväskylän yliopistolla, Geologian tutkimuskeskuksella ja joillakin muilla pienkäyttäjillä on hallussaan jonkin verran ydinaineita. Ydinaineiden määrät on esitetty taulukossa 2. STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat on lueteltu liitteessä 5.

Tärkeä osa ydinmateriaalivalvontaa on varmistaa, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Vuonna 2006 STUK todensi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 24 käytettyä polttoainepippua ja Loviisan voimalaitoksella 58 käytettyä polttoainepippua. Olkiluodon mittauksissa STUK käytti GBUV-menetelmää (gamma burn up verification), jolla voidaan havaita mm. sauvan puuttuminen. GBUV edellyttää polttoaineen siirtoa, ja siksi mitattavien nippujen lukumäärä on rajallinen. Loviisan mittauksissa 55 nipun mittaamisessa STUK käytti polttoaineen siirtokoneeseen kiinnitettyä SFAT-laitetta (spent fuel attribute tester),

**Taulukko 2.** Ydinainemäärät Suomessa 31.12.2006.

Paikka	Luonnonuraani (kg)	Rikastettu uraani (kg)	Köyhdytetty uraani (kg)	Plutonium (kg)	Torium (kg)
Loviisan laitos	–	485 407	–	4 015	–
Olkiluoto 1	–	188 156	–	756	–
Olkiluoto 2	–	192 881	–	862	–
Olkiluoto / Käytetyn polttoaineen varasto (KPA)	–	911 744	–	7 621	–
VTT/FiR 1 -tutkimusreaktori	1 511	60	0,002	–	–
OMG Kokkola Chemicals	2 613	–	–	–	–
Säteilyturvakeskus	44,7	1,4	823	0,003	2,5
HY radiokemian laboratorio	40,4	0,3	20	0,003	2,5
Muut laitokset	~0	~0	~817	~0	–

joten mittaukset voitiin tehdä nippuja siirtämättä. SFAT-mittauksilla voidaan varmistaa operaattorin ilmoittamien tietojen oikeellisuus. Loviisassa STUK käytti mittauksissa myös EFORK-laitetta, jolla mitattiin 3 käytettyä polttoainennippua ja 19 säteilytettyä suojaelementtiä. EFORK edellyttää polttoaineen siirtoa, ja siksi mittaaminen on hitaampaa kuin SFAT-laitteella.

Vuoden 2006 aikana STUK hyväksyi Suomeen 7 uutta Euratomin ja 28 uutta IAEA:n tarkastajaa.

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

### 5.1.2 Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset toimet

Jotta IAEA:n olisi mahdollista havaita myös salaiset ydinohjelmat, IAEA:n valvonnan tehostamiseksi ja valvontaoikeuksien laajentamiseksi on ydinmateriaalien valvontasopimukselle laadittu lisäpöytäkirja. Lisäpöytäkirjan nojalla IAEA saa valtioilta entistä laajemmat tiedot koskien ydinpolttoainekiertoa, mukaan lukien tutkimus- ja kehityshankkeet. Lisäksi IAEA voi kerätä tietoja avoimista lähteistä, käyttää satelliitteja ja ottaa ympäristönäytteitä. Varmistuaakseen valtion ilmoittamien tietojen oikeellisuudesta IAEA:lla on entistä laajemmat pääsyoikeudet tarkastaa ilmoitettuja toimintoja. Lisäksi IAEA voi tehdä täydentäviä tarkastuskäyntejä hyvin lyhyellä varoitusaajalla. Lisäpöytäkirja astui voimaan EU:ssa 30.4.2004.

STUK valmisteli lisäpöytäkirjan edellyttämät

vuosittaiset ilmoitukset, joista merkittävimpiä ovat laitosalueiden kuvaukset sekä ydinpolttoainekiertoan liittyvän tutkimus- ja kehitystoiminnan kuvaus. STUK toimitti Suomen ja komission yhteisellä vastuulla olevat ilmoitukset komissiolle maaliskuussa. Suomen vastuulla olevat ilmoitukset STUK toimitti IAEA:lle toukokuussa. Komissio toimitti sekä omalla vastuullaan että Suomen kanssa yhteisellä vastuulla olevat ilmoitukset IAEA:lle toukokuussa. Lisäksi STUK toimitti lisäpöytäkirjan mukaisista vienneistä tiedot neljännesvuosittain. Vuonna 2006 STUK ja komissio toimittivat IAEA:lle yhteensä 18 ilmoitusta. Kaikki ilmoitukset toimitettiin lisäpöytäkirjassa annettujen aikarajojen puitteissa. Kaikista IAEA:lle toimitetuista ilmoituksista STUK ja komissio toimittivat kopiot toisilleen. Lisäksi STUK toimitti komissiolle maaliskuussa toimittamistaan ilmoituksista kopiot tiedoksi IAEA:lle. IAEA teki lisäpöytäkirjan mukaisen täydentävän tarkastuskäynnin Loviisan laitosalueella tarkastuksen yhteydessä kahden tunnin ilmoitusajalla 17.11.2006.

### 5.1.3 Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta

Ydinpolttoaineen loppusijoittaminen maanalaisiin tiloihin asettaa uudenlaisia haasteita ydinmateriaalivalvonnan toteuttamiselle, koska ydinainetta ei enää kapseloinnin jälkeen ole käytännössä mahdollista todentaa. Ydinsulkusopimuksen perusteella valtio on velvollinen mahdollistamaan IAEA:n tehokkaan valvonnan Suomessa. STUK on katsonut tarkoituksenmukaiseksi velvoittaa loppusijoitusta suunnitteleva ja toteuttava Posiva

Oy huolehtimaan ydinlaitoksen tavoin ydinsulkuvalvonnan toteuttamisesta jo loppusijoitustilan maanalaisen tutkimustilan rakentamisen aikana. Velvoitteella pyritään siihen, että IAEA voi vakuuttua Suomen kyvystä toteuttaa riittävä valvonta ja suunnitella omat valvonta- ja tarkastusmenettelynsä. Tähän liittyen STUK valmisteli ja otti käyttöön laatuohjeen, jossa on kuvattu STUKin toteuttamaan loppusijoituksen safeguards-valvontaan liittyvät menettelyt. Komission asetuksen (EURATOM) 302/2005 mukaisesti toiminnanharjoittajan on toimitettava tekniset perustiedot uusista laitoksista viimeistään 200 päivää ennen ensimmäisen ydinmateriaalilähetysten arvioitua vastaanottoa. STUK toimitti loppusijoitustilojen maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonnan osalta vuosiyhteenvedon IAEA:lle 11.5.2006 sekä ilmoitti hankkeesta osana lisäpöytäkirjan mukaista valvontaa.

Loppusijoituslaitoksen maanalaisen tutkimustilan osalta STUK hyväksyi Posivan valmisteleman ydinmateriaalikäsikirjaa vastaavan Ydinsulkuvalvonta Onkalossa -menettelyohjeen päivityksen, joka keskittyy maanalaisen tilojen rakentamiskäytäntöön todentamiseen ja ympäristön monitorointiin jo ennen ydinmateriaalien käsittelyä ja siirtoa maanalaisiin tiloihin.

Vuoden 2006 aikana loppusijoituslaitoksen maanalaisen tutkimustilan valvontatarkastukset toteutettiin pääsääntöisesti yhdessä Onkalon rakentamisen valvontakäytäntöjen kanssa. Ydinsulkuvalvonnan osalta kuudessa systemaattisessa tarkastuksessa STUK varmistui siitä, että Onkalon kalliotilat vastasivat dokumentoitua ilmoitusta. STUK ja Posiva järjestivät loppusijoituksen ydinjätehuollon pitkäaikaisturvallisuutta käsitelleen konsulttiryhmän kokouksen 31.5.2006. Kokouksen yhteydessä STUKin suorittamaan Onkalon kalliotilojen tarkastukseen osallistui tarkkailijana myös kaksi tarkastajaa IAEA:sta. Vuoden lopulla STUK teki Posivan ydinsulkuvalvontajärjestelmän tarkastuksen ja todensi samalla myös Onkalon kalliotilat.

## 5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. Vuonna 2006 STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuutta tai muuta turvallisuutta

vaarantavaa tapahtumaa.

Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät aina STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt, ja se myönnetään yleensä pitempiaikaisena. Kuljetuslupan lisäksi kullekin kuljetukselle tarvitaan erikseen hyväksyty kuljetussuunnitelma, joka sisältää tarkemmat tiedot mm. kuljetuksen ajankohdasta, kuljetusreiteistä, kuljetusvälineistä, lastin määrästä ja käytettävän kuljetuspakkauksen tyypistä. Vuonna 2006 STUK hyväksyi kolme ydinaineiden kuljetussuunnitelmaa, jotka koskivat tuoreen polttoaineen kuljetuksia. Näissä kuljetuksissa tuotiin tuoretta polttoainetta Suomen ydinvoimalaitoksille Ruotsista, Espanjasta ja Venäjältä.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyriytyksiä ei vuonna 2006 Suomen rajoilla todettu, eikä yhtään radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta käännytetty rajalla.

## 5.3 Ydinkoekiellon valvonta

Kattava ydinkoekieltosopimus kieltää kaikki ydinkokeet. Sopimus on avattu allekirjoitettavaksi vuonna 1996. Sopimus astuu voimaan, kun 44 erikseen nimettyä valtiota ovat ratifioineet sen. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 1999. Sopimuksen noudattamista valvotaan maailmanlaajuisella havaintoasemien verkolla, johon tulee kuulumaan 321 mittausasemaa. Näistä 80 havaitsee ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia. Havaintoasemien mittaustulokset ovat kaikkien jäsenvaltioiden käytävissä.

Sopimuksen voimaantuloa valmistelee erityinen valmisteleva toimikunta, joka kokoontuu Wienissä. Toimikunnassa on edustus kaikista allekirjoittajavaltioista. Wienissä toimii myös väliaikainen tekninen sihteeristö, joka mm. valmistelee maailmanlaajuisesta havaintoasemien verkkoa.

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toimivan organisaation rakentamiseksi. Tietokeskuksen oma automaattinen rutiinivalvonta toimi koko vuoden analysoiden ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia havaitsevien asemien tuloksia. Rutiinivalvontaa helpottaa hälytysjärjestelmä, joka välittää tiedot poikkeavista

havainnoista tietokeskuksen henkilökunnalle. Tietokeskus ei havainnut poikkeavia ilman radioaktiivisuushavaintoja vuoden 2006 aikana.

Pohjois-Korean 9.10.2006 tekemä maanalainen ydinkoe havaittiin sopimuksen nojalla toimivilla seismisillä havaintoasemilla. Kokeesta mahdollisesti ilmakehään vuotaneita radioaktiivisia hiukkasia ei havaittu ilman radioaktiivisuuden havaintoasemilla johtuen havaintoasemien verkon keskeneräisyydestä Kaukoidässä sekä alueella jo toimivien havaintoasemien kannalta epäsuotuisista tuuliolosuhteista.

Tietokeskus järjesti marraskuussa ulkoasianministeriön rahoituksella kolmen päivän pituisen kurssin tietokeskuksen toiminnasta erityisesti kehitysmaiden tietokeskuksille. Kurssille osallistui

henkilöitä Filippiinien, Kenian, Malesian, Perun ja Ugandan tietokeskuksista.

Tietokeskus paransi tietojenkäsittelyjärjestelmänsä toimintaa ja luotettavuutta hankkimalla varmennetun verkkolevyaseman varmuuskopiointia varten sekä hajauttamalla toimintoja eri palvelimille, joiden tilaa seurataan automaattisesti. Samalla tietokeskus kehitti myös tietojen analysointitoimintaa.

STUK solmi vuonna 2002 sopimuksen tietokeskuksen käyttämän analyysiohjelmiston valmistajien kanssa ohjelmiston luovuttamisesta muiden maiden kansallisille tietokeskuksille käytettäväksi ydinkoekiellon valvontaan. Ohjelmisto toimitettiin vuoden 2006 aikana Malesian ja Filippiinien kansallisille tietokeskuksille.

## 6 Turvallisuustutkimus

*Marja-Leena Järvinen, Arja Tanninen*

STUK antoi lausuntonsa julkisrahoitteisesta SAFIR-tutkimusohjelmasta vuodelle 2006 tammikuussa ja KYT2010-ohjelmasta helmikuussa. Ohjelmien tarkoituksena on varmistaa ydinturvallisuuden ja ydinjätehuollon asiantuntemuksen säilyminen ja kehittyminen Suomessa. STUK ohjaa tutkimusta osallistumalla ohjelmien johto- ja tukiryhmien työskentelyyn.

SAFIR 2003–2006 -tutkimusohjelman viimeisen vuoden ohjelma vastasi olennaisesti aikaisempien vuosien ohjelmaa. Hankekokonaisuus muodostui 22 tutkimusprojektista, joiden kokonaisvolyymi on 5 miljoonaa euroa. Ohjelma painottui polttoaineeseen ja reaktorisydämeen, reaktoripiiriin ja sen mekaanisiin komponentteihin sekä suojarakennukseen ja prosessiturvallisuuteen liittyviin tutkimuksiin. Tutkimusta tehtiin myös valvomon, ohjelmoitavan automaation, turvallisuuskulttuurin sekä riskitietoisien turvallisuuden hallinnan alueilla. Tutkimushankkeissa on sekä teoreettista että kokeellista tutkimusta, mikä on tärkeätä asiantuntemuksen varmistamisen ja edelleen kehittämisen kannalta. Tutkimushankkeet kattavat niin teknisen osaamisen kehittämiseen liittyviä hankkeita kuin myös organisaatioiden toimintaan liittyviä hankkeita. Hankkeissa on otettu huomioon myös koulutuksellinen näkökulma. SAFIR 2003–2006 -tutkimusohjelman loppuseminaari järjestettiin tammikuussa 2007.

Vuoden 2006 ensimmäisellä puoliskolla laadit-

tiin esitys uuden julkisrahoitteisen, vuodet 2007–2010 kattavan ydinturvallisuustutkimusohjelman runkosuunnitelmaksi ja esitys tutkimusohjelman organisoimiseksi. STUK johti suunnittelutyötä ja osallistui aktiivisesti esityksen valmisteluun. Työ toteutettiin koko kevään kestäväenä strategia-prosessina, johon osallistui eri vaiheissa 90 alan asiantuntijaa. Työryhmän esitys SAFIR2010-tutkimusohjelman runkosuunnitelmaksi julkaistiin syyskuussa uuden tutkimusohjelman hankehaun yhteydessä. Uuden ohjelman johto- ja tukiryhmät aloittivat työskentelynsä välittömästi hankehaun umpeuduttua. Vuoden lopussa johto- ja tukiryhmissä valmisteltiin esitys vuonna 2007 rahoitettavasta hankekokonaisuudesta. SAFIR-ohjelmaa koskevia tietoja on verkko-osoitteessa <http://virtual.vtt.fi/safir/>.

Vuoden 2006 alussa käynnistyi uusi 5-vuotinen tutkimusohjelma KYT2010, joka aiemman KYT-ohjelman tavoin painottuu ydinjätehuollon strategiaan selvityksiin. Uusina aihealueina mukana on ydinsulkuvalvontaan liittyviä ja yhteiskuntatieteellisiä tutkimuksia. Maaliskuussa 2006 järjestettiin loppuseminaari, jossa esiteltiin tutkimuskauden 2002–2005 tutkimustulokset ja KYT2010-ohjelma. Vuoden 2006 KYT-ohjelmassa oli 19 tutkimushanketta, ja sen kokonaisvolyymi oli 1,2 miljoonaa euroa. KYT-ohjelmaa koskevia tietoja on esitetty verkko-osoitteessa <http://www.ydinjatetutkimus.fi>.

## 7 Valvonta ja valvonnan kehittäminen

*Marja-Leena Järvinen, Erja Kainulainen, Kaisa Koskinen, Pekka Salminen, Arja Tanninen*

### 7.1 Prosessit ja rakenteet

Tarkastusten ja muun valvonnan avulla STUK varmistuu siitä, että luvanhaltijan ja sen alihankkijoiden toimintaedellytykset ja toiminta sekä ydinlaitosten järjestelmät, rakenteet ja laitteet täyttävät asetetut turvallisuusvaatimukset. STUKin valvonta muodostuu asiakirjatarkastuksista sekä erityyppisistä laitospaikalla tai toimittajien luona tehtävistä tarkastuksista. YVL-ohjeet edellyttävät asiakirjojen tarkastuksia ja laitospaikalla tai toimittajien luona tehtäviä tarkastuksia. Näiden tarkastusten lisäksi toteutetaan STUKin omaehtoiset rakentamisen- ja käytönaikaiset tarkastusohjelmat ja laitospaikoilla työskentelee paikallistarkastajia. Tarkastuksia koskevat menettelytavat kuvataan ydinturvallisuusvalvonnan laatukäsikirjassa. Seuraavassa kuvataan yksityiskohtaisemmin asiakirjojen käsittelyä ja erityyppisiä tarkastuksia sekä esitetään näihin liittyviä tunnuslukuja. Tarkastusten tuloksia käsitellään tämän raportin luvuissa 3–5.

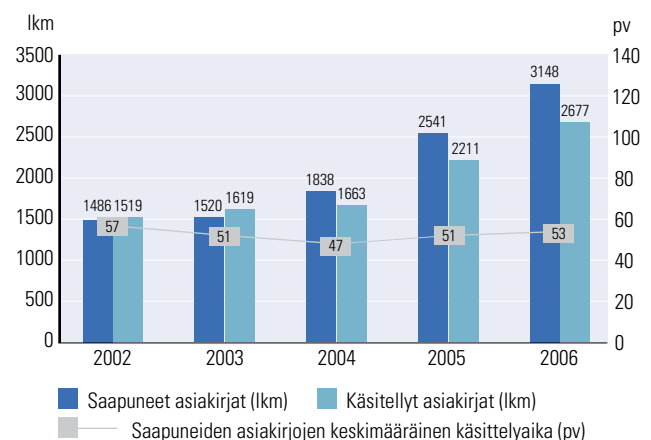
#### Asiakirjojen käsittely

Vuonna 2006 STUKille toimitettiin käsiteltäväksi kaikkiaan 3148 asiakirjalähetystä, näistä 1395 oli rakenteilla olevaa laitosta koskevia. Asiakirjojen tarkastuksia saatiin päätökseen 2677. Lukuun sisältyvät sekä vuonna 2006 että aiemmin toimitetut asiakirjat sekä STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat, jotka luetellaan liitteessä 5. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 53 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosina 2002–2006 esitetään kuvassa 8. Kuvissa 9, 10 ja 11 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden eri laitosyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.

#### Ydinvoimalaitospaikoilla ja toimittajien luona tehdyt tarkastukset

Käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa käytiin läpi turvallisuusjohtamista, toiminnan pääprosesseja sekä menettelytapoja ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksilla valvottiin, että laitoksen turvallisuuden arviointi, käyttö, ylläpito ja suojelutoiminta vastaavat ydinturvallisuussääntösten vaatimuksia. Vuosittainen tarkastusohjelma saatettiin luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovittiin luvanhaltijan edustajien kanssa. Käytön tarkastusohjelman tarkastukset esitetään liitteessä 6.

Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tavoitteena on todentaa, että laitoksen rakentamisen vaatimat toiminnot varmistavat laadukkaan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisen toteutuksen viranomaismääräyksiä noudattaen ja vaarantamatta laitospaikalla käyviä laitok-



**Kuva 8.** Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.

sia. Tarkastusohjelmassa arvioidaan ja valvotaan luvanhaltijan toimintaa laitoksen toteuttamiseksi, laitoksen toteutukseen liittyviä menettelyjä eri tekniikan alueilla, luvanhaltijan asiantuntemusta ja asiantuntemuksen käyttöä, turvallisuusasioiden käsittelyä ja laadunhallintaa ja -ohjausta. STUK tekee puolivuositain suunnitelman Olkiluoto 3:n tarkastuksista. Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset esitetään liitteessä 7.

Tarkastuksissa käytetyt tiedonhankintamenetelmät olivat voimalaitoksen edustajilta pyydyt esitykset, henkilöstön haastattelut, asiakirjojen ja muiden dokumenttien tarkastukset, laitoskierrokset, työtehtävien havainnointi. Mikään tarkastuksissa tehdyistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut merkittävää vaikutusta laitostyösköiden turvallisuuteen.

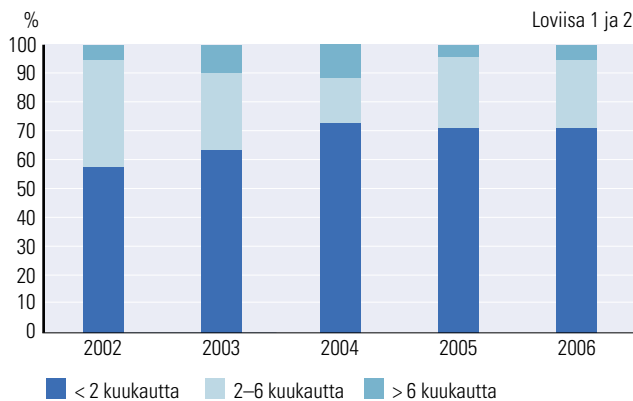
Vuoden 2006 käytön tarkastusohjelmassa tehtiin yhteensä 30 tarkastusta, 15 tarkastusta molemmille laitoksille. Loviisan laitokselle suunnitelluista tarkastuksista yksi siirtyi vuodelle 2007.

Vuonna 2006 STUK teki 12 Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta.

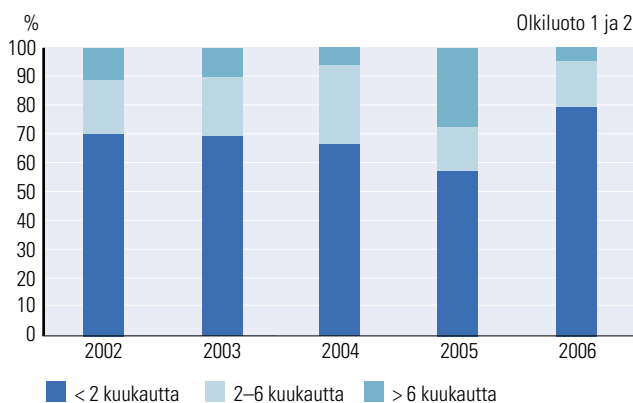
Laitospaikalla tai toimittajien luona tehtiin vuonna 2006 yhteensä 840 tarkastusta (muut kuin käytön tai rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset, ydinmateriaalivalvonnan tarkastukset ja Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset, joista kerrotaan erikseen). Yksi tarkastus muodostuu yhdestä tai useammasta osatarkastuksesta kuten tulosaineiston tarkastuksesta, laitteen tai rakenteen tarkastuksesta, paine- tai tiiveyskokeesta, toimintakokeesta tai käyttöönottotarkastuksesta. Tarkastuksista 220 kuului rakenteilla olevan laitoksen valvontaan ja 620 käytössä olevien laitosten valvontaan. Valvonnan kohdetta koskevat asiakirjat käsitellään ennen laitospaikalla tehtäviä tarkastuksia.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona normaalina työaikana tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 2024. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset ja Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan valvontakäynnit ja tarkastukset. Tämän lisäksi normaalin työajan ulkopuolella tehtiin käytössä olevilla ydinvoimalaitoksilla yhteensä 239 tarkastuspäivää lähinnä vuosihuoltoseisokkien aikana

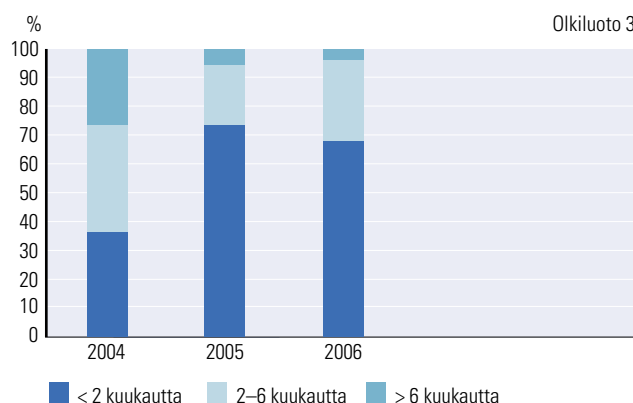
ja rakenteilla olevalla laitoksella 35 tarkastuspäivää. Tarkastuspäivien lukumäärää on nostanut uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiseen liittyvät tarkastukset. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastajaa. Lisäksi rekrytoitiin kaksi uutta paikallistarkastajaa, jois-



**Kuva 9.** Loviisan laitostyösköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.

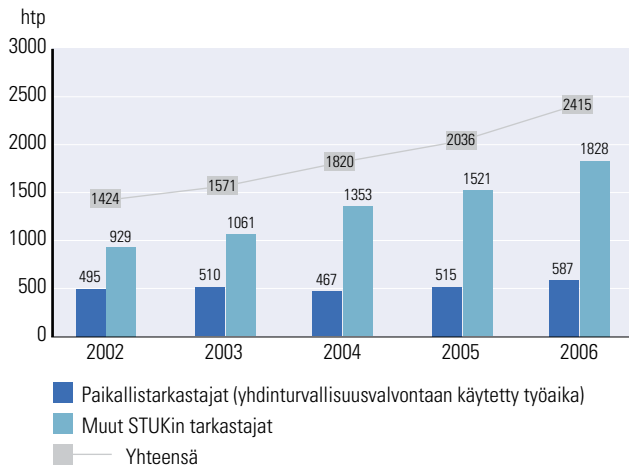


**Kuva 10.** Olkiluodon 1 ja 2 -laitostyösköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 11.** Olkiluoto 3:a koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.





**Kuva 12.** Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.

ta toinen aloitti Olkiluodossa syyskuun alussa. Loviisan laitoksella on yksi paikallistarkastaja. Laitospaikalla tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät vuosilta 2002–2006 esitetään kuvassa 12.

### Oman toiminnan kehittäminen

Toiminnan kehittämisessä painopistealueina olivat prosessityö, toimintaa tukevien tietojärjestelmien kehittäminen ja valvontaviranomaisen ja valvottavien vuorovaikutuksen kehittäminen. Prosessityössä viimeisteltiin ydinvoimalaitosten valvonnan osalta laatukäsikirjan ohjeet, jotka päivitettiin sisällöllisesti ja samalla ohjeiden jaottelu muutettiin vastaamaan nykyisiä prosesseja. Olkiluoto 3:n rakentamiseen liittyneessä tutkinnassa annetut suositukset huomioitiin laatukäsikirjan ohjeiden päivityksissä.

Käytön tarkastusohjelma (KTO) arvioitiin kevään 2006 aikana. Arvioinnin tavoitteeksi oli asetettu oman toiminnan kehittäminen siten, että KTO:lle asetetut tavoitteet täytyisivät entistä paremmin ja tehokkaammin. Arviointiin osallistuivat kaikki tarkastusten vastuuhenkilöt. Arvioinnin tulosten pohjalta päätettiin kehittämistoimenpiteistä: ohjelman roolin korostamisesta, tarkastusten kohdentamisesta selkeämmin turvallisuustoimintojen mukaan, tarkastusten dokumentoinnin sähköistämisestä, vuosisuunnittelun parantamisesta ja KTO-ohjelmaan liittyvästä koulutuksesta.

Valvontaviranomaisen ja valvottavien suhdetta selvitettiin tutkimuksella, jossa haastateltiin yhteensä 28 henkilöä käyville voimalaitoksilta ja rakenteilla olevalta yksiköltä. Tavoitteena oli

selvittää ydinvoimalaitosten valvontaosaston menettelytapojen toimivuutta sekä voimayhtiöiden suhtautumista osaston toimintaan nykyisellään. Haastatteluilla kartoitettiin myös vuorovaikutukseen ja yhteistyöhön liittyviä asioita voimalaitosten edustajien kokemana. Lisäksi tavoitteena oli arvioida ydinturvallisuusvalvonnan laatukäsikirjassa esitettyjen viranomaistoiminnan periaatteiden täyttymistä valvontatoiminnassa sekä vertaila tuloksia aiempiin tutkimustuloksiin.

Saatujen tulosten perusteella luvanhaltijat ovat pääsääntöisesti tyytyväisiä STUKin toimintaan. Viranomaistoiminnan periaatteet ja arvot toteutuvat hyvin, avoimuus ja keskusteleavuus ovat lisääntyneet. Viranomaisen asiantuntemusta ja toimivaa yhteistyötä arvostetaan. Kiitosta saivat myös viranomaisen palvelevuus ja tehokkuus päätöksenteossa kiiretilanteissa. Toimintaan toivotaan enemmän yhtenäisyyttä ja vaatimustason tasalaatuisuutta. Samoin tiedottamisen tulevista muutoksista toivottiin olevan tulevaisuudessa aktiivisempaa.

Posiva Oy:n Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvontaa tehostamaan perustettiin suoraan ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvontaosaston johdon alaisuuteen erillinen projekti (Onkalon valvontaprojektin, ONP). Projektin tehtävänä on valvoa, että tutkimustilan suunnittelu ja rakentaminen tapahtuu loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta vaarantamatta ja viranomaismääräyksiä noudattaen. Tavoitteena on, että tutkimustila rakennetaan niin, että se olisi myöhemmin mahdollista hyväksyä osaksi Olkiluodon rakennettavaa loppusijoituslaitosta. Maanalaisen tutkimustilan valvonnan tukena on ulkopuolisista asiantuntijoista koostuva ryhmä, joka perehtyy sille osoitettuihin erikoiskysymyksiin sekä arvioi Posivan raportteja ja Onkalon rakentamiseen liittyviä asioita.

Raportointivuoden aikana käynnistyi koko STUKin strategian uudistaminen ja siihen liittyen aloitettiin myös ydinvoimalaitosten, ydinjätehuollon ja ydinsulkuvalvontaa koskevien toimintaohjelmien kokoaminen.

Ydinvoimalaitosten valvonnan ja Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonnan yksiköt keskustelivat kehitysseminaareissaan mm. johtajan, esimiehen ja asiantuntijan rooleista ja vastuista viranomaisorganisaatiossa.

## Dokumenttien hallinnan kehittäminen

Monivuotista hanketta koko STUKin kattavan asianhallintaratkaisun kehittämiseksi jatkettiin. Affecto-Genimap Oy:n toimittama RM (Records Management) -järjestelmä korvaa lähivuosina STUKin nykyiset erillisdiaarit ja rekisterit. Uusi järjestelmä mahdollistaa STUKin sisäisen sähköisen asianhallinnan (työnkierto). Järjestelmässä on alustavasti varauduttu myös ulkoisten asiakkaiden kanssa tapahtuvaan sähköiseen asiointiin. Asianhallintaratkaisun kehittämisen lisäksi on käynnistetty STUKin arkistonmuodostussuunnitelman (AMS) täydellinen läpikäynti ja ajan tasalle saattaminen.

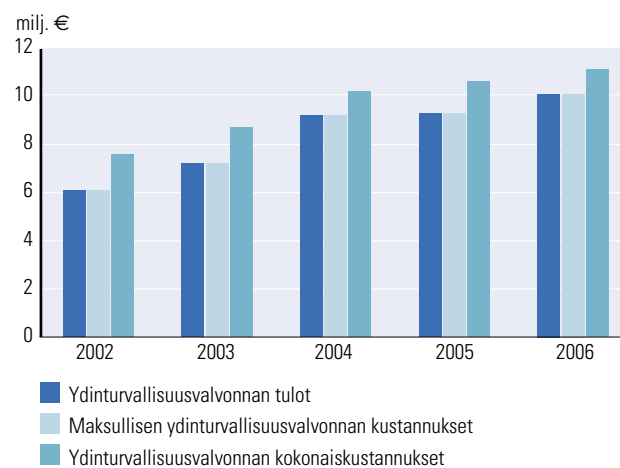
## 7.2 Uudistuminen ja työkyky

Osaamisen kehittämistä jatkettiin aiempien suunnitelmien pohjalta. Omaa koulutusta suunnattiin erityisesti uuden laitoksen laitostuntemuksen parantamiseen. Uudet työntekijät ohjattiin syksyllä käynnistyneeseen neljänteen kansalliseen ydin-alan ammatilliseen koulutukseen, jota STUK järjestää yhdessä alan muiden toimijoiden kanssa. Lisäksi kaksi ydinmateriaalitarkastajaa osallistui ESARDAn (European Safeguards Research and Development Association) järjestämälle kurssille ”Nuclear Safeguards and Non-proliferation”.

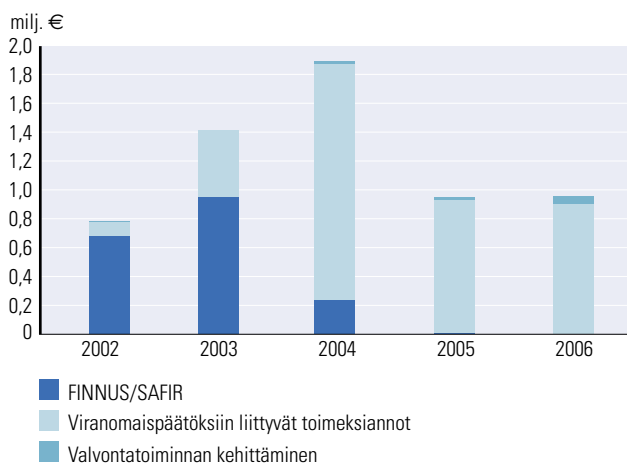
Rekrytointeja jatkettiin osaamisen ja henkilöresurssien riittävyyden varmistamiseksi. Vuoden 2006 aikana Ydinvoimalaitosten valvontaan rekrytoitiin 4 uutta asiantuntijaa ja kahden rekrytointi käynnistettiin loppuvuodesta. Uudet henkilöt sijoituivat uuden laitoksen paikallistarkastajiksi Olkiluotoon sekä mekaanisten laitteiden ja niiden

valmistus- ja tarkastustekniikan alueille. Uusien paikallistarkastajien perehdytykseen kuului noin kuuden kuukauden jakso STUKin toimitiloissa Helsingissä. Toinen paikallistarkastajista aloitti Olkiluodossa syksyllä 2006 ja toinen vuoden 2007 alussa. Paikallistarkastajien tehtäviin kuuluu erityisesti seurata ja arvioida organisaatioiden toimintaa laitospaikalla. Posivan Oy:n toiminnan laajentuessa lisäresursseja tarvitaan myös ydinjätehuollon valvontaan. Vuoden lopulla käynnistettiin yhteensä viiden uuden henkilön rekrytointi loppusijoitushankkeen ja voimalaitosjätteiden valvontaan.

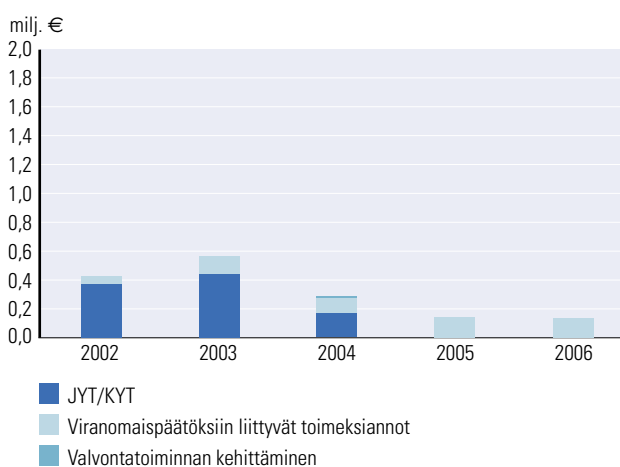
Osana strategiatyön käynnistämistä ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonnassa kartoitettiin työilmapiiriä ja sen perusteella käynnistettiin ulkopuolisen konsultin tukemana kehityshanke. Tämän seurauksena ydinjätteiden valvonta uudelleen organisoitiin vuoden 2007 alusta.



Kuva 13. Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.



Kuva 14. Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.



Kuva 15. Ydinjätehuoltoa ja ydinsulkuvalvontaa koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.

**Taulukko 3.** Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan (htv) jakautuminen eri tehtäväalueille.

Tehtäväalue	2002	2003	2004	2005	2006
Laskutettava perustoiminta	27,6	29,2	44,7	47,1	53,6
Ei-laskutettava perustoiminta	6,9	6,4	5,1	7,2	5,7
Palvelutoiminta	3,8	4,9	5,1	3,3	3,0
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	27,1	28,2	22,7	27,5	28,8
Lomat ja poissaolot	16,2	15,9	16,9	16,9	20,0
Yhteensä	81,6	84,6	94,5	101,9	111,0

### 7.3 Talous ja resurssit

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui pääosin ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin valvottavilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoimintaa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys, raportointi sekä osallistuminen ydinturvallisuustutkimustyöhön) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoinnille sekä palvelutoinnille näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2006 olivat 10,1 milj. euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 11,1 milj. euroa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 90,8 %.

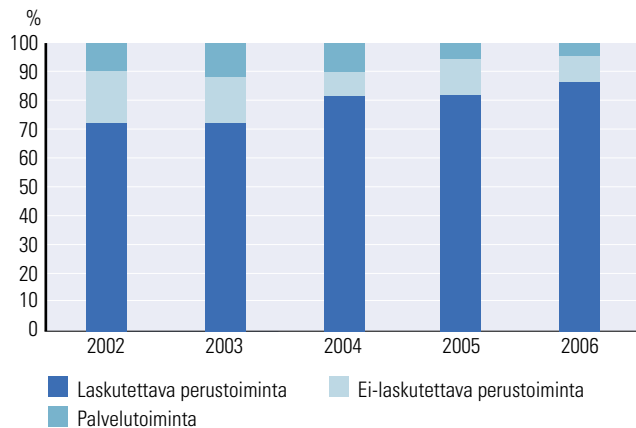
Vuonna 2006 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 10,1 milj. euroa. Tuloista 2,0 milj. euroa kertyi Loviisan ja 7,2 milj. euroa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Olkiluodon laitoksen valvonnasta kertyneet tulot sisältävät käynnissä olevien laitosyksiköiden lisäksi uuden ydinvoimalaitoshankkeen valvonnasta kertyneet tulot. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 0,8 milj. euroa. Kuvassa 13 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset vuosilta 2002–2006.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,3 henkilötyövuotta, joka on 10,3 % ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden valvontaan käytettiin 9,8 henkilötyövuotta, joka on 8,8 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät

ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Olkiluoto 3:n valvontaan käytettiin 27,6 henkilötyövuotta eli 24,9 % kokonaistyöajasta. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 4,9 henkilötyövuotta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,08 henkilötyövuotta ja ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan 0,02 henkilötyövuotta.

STUK tilaa tarvittaessa valvonnan tueksi riippumattomia arviointeja ja analyysejä. Kuvissa 14 ja 15 esitetään tilauksista aiheutuneet menot vuosina 2002–2006. Ennen vuotta 2005 menoissa näkyy valvonnan teknisen tuen toimeksiantojen lisäksi kansallisen ydinturvallisuustutkimuksen menoja. Vuoden 2006 menot liittyivät lähinnä rakenteilla olevan laitosisyksikön vertailuanalyysiin ja riippumattomiin arviointeihin. Liitteessä 8 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2006 valmistuneet toimeksiannot.

Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa 3. Kuvassa 16 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen vuosina 2002–2006.



**Kuva 16.** Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

## 8 Valmiustoiminta

*Tuulikki Sillanpää*

STUKissa pidettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. Lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Vuoden 2006 aikana ei ollut tilanteita, jotka olisivat vaarantaneet väestön tai ympäristön säteilyturvallisuutta ja antaneet aiheutta ryhtyä suojelutoimiin.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. Voimayhtiöissä järjestettävä muu valmiuskoulutus sisältää sekä käytännön harjoituksia säteilymittauspartioille, onnettomuusnäytteenottoa ja näytteiden mittaamista, onnettomuustilanteen arviointia että valmiusohjeiden läpikäyntiä ja kehittämistä seminaareissa. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitelmat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyjen toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset.

Vuonna 2006 järjestettiin kaksi Suomen ydinvoimalaitoksia koskevaa valmiusharjoitusta. Loviisan voimalaitosta koskevaan 23.11.2006 pidettyyn pelastustoimintaharjoitukseen ”LOVIISA 06” osallistui noin 50 kotimaista viranomais- ja yhteistyötahoa, tiedotusvälineitten edustajia sekä ydinturvallisuus- ja säteilysuojeluviranomaisia Venäjältä, Ruotsista ja Unkarista. Harjoituksessa testattiin toiminnan käynnistämistä, viranomaisten välistä yhteistoimintaa, tilannekuvan muodostamista ja tiedon välittämistä väestölle ja tiedotusvälineille sekä Itä-Uudenmaan pelastustoimi-alueen pelastussuunnitelmaa, toimintaa ja johta-

misjärjestelyjä. STUKin valmiustoiminta käynnistettiin harjoituksessa täysmittaisesti. STUKista harjoitukseen osallistui yli 70 henkilöä.

Olkiluodon voimalaitoksen vuotuinen valmiusharjoitus oli 18.12.2006 ja se toteutettiin luokahuoneharjoituksena siten, että osallistuvat organisaatiot toimivat samassa tilassa, jolloin heillä oli mahdollisuus seurata myös muiden toimintaa harjoitustilanteen edetessä. Harjoitukseen osallistui voimalaitoksen valmiusorganisaatio sekä osa STUKin ja pelastustoiminnan valmiusorganisaatiosta. Harjoituksessa testattiin mm. tilannekuvan muodostamista ja ylläpitoa sekä yhteistoimintaa osallistuvien organisaatioiden välillä. Samalla osallistujat saivat kokonaiskuvan muiden valmiusorganisaatioiden tehtävistä ja vastuista ydinvoimalaitoksia koskevassa valmiustilanteessa.

Molemmilla voimalaitoksilla järjestetään vuosittain paloharjoituksia, joihin osallistuu laitospalokunnan lisäksi ympäristökuntien pelastuslaitoksia. Paloharjoitukset järjestettiin Loviisan voimalaitoksella 17.5.2006 ja 23.11.2006. Olkiluodon voimalaitoksella paloharjoitus oli 13.11.2006.

STUK osallistui vuoden 2006 aikana myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin. Ruotsi järjesti 4.10.2006 Falken-harjoituksen, joka oli samalla Euroopan komission ja STUKin välinen RESPEC-harjoitus. STUK vastaanotti harjoituksen aikana viestejä ja seurasi onnettomuustilannetta myös Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI:n tiloissa ja onnettomuuslänissä sekä välitti aktiivisesti tietoa onnettomuuden kehittymisestä ja radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta Euroopan komissiolle RESPEC-sopimuksen mukaisesti.

## 9 Viestintä

*Risto Isaksson*

STUK teki vuonna 2006 viisi lehdistötiedotetta kotimaisesta ydinturvallisuusvalvonnasta. Lisäksi tehtiin kaksi lehdistötiedotetta, joissa kerrottiin Ruotsin ydinvoimalaitosten tapahtumista.

Tiedotteet lähetettiin tiedotusvälineille ja yhteistyökumppaneille ja julkaistiin STUKin verkkosivuilla. Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten vuosihuolloista kerrottiin vain STUKin verkkosivujen uutispalstalla.

Olkiluodon ydinvoimalaitostyömaan ongelmat ja rakennustöiden viivästyminen olivat iso uutisaihe suomalaisissa tiedotusvälineissä pitkin vuotta 2006. STUK kertoi omista toimistaan eli tutkintaryhmän perustamisesta ja ryhmän antamasta raportista kolmessa lehdistötiedotteessa. STUKin asiantuntijat antoivat ydinvoimalatyö-

maata koskevia haastatteluja vuoden aikana lähes viikottain.

Suomalaiset ja muutamat ulkomaiset tiedotusvälineet haastattelivat STUKin asiantuntijoita useaan otteeseen Ruotsin ydinvoimalaitoksissa havaituista ongelmista. Forsmarkin ydinvoimalaitos pysäytettiin vikojen takia loppukesästä. Poikkeuksellinen INES 2 -luokan tapahtuma herätti paljon huomiota myös Suomessa. Kuvaus Forsmarkin tapahtumasta on liitteessä 4.

Keväällä 2006 STUK järjesti toimittajille kolmannen säteily- ja ydinturvallisuuden perusteita käsittelevän ”Säteilyn salat” -kurssin. Kurssin osallistujat vierailivat Loviisan ja Kuolan ydinvoimalaitoksilla. Kurssille osallistui 18 toimittajaa.

## 10 Kansainvälinen yhteistyö

*Timo Eurasto, Juhani Hyvärinen, Marja-Leena Järvinen, Kaisa Koskinen, Pentti Koutaniemi, Elina Martikka, Ronnie Olander, Lasse Reiman, Heikki Reponen, Esko Ruokola, Pauli Suvanto, Petteri Tiippana, Jaakko Tikkinen, Kirsti Tossavainen, Keijo Valtonen, Olli Vilkamo, Reino Virolainen*

### 10.1 Kansainväliset sopimukset

#### **Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus**

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon turvallisuutta koskevan yleissopimuksen mukainen tarkastelukokous pidettiin Wienissä 15.–24.5.2006. Kokouksessa 40 maata ja EU:n komissio raportoivat ydinjätehuollon järjestelyistään. Osallistujat arvioivat, miten kukin osapuoli täyttää yleissopimuksen velvoitteet ja mitä parannuksia on tehty edellisen vuonna 2003 järjestetyn kokouksen jälkeen.

STUKista kokoukseen osallistui viisi henkilöä, joista yksi toimi erään arviointiryhmän puheenjohtajana. Suomen ydinjätehuollon järjestelyt arvioitiin tarkastelukokouksessa hyviksi. Erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanketta pidettiin onnistuneena. Esimerkilliseksi hankkeen tekee selkeä säännöstö, laaja paikallinen ja poliittinen hyväksyntä sekä rahoitusjärjestelyt.

Suomea koskevassa arvioissa tuotiin esiin myös joitakin parantamista kaipaavia asioita, jotka liittyivät lähinnä muiden kuin ydinvoimalaitoksista peräisin olevien radioaktiivisten jätteiden huoltoon. Lisäksi pidettiin tärkeänä, että Suomessa kiinnitetään huomiota osaamisen pitkäaikaiseen ylläpitoon ja kehittämiseen.

Suosittelun seurauksena STUKiin perustettiin sisäinen työryhmä, jonka tarkoituksena on tämentää STUKin tehtäviä ja sisäistä työnjakoa radioaktiivisia jätteitä koskevissa asioissa sekä suunnitella radioaktiivisten pienjätteiden keräämistä, välivarastointia ja loppusijoitusta pitkällä aikajänteellä Suomessa. Osaamista kehitetään rekrytoimalla uusia asiantuntijoita sekä tehostamalla koulutusta ja yhteistyötä.

### 10.2 Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö

#### **IAEA-yhteistyö**

IAEA jatkoi ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (entinen ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. STUK valmisteli IAEA:lle Suomelta pyydettyjä lausuntoja ohjeluonnoksista. STUKista osallistuttiin myös ohjeluonnoksien valmistelutyöryhmien työhön. STUKin edustaja jatkoi NUSSC-komitean (nuclear safety) puheenjohtajana. STUKin edustajat toimivat myös WASSC- (waste safety), TRANSSC (transport safety) ja RASSC- (radiation safety) komiteoissa.

Komiteoiden työn tuloksena IAEA julkaisi marraskuussa 2006 uuden turvallisuusstandardin Fundamental Safety Principles, jossa yhdistyvät aiemmin erilliset ydinlaitosten turvallisuutta, radioaktiivisten jätteiden käsittelyn turvallisuutta sekä säteilysuojelua ja säteilylähteitä koskeneet Safety Fundamentals -julkaisut. Uuden standardin kymmenen ydin- ja säteilyturvallisuuden peruseriaatetta sisältävät kaikille IAEA:n turvallisuusstandardeille yhteisen turvallisuusfilosofian.

STUK toimi Suomen yhteysorganisaationa seuraavissa IAEA:n ylläpitämissä ydinalan tiedonvaihtojärjestelmissä:

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

- Polttoainekiertoa koskeva tietokanta (NFCIS, Nuclear Fuel Cycle Information System)
- Jätetietokanta (NEWMDB, Net enabled Waste Management Database)
- Saastuneiden alueiden tietokanta (DRCS, Directory for Radioactively Contaminated Sites)
- Radioaktiivisten aineiden laitonta kauppa koskeva tietokanta (ITDB, Illicit Trafficking Database)
- Radioaktiivisten aineiden kuljetustapahtumia koskeva tietokanta (EVTRAM, Events that have arisen during the Transport of Radioactive Material)
- Tietokanta radioaktiivisten aineiden päästöistä ympäristöön (DIRATA, Discharges of Radionuclides to the Atmospheric and Aquatic Environment).

STUKin pääjohtaja toimi kansainvälisen ydinturvallisuusryhmän INSAG varapuheenjohtajana. Ryhmä neuvoo ja avustaa IAEA:n pääjohtajaa ydinturvallisuuskysymyksissä ja antaa IAEA:n jäsenmaita koskevia suosituksia ydinturvallisuuden kehittämiseksi.

Säteilyturvakeskus koordinoi ja toteuttaa ulkoasiainministeriön rahoittamaa Kansainvälisen Atomienergiäjärjestön (IAEA) safeguards-valvonnan tukiohjelmia (FINSP). Ohjelman päätavoitteina ovat valvontamenetelmien kehittäminen ja IAEA:n tarkastajien koulutus. Vuonna 2006 FINSP jatkoi yhteistyötä kansainvälisessä hankkeessa, jossa kehitetään IAEA:n käyttöön uudentyypistä polttoaineen mittalaitetta. IAEA:n safeguards-tarkastajille järjestettiin Suomessa kurssi ydinmateriaalien valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisista valvontakäynteistä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT on tukiohjelman tilauksesta kehittänyt menetelmää, jolla tuotetaan IAEA:n käyttöön ympäristönäytteiden laadunvalvontamateriaaleja. Lisäksi tukiohjelma on tukenut IAEA:n ydinmateriaalivalvonnan kehittämistä loppusijoituspaikkoja varten. Ohjelman toteutumista seurattiin sekä kansallisen johtoryhmän että FINSP:in ja IAEA:n edustajien yhteisissä kokouksissa.

Loppusijoituksen kansainvälistä ydinmateriaalivalvontaa kehittää IAEA:n tukiohjelmien puitteisissa toimiva ASTOR-ryhmä (Application of Safeguards to Repositories), joka raportoi IAEA:n johtoa tukevalle SAGSI:lle. STUK on osallistunut aktiivisesti ASTOR-ryhmän toimintaan, jossa luodaan

puitteet tuleville valvontamenettelyille. ASTOR ryhmän perustava kokous pidettiin huhtikuussa Wienissä ja ensimmäinen tekninen kokous loka-kuussa.

### OECD/NEA-yhteistyö

STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä OECD:n pääkomiteoissa.

Pääkomiteoiden toimialat ovat

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

STUKin pääjohtaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana.

STUK osallistui myös CNRA:n työryhmien toimintaan. CNRA-työryhmien toimialat olivat

- viranomaisten tarkastuskäytännöt (WGIP, Working Group on Inspection Practices)
- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)
- ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut (Joint CNRA/CNSI/TGSP, Task Group on Safety Performance Indicators)
- tiedotustoiminta (WGPC, Working Group on Public Communication of Nuclear Regulatory Organisations)
- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience).

CNRA:n TGRE ryhmä kokoontui maaliskuussa Washingtonissa. TGRE ei ole enää varsinainen työryhmä, mutta se on kokoontunut säännöllisesti keskustelemaan tunnuslukujen käyttöä viranomaistoiminnan tehokkuuden arvioinnissa eri jäsenvaltioissa. Kokouksessa sovittiin ns. suorien tunnuslukujen arvioinnista ja niiden käyttöä koskevan tiedon keräämisestä CNRA:n palvelimelle.

STUK osallistui CSNI:n ja sen työryhmien toimintaan.

CSNI:n työryhmien toimialat olivat

- ydinvoimalaitosten laitteiden ja rakenteiden eheys (IAGE, Working Group on Integrity of Components and Structures)

- ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)
- ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment)
- inhimilliset ja organisatoriset tekijät (SEGHOF, Special Expert Group on Human and Organisational Factors)
- ydinpolttoaineen turvallisuusmarginaalit (SEGFSM, Special Expert Group on Fuel Safety Margins).

Kullakin työryhmällä on vähintään yksi vuotuinen yleiskokous sekä tarpeen vaatiessa aihekohtaisia kokouksia, joihin STUK:n edustajat ovat osallistuneet vuoden 2006 aikana.

Lisäksi STUK osallistui CRPPH:n ydinvoimatyöntekijöiden säteilysuojelun tietojärjestelmätyöryhmän (ISOE, Information System on Occupational Exposures) ja RWMC:n turvallisuusperustelutyöryhmän (IGSC, Integration Group for the Safety Case) toimintaan.

### EU-yhteistyö

Kauppa- ja teollisuusministeriön pyynnöstä STUK osallistui työryhmän Working Party on Nuclear Safety (WPNS) toimintaan. Työryhmän tehtävänä on tuottaa kannanotto Atomiasiain työryhmälle (Working Party on Atomic Questions) ja edelleen Euroopan unionin neuvostolle. Kyseessä oli jatkoselvitystyö, jota neuvosto edellytti keskeyttäessään komission ehdottaman ydinturvallisuuspaketin käsittelyn. STUK osallistui kahteen WPNS:n kolmesta alatyöryhmästä (Subgroup 1 ”Safety of Nuclear Installations” ja Subgroup 2 ”Safety of the Management of Spent Fuel and Radioactive Waste”). WPNS:n työ saatettiin päätökseen. Kolmannen alatyöryhmän (Subgroup 3 ”Financing of the decommissioning and dismantling of nuclear installations and financing the spent fuel and radioactive waste”) puheenjohtajana oli kauppa- ja teollisuusministeriön edustaja. Raportit valmistuivat joulukuussa 2006 aikataulun mukaisesti.

Vuonna 2005 lakkautettujen EU:n komission viranomaisyhteistyöryhmien – NRWG:n (Nuclear Regulators Working Group) ja CONCERTin (Concertation on European Regulatory Tasks) – tilalle ei komission aloitteesta huolimatta perustettu uusia ryhmiä. Vuoden 2007 aikana perustettaneen

yhteistyöryhmiä ministerineuvoston alaisuuteen WPNS-työn pohjalta.

STUK osallistui Euroopan komission säteily-suojelun säännöstötyössä neuvoa-antavan A31-asiantuntijaryhmän työhön.

STUKin asiantuntija osallistui Euroopan komission radioaktiivisten aineiden kuljetusasioita käsittelevän pysyvän työryhmän työhön.

Euratomin ydinmateriaalivalvonnan uudistaminen alkoi kuusi vuotta sitten tavoitteena uudistaa komission valvontatoimet vastaamaan laajentuneen EU:n ja ydinalalla tapahtuneiden muutosten vaikutuksia Euratomin ydinmateriaalivalvontaan ottaen huomioon myös teknologian kehitys. Toissijaisena tavoitteena oli mukauttaa komission ydinmateriaalivalvonta palvelemaan paremmin IAEA:n vahvistettua valvontaa. Vuoden 2005 aikana komissio esitti jäsenvaltioille uudet valvontamallit. Suomen puheenjohtajuuskaudella, Neuvoston Atomiasiain työryhmän (AQG) yhteydessä järjestettiin safeguards-asiantuntijoiden kokous STUKissa 5.10.2006. Kokouksessa komissio esitteli dokumentin ”Implementing Euratom Treaty Safeguards”, joka viimeisteltiin Luxemburgissa pidetyssä kokouksessa 28.11.2006. Komission uudistuneita valvontamenetelmiä kuvaava asiakirja on erittäin tärkeä paitsi jäsenmaille myös IAEA:n valvonnalle. Samassa yhteydessä IAEA ja komissio alkoivat keskustella High Level Liaison Committeeen (HLLC) kokousten uudelleen aloittamisesta viiden vuoden tauon jälkeen. Komission ja IAEA:n lisäksi HLLC:hen osallistuisivat myös jäsenvaltiot.

STUK osallistui Euroopan Unionin rahoittamaan Itä-Euroopan kansallisia viranomaisorganisaatioita ja niiden tukioorganisaatioita tukevaan Phare- ja Tacis-yhteistyöhön. Tämä yhteistyö kattoi osallistumisen koordinoivan Regulatory Assistance Management Groupin (RAMG) toimintaan ja moniin yksittäisiin hankkeisiin, joissa hyödynsaajamaina olivat Armenia, Bulgaria, Kazakstan, Liettua, Ukraina, Valko-Venäjä ja Venäjä. Pariissa hankkeessa hyödynsaajana oli Euroopan Komissio.

Vuosi 2006 tulee olemaan viimeinen TACIS ohjelmavuosi, mutta ohjelmaan kuuluvat projektit toteutetaan suunnitellusti eli viimeisiä projekteja tehdään vielä 2010. TACIS ohjelman jälkeen vuosina 2007–2013 ydinrahoitusta tullaan jakamaan



uudella Euratom- sopimukseen pohjautuvalla instrumentilla (Instrument of Nuclear Safety Cooperation (INSC)).

### **NKS-yhteistyö**

Pohjoismaisen ydinturvallisuusyhteistyön NKS:n nelivuotinen tutkimusohjelmakausi käynnistyi vuonna 2002. Ohjelma on jaettu kahteen hankekokonaisuuteen, jotka ovat reaktoriturvallisuu- tutkimus sekä valmius- ja ympäristötutkimus. Alueiden työtä johtavat ohjelmapäälliköt. STUKin asiantuntijat osallistuivat valmius- ja ympäristöalueen tutkimusohjelman hankkeisiin. STUK osallistui aktiivisesti NKS:n johtoryhmän työskentelyyn.

Reaktoriturvallisuuden hankekokonaisuudessa on hankkeita, jotka liittyvät Suomen julkisrahoitteiseen SAFIR-tutkimusohjelmaan. Valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työssä on myös Suomelle tärkeitä painotuksia kuten valmiustilanteiden tiedonhallinnan ja yhteydenpitojärjestelmän kehittäminen. Vuonna 2006 toteutettiin ohjelman arviointi sekä pidettiin ohjelmakauden 2002–2005 kattava seminaari. Johtoryhmä käynnisti ohjelman runkosuunnitelman uudistamisen.

Ohjelman sisältö palvelee kokonaisuudessaan hyvin pohjoismaisten viranomaisten yhteistyötä, mikä on NKS-työn pysyvä tavoite.

### **Kahdenvälinen yhteistyö eri maiden kanssa**

STUKin edustaja osallistui Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan työhön jäsenenä. SKI:n kanssa yhteistyötä jatkettiin säännöllisin tapaamisin, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan, valmiustoiminnan, ydinjätehuollon ja ydinmateriaalivalvonnan kysymyksistä.

Kaksi Unkarin ydinturvallisuusviranomaisen (HAEA) asiantuntijaa työskenteli kahden kuukauden ajan STUKissa IAEA:n Fellowship Visitor-ohjelman välittämänä. He arvioivat STUKin ja HAEA:n säännöstöä ja toimintatapoja erityisesti käyttötoiminnan, laadunhallinnan, käyttökoekäytötoiminnan ja koulutuksen alueilta.

STUKin pääjohtaja toimi Belgian viranomaisvalvontaa tekevän organisaation tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtajana sekä osallistui Liettuun ydinturvallisuusviranomaista tukevan, vastaavan neuvottelukunnan toimintaan pysyvä- jäsenenä.

USA:n kansallisen ydinturvallisuusviranomaisen (USNRC, The United States Nuclear Regulatory Commission) kanssa uudistettiin syyskuussa 2006 sopimus teknisen tiedon vaihtamisesta ja yhteistyöstä. Sopimus tehdään viideksi vuodeksi kerrallaan. Se koskee tiedonvaihtoa ydinlaitosten valvontaan liittyvistä asioista ja ydinlaitoksille asetettuja vaatimuksia.

Etelä-Korean ydinturvallisuusviranomaisen (KINS, Korean Institute of Nuclear Safety of the Republic of Korea) kanssa solmittiin syyskuussa 2006 keskinäinen ydinlaitosten turvallisuutta ja radioaktiivisten jätteiden loppusijoitusta koskeva tiedonvaihto ja yhteistyösopimus.

STUKin edustaja toimii Ranskan ydinturvallisuusneuvottelukunnan (Groupe permanent d'experts charge Réacteurs, GPR) jäsenenä ja osallistui kokouksiin, joissa käsiteltiin Flamanvilleen rakennettavaa EPR-laitosta, sekä isojen maiden ydinturvallisuusneuvottelukuntien yhteiskokoukseen Washingtonissa. Yhteiskokoukseen osallistuivat Ranskan GPR, Saksan RSK, Yhdysvaltain ACRS ja Japanin NSC sekä erikseen kutsutut Ruotsi, Sveitsi ja Suomi.

STUK teki yhteistyötä Ranskan viranomaisen kanssa uuden laitoshankkeen suunnittelun ja rakentamisen ja valmistuksen valvonnassa. Tapaamisissa vaihdettiin tietoja suunnitteluratkaisuksista, rakentamistilanteesta, rakentamisen valvonnasta, pääkomponenttien valmistuskokeuksista, onnettomuusanalyysistä, säteilyturvallisuudesta, ja lentokonetörmäysanalyysistä.

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

STUK tekee ulkoministeriön myöntämällä lähialueyhteistyövaroilla kahdenvälistä yhteistyötä Venäjän lähialueilla olevien ydinvoimalaitosten sekä Venäjän turvallisuusvalvontaviranomaisen kanssa. Ydinonnettomuuksien ehkäisemistä edistetään asiantuntijapalveluilla ja laitetoimituksilla. Paikallisia ympäristöriskejä ja terroriuhkia vähennetään tukemalla ydinjätehuoltoprojekteja ja radioaktiivisten aineiden laitonta kuljettamista ehkäiseviä hankkeita. Tuella ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvontajärjestelmien ja onnettomuusvalmiuden kehittämiseksi varmistetaan

luotettava tiedonsaanti mahdollisista häiriöistä tai onnettomuuksista. STUK koordinoi yhteistyötä, tekee osan asiantuntijatyöstä itse ja tilaa muilta osin palvelut alan toimijoilta.

Yhteistyöteemoja vuonna 2006 olivat voimalaitoksen käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön koulutus, paineenalaisten laitteiden eheyden varmistamiseen tähtäävät laitteistohankinnat ja käyttökoulutus, korroosiosuojaushankkeet, paloturvallisuusparannukset ja -koulutus, kulunvalvontajärjestelmien uudistukset ja turvallisuusanalyysiyhteistyö. STUKissa myös koottiin Leningradin voimalaitoksen kahden vanhimman yksikön turvallisuuden kehittymistä ja nykytilaa koskeva tilannekatsaus julkaistavaksi yhtenä kokonaisuutena.

Viranomaisyhteistyössä STUK kuuli säännöllisesti Rostekhnadzorin paikallistarkastajia Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitoksilta näiden toimitaessa laatimansa puolivuosisraportit laitoksiltaan. Raporteissa kuvataan turvallisuuden kannalta merkitykselliset tapahtumat ja annetaan tietoja laitoksilla tapahtuvista turvallisuusparannushankkeista. STUKissa järjestettiin seminaari VVER-reaktoreiden PSA-analyysistä saaduista kokemuksista. Yhteistyö ei-ydinteknisen säteilyn käytön valvonnassa avattiin STUKin ja Rostekhnadzorin yhteisellä kokouksella Moskovassa.

Onnettomuusvalmius- ja säteilyturvallisuusyhteistyössä ylläpidettiin Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten ympäristön ulkoisen säteilyn valvontaverkkojen tiedonsiirtoyhteyksiä sekä suoria hälytysyhteyksiä. STUKin edustajat osallistuivat Pietarissa sijaitsevan alueellisen valmiuskeskuksen uusien tilojen käyttöönottoon. STUKin edustaja osallistui tarkkailijana Venäjän vuotuisen kansalliseen valmiusharjoitukseen Novovoroneshin ydinvoimalaitoksella.

Ydinjätehuoltoyhteistyössä STUKin ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen yhteisseminaareissa käsiteltiin ydinlaitosten käytöstäpoiston turvallisuusarviointia ja nestemäisten jätteiden sementointia. STUK osallistuu myös aktiivisesti CEG-ryhmän (Contact Expert Group for international radioactive waste projects in Russia) toimintaan. Ryhmä koordinoi länsimaiden ydinjäteapua Venäjälle. Kesäkuussa 2006 pidettiin Olkiluodossa radioaktiivisten jätteiden loppusijoitusta käsitellyt CEG:n seminaari, jonka järjestelyihin STUK osallistui.

Suomen ja Venäjän kahdenvälisessä ydinsulkuvalvonnan tukiohjelmassa jatkettiin säännösten kehittämistä. Kuolan ydinvoimalaitoksen käytetyn polttoaineen mittaukseen tarkoitettu SFAT-laitte valmistui STUKin verstaassa ja sen toiminta testattiin Loviisan voimalaitoksella. Pietarin Tulliakatemian oppien perusteella pidettiin helmikuussa 2006 tullikurssi uudistetussa muodossa. STUK osallistui kansainvälisiin yhteistyökokouksiin, joiden avulla varmistetaan tietämys ”Illicit Trafficking” -tilanteesta.

### **Muu yhteistyö**

STUK osallistui EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association) toimintaan. Vuonna 2000 perustettiin ns. harmonisointityöryhmä kehittämään menetelmää yhtiöiden ydinturvallisuusvaatimusten laatimiseksi. Työryhmän loppuraportin suositusten mukaisesti aloitettiin vuoden 2003 alussa laaja ydinturvallisuus- ja ydinjätehuollon vaatimusten kehitysprojekti.

Ydinturvallisuusprojektissa kehitettiin ns. eurooppalaiset referenssivaatimukset 17 turvallisuusalueelle. Lisäksi selvitettiin vaatimusten toteutumistilanne työhön osallistuneissa 18 maassa. Työn tulokset esitettiin teollisuuden, voimayhtiöiden ja muiden kiinnostuneiden organisaatioiden edustajille vuoden alussa Brysselissä pidetyssä seminaarissa. Seminaarin jälkeen referenssivaatimuksista pyydettiin kannanottoja sekä eurooppalaisilta että kansallisilta organisaatioilta. STUK pyysi luvanhaltijoiden mielipiteitä referenssivaatimuksista ja kysyi heidän arvionsa referenssivaatimusten täyttymisestä suomalaisilla ydinlaitoksilla. WENRA-työryhmä jatkoi vaatimusten kehitystä vuoden jälkipuoliskolla. Vuoden 2006 lopussa vaatimukset olivat viimeisteltävänä WENRA-maiden viranomaispäälliköillä.

STUK osallistui aktiivisesti myös WENRAn käytöstäpoisto- ja ydinjäte-ryhmän työhön, jonka tuloksena syntyivät luonnokset ydinlaitosten käytöstäpoiston ja ydinjätteen varastoinnin referenssivaatimuksiksi. Näiden vaatimusten toteutumistilanne arvioidaan vuoden 2007 aikana.

EU:n komission lakkauttaman NRWG:n alaisena toiminut turvallisuus-kriittisten ohjelmistojen työryhmä jatkoi WENRAn pyynnöstä työtään ja

viimeisteli dokumenttia ”Licensing of safety critical software for nuclear reactors. Common position of European nuclear regulators and safety authorities”. Dokumentti valmistui vuoden 2007 alussa. Työryhmään kuuluu ydinturvallisuusviranomaisien edustajia Belgiasta, Espanjasta, Ranskasta, Ruotsista, Saksasta, Suomesta ja Yhdistyneestä Kuningaskunnasta.

STUK on mukana kansainvälisessä hankkeessa Multinational Design Evaluation Programme (MDEP), jossa kehitetään mallia uusien ydinvoimalaitosten monikansalliselle turvallisuusarviointille. Hankkeen on käynnistänyt USA:n ydinturvallisuusviranomaisen NRC ja siinä on käynnissä samanaikaisesti kaksi vaihetta. Vaihe 1 koskee EPR-tyyppisten ydinvoimalaitosten turvallisuusarviointia ja siihen osallistuvat Ranska, Suomi ja USA. Käytännössä vaihe 1 on jatkoa Ranskan ja Suomen ydinturvallisuusviranomaisien kahdenväliselle yhteistyölle, johon nyt on liittynyt myös USA. Vaiheeseen 2 osallistuu yhteensä kymmenen maata, edellä mainittujen lisäksi Kanada, Kiina, Japani, Korea, Venäjä, Etelä-Afrikka ja Iso-Britannia. Vaiheen 2 sihteeristön tehtävistä huolehtii OECD NEA ja myös IAEA osallistuu siihen. Vaiheessa 2 on tarkoitus arvioida ydinvoimalaitosten hyväksyntään liittyviä viranomaiskäytäntöjä ja vaatimuksia keskittyen aluksi turvallisuustavoitteisiin, hyväksynnän keskeisiin perusteisiin ja tarkastuskäytäntöihin. Ensi vaiheessa tarkastelun kohteeksi valittiin neljä aluetta: vakavat reaktori-onnettomuudet, hätäjäähdytysjärjestelmien suunnitteluun liittyvät vaatimukset, ohjelmoitava automaatio ja mekaaniset laitteet. Neljännellä alueella tavoitteena on määritellä kohteita, joilla eri maiden viranomaiset voivat tehdä yhteistyötä uusien laitteiden valmistusta arvioitaessa.

VVER Regulators Forum perusti kokouksessaan Suomessa 2005 riskianalyyseityöryhmän, joka on jatkoa vuonna 2002 perustetulle ja 2005 työnsä päättäneelle riskityöryhmälle. Forum antoi uuden työryhmän tehtäväksi jatkaa vertailujen tekemistä uusille onnettomuuden alkutapahtumille sekä tunnistaa riskianalyyseissa olevien eroavaisuuksien syyt. Uusi projekti kestää kolme vuotta. Työryhmä piti aloituskokouksensa Suomessa 2006 ja päätti vertailla VVER-laitosten toden-

näköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien (PSA, Probabilistic Safety Analysis) alkutapahtumia, erityisesti merivesijärjestelmän menetystä, syöttövesijärjestelmän menetystä, höyrystimen putkiston rikkoutumista sekä tulipalojen ja matalien tehojen riskianalyysin menetelmiä. Lisäksi päätettiin vertailla eri maiden vaatimuksia riskien arvioimiseksi, sekä lainsäädäntöä että ohjeistoja. Myös jäsenmaiden PSAn sovellutuksia ja jäsenmaissa toimivien tukiorganisaatioiden kykyä ja käytettävyyttä PSAn ja sen sovellutusten laatimisessa päätettiin vertailla. Joulukuussa Wienissä pidetyssä kokouksessa tarkastettiin VVER-laitosten merivesijärjestelmien menetyksen riskianalyysejä ja päätettiin jatkotyöstä vuodelle 2007. STUK isännöi VVER Forumin automaatiotyöryhmän kesäkokouksen Helsingissä ja osallistui aktiivisesti automaatiotyöryhmän raportin valmisteluun. Työn ennakoidaan jatkuvan vielä joitakin vuosia. Raportti käsittelee jäsenmaiden kokemuksia digitaalisen automaation lisensoinnista. STUKin vastuulle osoitettu raportin osio on lähes valmis.

STUK osallistui NERS-työhön (Network of Regulators of Small Nuclear Programs). NERS on kanava, jonka kautta erityisesti Euroopan ulkopuolisten maiden, Argentiinan, Etelä-Afrikan ja Pakistanin ydinturvallisuusviranomaisien kanssa vaihdetaan tietoja samankokoisten ydinenergiaohjelmien parissa toimivien kollegoiden toimintatavoista ja kokemuksista. Vuoden 2006 aikana käsiteltiin neljää aihetta, jotka olivat ydinvoimalaitosten ikääntymisenhallinta ja laitosten käyttöiän hallinta sekä radioaktiivisten lähteiden, radioaktiivisten jätteiden ja radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa. NERS -yhteistyön merkeissä Pakistanin viranomaisen ylläpitää verkkosivuja ([www.ners.info](http://www.ners.info)), joille on koottu ydinvoimalaitosten turvallisuuteen liittyvää tietoa yhteistyöhän osallistuvista maista.

Ydinalan turvajärjestelyjen osalta STUK on osallistunut ENSRAn (European Nuclear Security Regulators Association) ja pohjoismaisen NORDFYSin (Fysiskt skydd i Nordisk kärnteknisk verksamhet) työhön.

STUK on jäsenenä pohjoismaisessa kuljetusasioita käsittelevässä työryhmässä (NORTRAM). Ryhmä ei kokoontunut vuonna 2006.

## 11 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

*Pekka Salminen*

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain (990/1987) 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto, ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Neuvottelukunta asetettiin 10.9.2003 ja sen toimikausi päättyi 9.9.2006. Uusi neuvottelukunta nimettiin 1.10.2006 alkavalle kolmevuotiskaudelle.

Alkuvuodesta neuvottelukunnan puheenjohtajana toimi professori Pentti Lautala (TTY) ja varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT). Jäseninä toimivat professori Riitta Kyrki-Rajamäki (LTY), johtaja Ulla Koivusaari (PIK), kehitysjohtaja Timo Okkonen (INSPECTA OY), erikoistutkija Ilona Lindholm (VTT), aluejohtaja Runar Blomkvist (GTK). Pysyvänä asiantuntijana toimi STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuna asiantuntijana toimi TkT Antti Vuorinen. Syksyllä uusitun neuvottelukunnan kokoonpano muuttui siten, että professori Lautala jättäytyi pois neuvottelukunnan työstä ja uudeksi puheenjohtajaksi valtioneuvosto nimesi Riitta Kyrki-Rajamäen. Antti Vuorinen nimettiin uuden neuvottelukunnan täysivaltaiseksi jäseneksi.

Neuvottelukunta kokoontui vuoden aikana kuusi kertaa. Kokouksissa valmisteltiin lausunnot STUKille seitsemästä uusittavasta YVL-ohjeesta.

Yhden muun YVL-ohjeluonnoksen lausunnon valmistelu käynnistettiin. Lisäksi neuvottelukunta mm. kuuli STUKin edustajaa uuden SAFIR-tutkimusohjelman suunnitelmista, seurasi säännöllisesti Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakentamisen edistymistä, käyvien ydinlaitosten käyttötapauksia ja osallistui vuotuisen ydinenergiaseminaarin järjestämiseen yhdessä ydinenergianeuvottelukunnan kanssa. Neuvottelukunta piti yhden kokouksen Olkiluodon ydinvoimalaitoksella tutustuen erityisesti rakenteilla olevaan Olkiluoto 3 -laitosyksikköön ja kuullen Teollisuuden Voima Oy:n johtoa rakentamisen aikana todetuista ongelmista (ns. betoniongelmat).

Neuvottelukunta otti myös askeleen kohti kv. yhteistyötä: vuoden aikana sen edustajia tapasi ranskalaisen, julkisen keskustelun komitean (CNDP, National Public Debate Commission) jäseniä sekä osallistui kutsuttuina suurten ydinvoimavaltioiden (USA, Ranska, Saksa, Japani) perustaman yhteistyöelimen kokoukseen USA:ssa.

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

# LIITE 1 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut vuodelta 2006

*Seija Suksi*

YHTEENVETO TUNNUSLUKIJEN TULOKSISTA	70
Taustaa ja tarkoitus	70
Vuoden 2006 tunnuslukujen tulokset	71
Turvallisuus- ja laatukulttuuri	71
Käyttötapahtumat	74
Rakenteellinen eheys	76
 JOHDANTO TUNNUSLUKIJEN MÄÄRITTÄMISELLE	 78
 TUNNUSLUVUT	 79
A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri	79
A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen	79
A.I.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta	86
A.I.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys	88
A.I.4 Säteilysäilytys	90
A.I.5 Päästöt	92
A.I.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä	94
A.I.7 Laitoksen parantaminen	95
A.II Käyttötapahtumat	96
A.II.1 Tapahtumien määrä	96
A.II.2 Tapahtumien välittömät syyt	98
A.II.3 Tapahtumien merkitys	99
A.II.4 Ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski	103
A.II.5 Palohälytysten määrä	104
A.III Rakenteellinen eheys	105
A.III.1 Polttoaineen tiiviys	105
A.III.2 Primääripiirin tiiviys	108
A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys	113

## Yhteenvedo tunnuslukujen tuloksista

### Taustaa ja tarkoitus

STUKin ydinlaitosturvallisuuden tunnusluku-järjestelmän tarkoituksena on täydentää tarkas-tuksin ja turvallisuusarvioinnein tehtävää ydin-voimalaitosten turvallisuuden kokonaisarviointia. STUKin kehittämällä ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvuilla pyritään kuvaamaan laitosten tur-vallisuustekijöitä. Oikein kohdistetuilla tunnus-luvuilla on vuositasolla mahdollista muodostaa kuvaa laitoksen turvallisuudesta ja luvanhaltijoi-den toiminnasta. Tunnuslukujen avulla voidaan osoittaa seurattavien turvallisuustekijöiden tason säilyminen tai saada viitteitä niiden mahdollisista muutoksista lyhyellä ja pidemmällä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä tunnusluvut toimivat valvon-tatoiminnan apuvälineenä. Tunnusluvuista kerty-nyttä tietoa voidaan käyttää tarkastusten tausta-aineistona. Tunnusluvuissa käytettävän tiedon ke-räys ja arviointi tapahtuu osana tarkastustoimin-taa. Tunnuslukujen heikentyessä selvitetään, onko laitosten toimintaa ja STUKin valvontaa kyseisel-lä alueella syytä tehostaa. Tilanteen korjaamiseksi mahdollisesti käynnistettyjen toimenpiteiden vai-kuttavuutta voidaan myös seurata tunnuslukujen välityksellä.

STUKin tunnusluvuille ei ole erikseen määri-tetty toimenpide- tai kynnyksrajoja, vaan tavoit-teena on tunnistaa turvallisuuteen vaikuttavien toimintojen kehityssuunnat mahdollisimman var-haisessa vaiheessa niin ydinvoimalaitoksen kuin myös STUKin toiminnassa. Lainsäädännössä, YVL-ohjeissa ja laitosten turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettuja raja-arvoja sekä ydinvoi-malaitosten valvontaosaston (YTO) omiin tulosta-voitteisiin sisällytettyjä tavoitearvoja sovelletaan siellä, missä ne ovat käytettävissä.

STUKin tunnusluku-järjestelmä jakautuu kah-teen pääryhmään: ydinlaitosten turvallisuutta ku-vaaviin ulkoisiin tunnuslukuihin ja viranomais-

toimintaa kuvaaviin sisäisiin tunnuslukuihin. Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut jakautuvat kolmeen pääalueeseen; turvallisuus- ja laatu-kulttuuri, käyttötapahtumat sekä rakenteellinen ehe-ys. Näillä kolmella pääalueella on yhteensä 14 tunnuslukualuetta, joilla yksittäisiä tunnuslukuja on 51 kappaletta.

Ydinvoimalaitosten valvontaosaston (YTO) laatukäsikirjan ohjeessa YTV 4.3.3 ”YTON tun-nuslukujen laskenta, arviointi ja hyödyntäminen” määritellään vastuut ja menettelyt YTON ydin-laitosturvallisuuden tunnuslukujen laskemiseksi, tunnuslukujen arvojen tulkitsemiseksi ja muu-tosten arvioimiseksi, raportoimiseksi ja hyödyntä-miseksi. Ohjeen liitteessä 1 kuvataan YTON ydin-laitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut, niiden määritelmät ja tietojen hankinta sekä kunkin tunnusluvun laskennasta vastuussa oleva yksikkö ja henkilö (tunnusluvun vastuuhenkilö) sekä tun-nusluku-järjestelmän ylläpitäjä.

Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujen tieto-jen hankinta ja päivitys suoritetaan pääsääntöi-sesti neljännesvuosittain. Tunnuslukujen määri-telmät, arvot, kuvaajat ja tulosten tulkinta on si-sällytetty STUKin tunnusluku-järjestelmään, INDI (Indicator Display) -järjestelmä.

STUKin tunnusluvut kytkettiin ensimmäisen kerran vuoden 2003 alusta uudistettuun strate-giaan kuvaamaan ja mittaamaan sen onnistumis-ta. STUKin toiminnan vaikuttavuutta kuvaavista tunnusluvuista YTOa koskevat: työntekijöiden sä-teilyannokset, ydinlaitosten radioaktiiviset päästöt ja niistä aiheutuva väestön säteilyaltistus, turval-lisuutta vaarantavat tapahtumat ydinlaitoksilla, ydinlaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunto, YVL-ohjeiden ajantasaisuus, asia-kastytyväisyys sekä moitteiden määrä. Kolme vii-memainittua tunnuslukua kuvaavat YTON omaa toimintaa, ja ne on sisällytetty viranomaistoimin-

taa kuvaavaan tunnuslukualueeseen. STUK-tason strategiaan sisällytetyille laitosturvallisuutta kuvaavilla tunnusluvuilla on säännöksiin ja määräyksiin tai YTON itse asettamiin tulostavoitteisiin sisällytetyt kvantitatiiviset raja-arvot.

Kaikki ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut kuvaavat ja mittaavat YTON toiminnan vaikuttavuutta. Niiden arvot päivitetään neljännesvuosittain ja poikkeamat sekä niiden syyt selvitetään välittömästi joko vastuuhenkilöiden toimesta tai otetaan laajemmin esille osasto- tai valvontakokouksissa. Vuosittain tehtävässä yhteenvedossa arvioidaan yksittäisten tunnuslukujen ja tunnuslukualueiden kehityssuuntia. Yhteenvedoa hyödynnetään yhdessä muiden arvioiden ja tarkastushavaintojen kanssa STUKin suorittamassa ydinlaitosturvallisuuden kokonaisarviossa. Tunnusluvuista toimitettava vuosiyhteenvedo liitetään osaksi kauppa- ja teollisuusministeriölle toimitettavaa ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnan vuosiraporttia.

## Vuoden 2006 tunnuslukujen tulokset

Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukuja varten kerätyt tiedot vuodelta 2006 eivät aiheuttaneet yksittäisissä tunnusluvuissa, tunnuslukualueilla tai kolmella pääalueella sellaisia muutoksia, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagoimista. STUKin toiminnan vaikuttavuutta kuvaaville ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvuille asetetut vaatimukset täyttyivät kaikilta osin.

### Turvallisuus- ja laatukulttuuri

Alueen tunnusluvuilla seurataan laitoksen kuntoa ja käyttöön osallistuvien eri organisaatioyksiköiden, kuten kunnossapidon, käytön ja säteilysuojelun, toiminnan onnistumista. Lisäksi seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista sekä tunnistettuja tarvetiloja siitä poikkeamiseen. Alueeseen kuuluu myös tunnuslukuja, joilla seurataan laitoksen keskeisten asiakirjojen ajantasaisuutta laitosmuutosten jälkeen sekä laitoksen ylläpitoon ja perusparannuksiin käytettävien investointien suhteellista vaihtelua.

Kunnossapitotoimintaa arvioidaan laitosyksikökohtaisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden eli TTKE-laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden lukumäärien, ennakkohuolto- ja vikakorjaustöiden määrien ja suhteen, sekä tehokäytön aikaisten käyttörajoitustöiden lukumää-

rien, vikakorjauksiin käytetyn keskimääräisen ajan ja vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten perusteella. Lisäksi seurataan turvallisuustoitomintojen toteuttamiseen käytettävien järjestelmien epäkäytettävyyttä.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakkohuollot, on Loviisassa ollut viime vuosina kasvussa. Ennakkohuoltojen jakautuminen laitosyksiköiden kesken määräytyy vuosihuoltoseisokkien pituuksien mukaan. Kunnossapitotöiden määrä vuonna 2006 ei ole suoraan vertailukelpoinen edellisvuotisten kanssa, sillä tunnusluvun sisältämä laitteiden joukko on muuttunut. Loviisan voimalaitoslaitoksella otettiin alkuvuodesta 2006 käyttöön uusi LOMAX-tietojärjestelmän, minkä seurauksena TTKE-laitteiden kunnossapidon tunnusluvun kattavuutta on parannettu niin, että jatkossa vuotuiset kunnossapitotyöt sisältävät myös ne TTKE:n alaisten laitteiden työt, joihin ei ole liittynyt käyttörajoitusta. Tunnusluvun taustalla olevat vikakorjausten ja ennakkohuoltojen lukumäärät olivat tästä johtuen vuonna 2006 yli kolminkertaisia edeltäneisiin vuosiin verrattuna. Ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde ei kirjausmenettelymuutoksista huolimatta muuttunut vuonna 2006 merkittävästi.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä on myös Olkiluodossa ollut viime vuosina kasvussa. Kunnossapitotöiden määrässä tapahtui kirjausmenettelyissä tapahtuneen muutoksen vuoksi vuonna 2006 merkittävä pudotus, alle kolmasosaan aikaisemmasta tasosta. Voimayhtiön työtilausjärjestelmään vuoden 2006 alusta tekemän muutoksen takia tiedot eivät ole vertailukelpoisia aikaisempien vuosien lukujen kanssa. TVO on jättänyt työtilausjärjestelmän luokittelusta pois kunnossapitoluokan 3, mikä sisältää TTKE:n alaisten järjestelmien laitteita, mutta läheskään kaikille näillä järjestelmille ei ole annettu rajoituksia TTKE:ssä. Ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde ei kirjausmenettelyistä huolimatta vuonna 2006 muuttunut merkittävästi. Kunnossapitotoiminnan on tämän perusteella arvioitu laitoksilla olevan tasapainoista ja sitä toteutettavan samoin perusteiden kuin aikaisemminkin. Laitosten ennakkohuoltotöiden määrään vaikuttaa vuosihuoltoseisokkien pituuden mukaan

määräytyvät ennakkohuollot. Tunnusluvun muutosten tulisi jatkossa johtua pääosin vuosihuoltojen rytmityksen aiheuttamasta vaihtelusta, mitä voitaisiin pitää osoituksena toimivasta kunnossapitostrategiasta.

Tehokäytön aikaisten turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vikakorjausten kokonaismäärä Loviisan laitoksella oli vuonna 2006 edellisen vuoden määrää pienempi, joten viime vuosien lievä kasvusuuntaus pysähtyi. Myös Olkiluodon laitoksella tehokäytön aikaisten käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä oli kasvussa vuoteen 2005 asti, jolloin määrä lähti laskuun johtuen erityisesti välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrän laskusuunnasta. Laitosten ylläpitotoiminnassa on jatkuvasti parannettu vikojen havaitsemista ja ennakoimista sekä laitteita on uusittu. Näiden toimenpiteiden johdosta laitosten ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa tunnusluvussa tai sen taustalla olevissa vikatiedoissa, mikä on osoitus laitteiden käyttöänsä hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräiset korjausajat ovat pysyneet Loviisan ja Olkiluodon laitoksilla usean vuoden ajan kohtuullisen vakaina vaihdellen vuosien mitaan Loviisan laitosyksiköillä vuorokaudesta reiluun kahteen ja Olkiluodon yksiköillä viidestä tunnista puoleen vuorokauteen. Keskimääräiset korjausajat laskivat vuonna 2006 kaikilla muilla laitosyksiköillä paitsi Loviisa 2:lla, missä korjausajan vuosittainen kehitys on ollut epävakaa. Keskimääräistä korjausaikaa Loviisa 2:lla kasvatetaan niiden TTKE-laitteiden vikojen korjaukset, joiden TTKE:n sallima korjausaika on pitkä. Loviisan laitoksen kunnossapidon resurssien riittävyyden ja toiminnan tehokkuuden osalta tulisikin ryhtyä toimenpiteisiin, joilla lyhennetään korjausaikoja myös tällaisten laitteiden osalta. Kaikkien järjestelmien laitevioista johtuvat tuotannonmenetykset sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla pysyivät vuonna 2006 pieninä, mistä kertovat myös laitosten korkeat käyttökertoimet.

Vuonna 2005 vioista johtuvat tuotannonmenetykset sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla pysyivät pieninä, mistä kertovat myös laitosten korkeat käyttökertoimet. Loviisa 2:n muita suurempi

noin puolen prosentin tuotannonmenetykset johtuu yksittäisestä viasta. Kyseessä oli vuotava syöttövesilinjan takaiskuventtiili, jonka korjaamiseksi laitos jouduttiin ajamaan alkuvuodesta kaksi kertaa alas käynnistystilaan. Olkiluodon voimalaitoksen molempien laitosyksiköiden vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset kasvoivat hieman vuoden 2005 hyvin matalista arvoista ollen vuonna 2006 muutamia prosentin kymmenesosia kummallakin laitosyksiköllä. Olkiluodossa suurin merkittävä tekijä oli Olkiluoto 1:n syöttövesipumpun liukurengastiivisteiden runsas vikaantuminen.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta seurattiin luvanhaltijoiden toimittamien kansainvälisten indeksien avulla. Loviisan voimalaitoksella seurattiin korkeapaineista hätäsisävesijärjestelmää, hätäsyöttövesijärjestelmää sekä varavoimadieselgeneraattoreita ja Olkiluodossa suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää, apusyöttövesijärjestelmää sekä varavoimadieselgeneraattoreita.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta mittaavat kansainväliset indeksit osoittivat, että seurattavien järjestelmien epäkäytettävyydet ovat edelleen normaalina pidettävällä matalalla tasolla. Loviisan laitosyksiköillä hätäadieselgeneraattoreiden epäkäytettävyys oli vuonna 2006 kahta edellistä vuotta korkeampi. Deseleissä esiintyneet viat johtuivat tavanomaisista laitteiden vanhenemisilmiöistä, eivätkä viat olleet merkitykseltään vakavia. Hätäsyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyyden pieni nousu johtui vuosihuolloissa tehdyistä huoltotöistä. Olkiluodon laitoksella suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän ja varavoimadieseleiden epäkäytettävyydet ovat laskusuunnassa. Vuonna 2006 dieseleiden kunto oli hyvällä tasolla. Apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi edelleen vuoden 2004 hyvin alhaisista arvoista etenkin Olkiluoto 1:llä, mikä johtui järjestelmän kierrätys- ja varoventtiilien vioista. Korjaavina toimenpiteinä on kierrätyslinjan venttiilien toimilaitemoottorien momenttiarvoja muutettu ja varoventtiileille on alustavasti pohdittu erillisen koestuslinjan rakentamista. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksien vallitsevana syinä olivat niiden piilevät viat.

Suomen ydinvoimalaitoksia käytettiin pääsääntöisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia laitostilanteita oli vuonna 2006 kaik-



kiaan kuusi, joista kaksi sattui Loviisan ja neljä Olkiluodon laitoksella. Molemmilla laitoksilla oli puutteita TTKE -koestuksiin liittyen; joko koestusten muutosprosessissa tai niiden suorittamisessa. Yksittäisten tapahtumien merkitys turvallisuuden kannalta oli kuitenkin hyvin pieni.

Sekä Loviisan että Olkiluodon voimalaitoksella oli kummallakin vuonna 2006 tarve neljässä tapauksessa poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Lukumäärät ovat laskussa edellisvuotisiin määriin verrattuna ja hyvin pienet. Myönnetyt poikkeusluvut eivät antaneet aiheutta turvallisuusteknisten käyttöehtojen uudelleenarviointiin. Loviisan poikkeusluvista kaksi koskivat Loviisa 2:n pyörivän muuttajan vian etsimistä ja korjausta tehoajolla sekä yksi käyttötilan muutosta ylösajossa, vaikka jäälauhduttimen alaoven yksi asennonosoitin oli viallinen. Lisäksi Loviisa 2:lle pyydettiin lupaan säteilyttää yhtä polttoainepipua ylimääräinen jakso. On arvioitu, että tulevaisuudessa poikkeuslupien määrä tulee nousemaan Loviisan automaatiouudistuksen vaatimien erotusten ja muutosten myötä. Olkiluodon poikkeusluvut koskivat tasasuuntaajien vaihtamista tehoajolla ja vuosihuollon aikaisia siirtokoneen säteilymittausrajojen muutoksia polttoainepippujen ja säätösauvojen siirtojen ajaksi. Lisäksi tarvittiin poikkeuslupa Olkiluoto 3:n asennusten siirtämiseen.

Laitosdokumentaation ajantasaisuutta kuvaavalla tunnusluvulla esitetään Loviisan ja Olkiluodon vuosihuolloissa toteutettujen turvallisuuden kannalta merkittäviin tai laajoihin muutostöihin liittyvät asiakirjamuutokset, jotka tulee toteuttaa ennen laitoksen käynnistämistä kyseisestä vuosihuollosta. Tämä tarkoittaa, että ne vuosihuolloissa tehdyt muutokset, jotka muuttavat TTKE:ta, hätä- ja häiriöohjeita, perustilautusohjeita sekä tehokäytöllä tarvittavia käyttöohjeita, tulee olla vietynä ao. dokumentteihin. Näiden lisäksi tarkastetaan virtauskaaviot. Loviisan laitoksella suurimmat muutostyöt tehtiin Loviisa 2:lla. Laitosdokumentaatio oli Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten vuosihuolloissa toteutettujen laitosmuutosten jälkeen saatettu käynnistykseen mennessä päivitettävien asiakirjojen osalta riittävän hyvin ajan tasalle. Olkiluodossa ainoa havaittu puute koski PI-kaavioiden päivityksistä kuten aikaisempinakin vuosina.

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit -tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen

vaihtelu. Euromääräiset summat ovat voimayhtiöiden liiketietoa, jota ei julkaista tässä yhteydessä. Tunnusluku otettiin STUKin tunnuslukujärjestelmään vuonna 2000 indikoimaan mahdollisia sähkömarkkinoiden vapautumisen vaikutuksia investointihalukkuuteen. Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojekteihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000. Vuosien 2004–2005 investoinnit olivat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla keskimääräistä korkeammalla tasolla. Vuodesta 2004 lähtien Loviisan luvun sisältö on muuttunut siten, että vuosihuoltoon liittyvät sykliset ennakkohuolto- ja QC-tarkastukset luetaan investointeiksi. Loviisan laitoksen pääinvestointeja viime vuosina ovat olleet varautuminen vakaviin reaktorionnettomuuksiin ja turpiinin modernisointi. Merkittävin menneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitosyksiköiden automaation uusiminen, johon liittyen vuonna 2006 kustannuksia aiheutui uusien rakennusten tekemisestä sekä simulaattorin kehittämisestä. Olkiluodon laitoksen viime vuosien pääinvestointeja ovat olleet turbiinilaitoksen uusintaprojekti, mihin liittyy myös höyrynkuivainten uusinta. Lisäksi jatkettiin vuonna 2005 aloitettua kaasuturbiinilaitoksen rakentamista.

STUK pyrkii vaikuttamaan sekä suoraan että välillisesti ydinvoimalaitostyöntekijöiden sekä ympäristön asukkaiden päästöistä aiheutuneisiin säteilyannoksiin. Tähän kuuluu, että radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ovat pieniä ja huomattavasti alle asetettujen rajojen. Säteilysuojelun alueella tunnuslukuina seurataan työntekijöiden kollektiivista säteilyaltistusta, kymmenen suurimman säteilyaltistuksen keskiarvoa ja YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen laskennallisen raja-arvon noudattamista. Tunnuslukuina seurataan myös laitosten radioaktiivisia ilma- ja vesipäästöjä ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana, joten vuosihuoltoseisokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin.

Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannokset alittivat henkilökohtaiset annosrajat. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei

saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv. Myöskään kollektiiviselle säteilyannokselle ohjeessa YVL 7.9 asetettu nettosähkötehoon kytketty raja ei ylittynyt vuonna 2006. Olkiluodon voimalaitoksen kollektiiviset säteilyannokset vuosina 2005–2006 olivat edellisvuosia suurempia johtuen vuosihuoltoseisokeista, jotka olivat henkilö- ja työmäärältään poikkeuksellisen laajoja.

Ilma- ja vesipäästöt Loviisan ja Olkiluodon laitoksilta pysyivät vuonna 2006 pieninä kuten myös ympäristön väestön päästöistä saama säteilyannos. Ne alittivat selvästi asetetut päästö- ja annosrajat. Olkiluodon laitoksen jodi- ja aerosolipäästöt ilmaan osoittivat pientä kasvua johtuen kummallakin yksiköllä esiintyneistä polttoainevuodoista. Sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitosten päästöt mereen olivat pienet.

Kaasumaiset fissiotuotteet jalokaasu- ja jodiradionuklidit ovat peräisin vuotavista polttoainesauvoista, polttoaineen suojakuorten ulkopinnoille valmistusvaiheessa jäävästä vähäisestä uraanimäärästä ja aikaisempien polttoainevuotojen aiheuttamasta reaktorin pintakontaminaatiosta. Loviisan laitoksilla polttoainevuotoja ei ole ollut useaan vuoteen. Loviisan voimalaitoksen jalokaasupäästöissä hallitsevana on argon 41. Se on reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote.

Olkiluoto 2:n reaktorissa oli vuonna 2006 vuotavaa polttoainetta lähes koko ajan ja Olkiluoto 1:n reaktorissa lyhyen aikaa aivan palamajakson loppussa keväällä 2006. Polttoainevuodot näkyvät hieman kohonneina jalokaasu- ja jodipäästöinä ilmaan.

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten päästöt mereen olivat hyvin pieniä, koska Loviisassa ei ollut matala-aktiivisten haihdutusjätteiden suunniteltuja päästöjä ja Olkiluodon laitos on ottanut käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistoja.

Laitoksen päästöistä aiheutuva ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli molemmilla laitoksilla samaa suuruusluokkaa edellisvuoteen verrattuna. Loviisassa annos oli pienempi kuin edeltävänä vuonna. Molempien laitojen osalta annokset ovat alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta 100 mikroSv.

## Käyttötapahtumat

Alueen tunnusluvuilla seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaan raportoitujen käyttötapahtumien määrää ja riskimerkitystä. Raportit luokitellaan tapahtumien luonteen tai ydinturvallisuusmerkityksen sekä välittömien syiden perusteella. Alueeseen kuuluvilla riskitunnusluvuilla seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitystä sekä ydinvoimalaitosten riskitason kehitystä. Tunnusluvuilla saadaan viitteitä laitoksen käyttötoiminnasta ja käyttökokemustoiminnan tehokkuudesta. Tarkastelemalla edellisen alueen tunnuslukuja, kuten TTKE-poikkeamat, turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys, TTKE-laitteiden viat ja niiden korjaaminen sekä kaikkien laitteiden tehokäytön aikaisista vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, riskitunnuslukujen kanssa saadaan lisätietoa laitteiden suunniteltujen ja suunnittelemattomien epäkäytettävyyksien merkittävydestä.

Ydinturvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei vuonna 2006 Suomen ydinlaitoksilla ollut. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten käyttötapahtumien määrät olivat viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Loviisan voimalaitoksella oli kahdeksantoista tapahtumaa, joista toimitettiin käyttötapahtumaraportti. Määrä oli kaksinkertainen edellisvuoteen verrattuna. Käyttöhäiriöraportoinnin kasvu vuonna 2006 johtui raportointimenettelyjen muutoksesta. Loviisan voimalaitos toimittaa nykyään käyttötapahtumaraportit (KT-raportit) tiedoksi virallisella kirjeellä. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Loviisan laitoksella viisi. Määrä on kasvanut edellisiin vuosiin verrattuna. Loviisan voimalaitoksen käyttötapahtumien välittömät syyt painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin, joiden määrä on huomattavasti noussut viiden viimevuoden tasoon verrattuna. Olkiluodossa erikoisraportoituja tapahtumia oli neljä. Erikoisraportoitujen tapahtumien määrissä ei Olkiluodossa ole tapahtunut suuria muutoksia pitkällä aikavälillä. Käyttöhäiriöraportoituja tapahtumia oli Olkiluodon laitoksilla myös neljä. Olkiluodon voimalaitoksen käyttötapahtumien välittöminä syinä oli useimmissa tapauksissa tekninen vika kuin inhimillinen virhe. Pikasulkujen määrä on Suomen laitoksilla ollut vähäinen, eikä vuonna 2006 ollut yhtään pikasulkua.

Merkittävistä tapahtumista, kuten laitevioista, ennakkohuolloista ja käyttöehdoista poikkeamista, aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin ylitti vuonna 2006 STUKin sille asettaman 5 % tavoitearvon Olkiluodon molemmilla laitossyksiköillä johtuen osin dieseleiden ennakkohuoltopakettien pitkäkestoisuudesta, kertaluoteisista korjaustöistä sekä turvallisuusjärjestelmien piilevistä laitevioista. Tavoitetason ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

Tunnuslukuina seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitystä. Tätä varten tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Jokaisen ryhmän tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan, ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Vuoden 2006 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Riskin kannalta merkittävien tapahtumien lukumäärät osoittivat Loviisassa pientä kasvua edellisvuotisesta ja Olkiluodossa määrä oli ennallaan. Merkittävimmät tapahtumat johtuivat Olkiluodon laitoksella pitkän ajan kestäneistä dieseleiden ennakkohuoltopaketeista sekä apusyöttövesijärjestelmien piilevistä vioista. Loviisan laitoksen merkittävimmät tapahtumat liittyivät ilmastointijärjestelmien ja valvomoiden instrumentointitilojen jäähdytysjärjestelmien vikoihin. Loviisa 1:llä tähän kategoriaan kuuluivat dieselin ja hätäsyöttövesijärjestelmän viat. Apusyöttövesijärjestelmien vuosihuollon aikaiset ennakkohuollot kuuluvat myös tähän luokkaan.

Muiden riskimerkityksellisten tapahtumien lukumäärät Loviisassa ja Olkiluodossa olivat samaa suuruusluokkaa kuin edellisenä vuonna. Epäkäytettävyydet Loviisassa aiheutuivat edelleen pääosin laitteiden vioista. Olkiluodon laitoksen tapahtumat aiheutuivat pääosin laitteiden suunnitelluista epäkäytettävyyksistä, kuten aikaisemminkin, mihin kuuluvat poikkeusluvilta tehtävät laitteiden erotukset sekä ennakkohuollot. Tapahtumat jakautuivat melko tasaisesti Olkiluodon laitossyksiköiden kesken. Loviisassa tapahtumia oli enemmän Loviisa 2:lla.

Riskin kannalta vähämerkityksellisimpään luokkaan kuuluvien analysoitujen tapahtumien lukumäärien taso nousi jo vuonna 2004, kun raportoinnissa siirryttiin ohjeen YVL 1.5 mukaiseen käytäntöön (kaikkien turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuudet esitetään kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa). Tähän riskiluokkaan kuuluvien tapahtumien määrä nousi edellisvuodesta Loviisan kummallakin laitossyksiköllä; vuonna 2006 niitä oli yhteensä 450. Olkiluodon laitossyksiköillä tähän riskiluokkaan kuuluvien tapahtumien määrä on puolestaan laskussa; vuonna 2006 niitä oli yhteensä 131. Muutokset kummallakin laitoksella johtuvat kirjausmenettelyjen muutoksista. Sekä Loviisassa että Olkiluodossa tapahtumat olivat sekä suunniteltuja epäkäytettävyyksiä että vikojen aiheuttamia.

STUKin toiminnan vaikuttavuuslukuihin on sisällytty mm. ydinvoimalaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunnan kannalta seuraava tavoite: Ydinvoimalaitosten onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan. Riskiä arvioidaan todennäköisyyspohjaisella riskianalyysillä, jonka mallissa on mukana mm. säännöllisesti päivitetävät tiedot laitteiden luotettavuudesta. Loviisan laitossyksiköille laskettu vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys on noin  $10^{-4}$  ja Olkiluodon laitossyksikölle noin  $1,6 \cdot 10^{-5}$ . Onnettomuusriski pieneni kummallakin laitoksella jonkin verran vuodesta 2005 eräiden laitosmuutosten ja täsmentyneiden analyysien tähden.

Todelliseksi paloiksi luokiteltavia tapahtumia Loviisan voimalaitoksella oli yksi: Loviisa 2:n jännitemuuntajan räjähdys ja sitä seurannut palo. Myös Olkiluodon voimalaitoksella oli yksi palotapahtumaksi luokiteltava tapahtuma: roskakorin palaminen vuosihuollossa Olkiluoto 1:llä. Vuoden 2006 paloilmajärjestelmän hälytyksissä sekä Loviisan että Olkiluodon voimalaitoksella vallitsevana olivat pölyn, käryn tai kosteuden aiheuttamat ilmaisimien hälytykset. Olkiluodossa oli myös merkittävä määrä sprinklerin vuodoista aiheutuneita hälytyksiä. Olkiluodon hälytyksissä on mukana käytetyn polttoaineen varaston, matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan sekä ulkoalueiden hälytykset, mistä johtuu Olkiluodon hälytysten suurempi määrä. Loviisan laitoksella paloilmajärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kas-

voivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmistä laitteista ja laitevioista. Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakkohälytykset eivät ole olleet enää laskennassa mukana. Laitevioista aiheutuneita hälytyksiä vuonna 2006 oli Loviisan laitoksella 16 ja Olkiluodossa vain neljä.

### Rakenteellinen eheys

Tunnuslukualueella seurataan radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden (polttoaine, primääripiiri, sekundääripiiri, suojarakennus) tiiviyyttä. Tavoitteeksi on asetettu, että eheys on asetettujen vaatimusten mukainen eikä eheys saa merkittävästi heikentyä STUKin tunnuslukujen mukaan arvioituna.

Vuoden 2006 tunnuslukujen perusteella radioaktiivisia rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt pääsääntöisesti hyvänä eikä päästöjä rajoittaville esteille asetettuja rajoja ei ylitetty. Polttoainevuotoja ei Loviisan laitoksiköillä ole esiintynyt vuoden 1999 jälkeen.

Olkiluodon laitoksiköillä on ollut pieniä polttoainevuotoja viimeaikoina vuosittain. Vuotojen kehittymistä on seurattu tehoajon aikana, ja vuotavat polttoainepiput on poistettu käytöstä vuotohavaintoa seuranneessa vuosihuoltoseisokissa. Olkiluoto 1:n reaktorissa oli vuonna 2006 lyhyen aikaa vuotavaa polttoainetta. Vuoto ilmeni muutama viikko ennen alasajoa vuosihuoltoseisokkiin. Olkiluoto 2:n reaktorissa oli vuonna 2006 koko ajan vuotavaa polttoainetta. Heinäkuun loppupuolella 2005 havaittu vuotava polttoainepippu poistettiin reaktorista vuoden 2006 vuosihuoltoseisokissa. Vuosihuollon 2006 jälkeen todettiin jälleen uusi polttoainevuoto heinäkuussa. Vuotojen vaikutukset näkyvät reaktoriveden jodi-131-aktiivisuus-pitoisuuksien kasvuna käynnin aikana. Pitoisuus oli suurimmillaan noin kaksi promillea toimenpiteitä edellyttävästä TTKE-rajasta.

Vesikemian tunnusluvuilla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiotaiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien avulla. Vesikemian indeksit ovat yhdistelmä vesikemian parametreista ja siten antavat hyvän yleiskuvan vesikemiallisista olo-

suhteista. Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2006 onnistuneen sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksiköillä.

Loviisan kummallakaan laitoksiköllä ei primääripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa vuonna 2006 tapahtunut oleellisia muutoksia. Laitoksiköllä oli kolmannella neljänneksellä vuosihuoltoseisokit, joiden seurauksena primääripiirin rautapitoisuus ja höyrystimien ulospuhalluksien kloridipitoisuus olivat normaaleja käytönaikaisia pitoisuuksia suuremmat. Normaalia suuremmat pitoisuudet näkyivät korottavasti kemian indeksin koko vuoden arvoissa. Kummallakin laitoksiköllä kemian indeksiin vaikutti korottavasti hartsin pääsy höyrystimiin ioninvaihtosuodattimien vaihdossa tai päällystyksessä.

Olkiluodon laitoksiköiden reaktori- ja syöttöveden vesikemia ovat olleet voimayhtiön asettamien tavoitearvojen mukaisia lukuun ottamatta reaktoriveden sulfaattipitoisuuksia, joissa näkyy laitoksiköiden lauhteenpuhdistuksen suodatinmassojen ajoajoista johtuva vaihtelu. Sulfaattipitoisuuksien tavoitearvot ylittyivät kummallakin Olkiluodon laitoksiköllä vuosihuoltoseisokkien jälkeen kolmannella vuosineljänneksellä. Olkiluoto 2:n reaktoriveden keskimääräinen koboltti-60-pitoisuus on ollut noususuunnassa, mikä näkyy STUKin tunnuslukuna olevassa alasarjoitilanteiden aktiivisuusseurannassa. Koboltti-60-aktiivisuus-pitoisuuden nousu johtuu laajoista muutostöistä, joita tehtiin yksiköllä vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa. Tällöin piiriin on päässyt kobolttipitoisia materiaaleja. Pitoisuuden nousuun on osittain syynä myös erään polttoainetyypin välitukien nikkelpitoinen materiaali, missä epäpuhtautena on pieniä määriä kobolttia. Loviisan laitoksiköiden primääripiirin koboltti-60- ja rautapitoisuuksissa eikä sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuuksissa ole seurantajaksolla tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Olkiluodon laitoksella seurataan myös primääripiirin vuotoja käyttöjaksokohtaisesti. Käyttöjakson 2005–2006 primääripiirin tunnistettujen ja tunnistamattomien vuotojen määrät Olkiluodon kummallakin laitoksiköllä olivat alhaiset. Tämä oli jo kolmas käyttöjakso peräkkäin, jolloin primääripiirin vuotoja suojarakennuksen ilmatilaan ei ole esiintynyt.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvä-

nä sekä Loviisassa että Olkiluodossa. Suojarakennuksen ulompien eristysventtiilien summavuodot olivat alle asetettujen rajojen Loviisan molemmilla laitosyksiköillä, missä vuodot ovat samaa luokkaa tai pienentyneet edellisvuotisesta. Olkiluoto 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto oli edellisten vuosien tapaan pieni. Olkiluoto 2:lla summavuodossa oli nousua edelliseen vuoteen verrattuna selvästi, ja se ylitti TTKE:ssä asetetun rajan. Puolet vuodosta tuli valvotun vuodon keräilyjärjestelmän eristysventtiilin vuodosta ja 16,5 % reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän yhden venttiilin vuodosta. Korjausten jälkeen summavuoto alitti selvästi TTKE:ssä asetetun rajan.

Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen hyvänä, ja Olkiluodon laitoksilla on parannusta edellisvuotisista.

Aukkojen summavuodot ovat pysyneet sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla pieninä. Loviisassa summaan lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktori-kuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien sekä suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän, tuorehöyryjärjestelmän ja syöttövesijärjestelmän läpivientipalkeiden tiiveyskoestutulokset. Olkiluodon laitoksen aukkojen summavuotoihin lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot.

## Johdanto tunnuslukujen määrittämiselle

Seuraavassa esitetään STUKin tunnuslukujärjestelmän ydinlaitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen määritelmät, tietojen hankinta, laskentavastuut, tarkoitus sekä vuoden 2005 tietojen perusteella päivitetty tunnuslukuarvot, niiden tulkinta ja muutosten arviointi.

Tunnuslukujen tietojen hankinta-, laskenta- ja analysointivastuut on määritetty ydinvoimalaitosten valvontaosastolla (YTO) toimisto- ja henkilötasolla. Vuonna 2006 Turvallisuuden hallinta-toimiston (TUR) paikallistarkastajat vastasivat turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määriteltyjen laitteiden vikoja ja ennakkohuoltoja sekä turvallisuusjärjestelmien käytettävyyttä kuvaavista tunnusluvuista. TUR vastasi myös vikojen aiheuttamista tuotannonmenetyksistä sekä dokumentaation ajantasaisuutta ja investointeja koskevista tunnusluvuista. Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon ydinvoimalaitokselta toimitettiin paikallistarkastajan toimesta. TURin tarkastajat vastasivat Olkiluodon laitoksen kunnossapidon laatua kuvaavien tunnuslukujen kokoamisesta ja arvioinnista. TUR ylläpiti käyttötapauksien seurantataulukkoa. Vuoden 2007 alussa nimetyt YTON Loviisan ja Olkiluodon käytönvalvontapäälliköt, jotka sijoittuivat uuteen Turvallisuuden hallinta-toimistosta muodostettuun Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA) -toimistoon, vastasivat vuoden 2006 käyttötapauksiin ja raporteihin

perustuvista tunnusluvuista. Riskien hallinta-toimisto (RIS) suoritti tapahtumien riskimerkityksen arvioinnin. Voimalaitostekniikka-toimiston (VLT) tarkastajat vastasivat palohälytysjärjestelmän toimintaa sekä polttoaineen ja primääripiirin tiiveyttä kuvaavista tunnusluvuista. Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät toimisto (REA) keräsi ja laski suojarakennuksen tiiveyttä kuvaavat tunnusluvut. Säteilysuojelutoimisto (SÄT) vastasi säteilyannos- ja päästötietojen kokoamisesta ja niitä kuvaavista tunnusluvuista. Ydinlaitosturvallisuutta kuvaavan tunnuslukujärjestelmää ylläpidettiin johdon tuki yksikössä (YJT) ja toimintaa koordinoi tutkintapäällikkö.

Tunnuslukujen vastuuhenkilöiden osalta tehtiin YTOlla vuonna 2006 joitakin henkilövaihdoksia. Tunnuslukujärjestelmää tai yksittäisten tunnuslukujen määritelmiä ei edellisvuoteen verrattuna muutettu. Riskitunnuslukualueelle sisällytettiin vuonna 2006 ydinvoimalaitosten onnettomuusriskin kehitystä kuvaava tunnusluku.

STUK hankki loppuvuodesta 2005 tunnuslukujen ylläpitoon, analysointiin ja raportointiin soveltuvan INDI (INDicator DISPLAY) ohjelman. Tunnuslukujärjestelmää on vuoden 2006 alusta alkaen ylläpidetty INDI-järjestelmässä. Tunnuslukuvastaavat syöttävät tunnuslukujen tiedot ja trendianalyysit järjestelmään pääsääntöisesti neljännesvuosittain.

## Tunnusluvut

### A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri

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

##### A.I.1a TTKE-laitteiden viat

###### Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden (TTKE-laitteiden) käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrää tehokäytön aikana. Viat jaetaan laitosyksikkökohtaisesti kahteen ryhmään; välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneet viat ja korjaustyön yhteydessä käyttörajoituksen aiheuttaneet viat.

###### Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

###### Tarkoitus

Tunnuslukua käytetään laitosten käyttöiän hallinnan ja laitteiden kunnan kehityksen arviointiin.

###### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR), paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

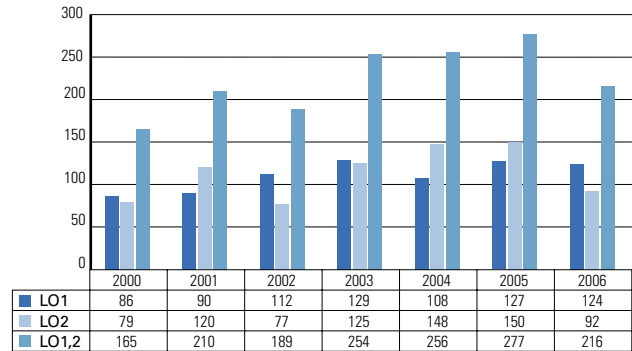
###### Tunnusluvun tulkinta

###### Loviisa

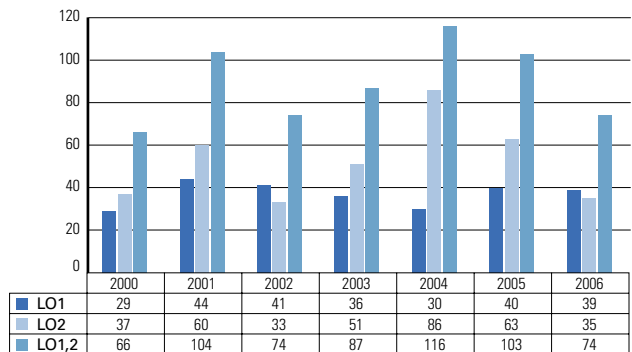
TTKE:n alaisten laitteiden käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen kokonaismäärä vuonna 2006 oli 216, mikä oli merkittävästi edellisen vuoden määrää 277 pienempi. Se oli myös selvästi alle neljän edeltäneen vuoden keskiarvon 244. Vikojen kokonaismäärään vaikuttanut muutos johtuu pääosin LO2-yksikön välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrän laskusta vuoden 2004 jälkeen. Vikojen vuotuiset lukumäärät

ovat pysyneet suhteellisen vakaalla tasolla, niissä esiintyvä vaihtelu johtuvat suuressa laitemäärässä esiintyvien normaalien vaikeasti ennakoitavien vikojen satunnaisesta ilmenemisestä. Loviisan laitoksella ylläpitotoiminnassa on jatkuvasti parannettu vikojen havaitsemista ja ennakointia sekä laitteita uusittu. Näiden toimenpiteiden johdosta

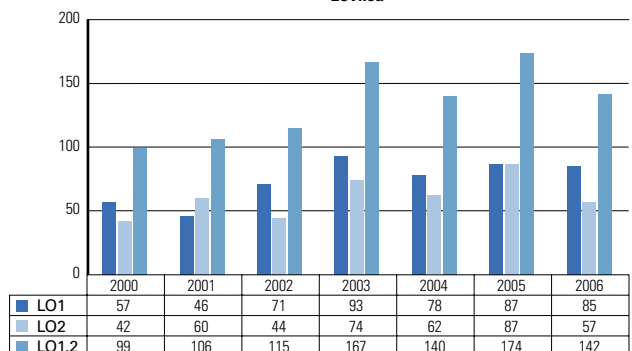
Käyttörajoitusten määrä tehokäytön aikana, Loviisa  
(TTKE- Laitteiden viat)



TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Loviisa



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Loviisa



laitoksen ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa tunnusluvussa tai sen taustalla olevissa vikatiedoissa, mikä on osoitus laitteiden käyttöiän hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta.

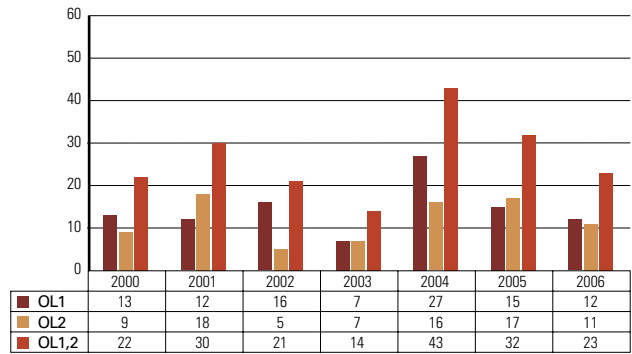
**Tunnusluvun tulkinta**

*Olkiluoto*

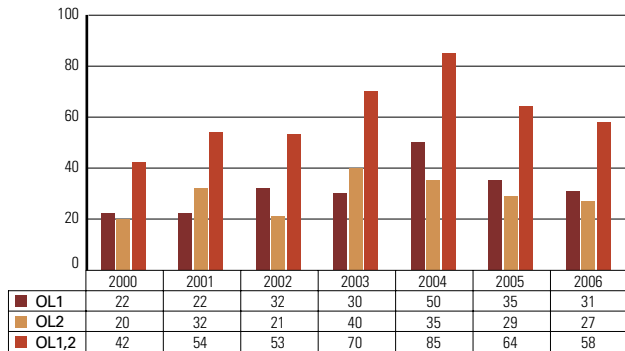
Vuoden 2002 jälkeen tapahtuneeseen nousuun vikojen määrässä ei ole osoitettavissa yksiselitteistä syytä. Yhtenä tekijänä voi olla mm. muutos töiden kirjaustavoissa. Vikojen määrä on kuitenkin vaihdellut vastaavasti pitkällä aikavälillä.

Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä samoin kuin kaikkien käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen kokonaismäärä on ollut viime vuosina lievästi laskusuunnassa, joka osoittanee kunnossapitotoiminnan onnistumista.

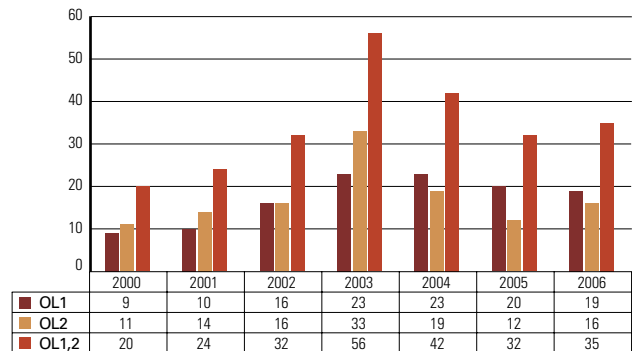
TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Olkiluoto



Käyttörajoitusten määrä tehokäytön aikana, Olkiluoto (TTKE-laitteiden viat)



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Olkiluoto





**A.1.1b TTKE-laitteiden kunnossapito**

**Määritelmä**

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikakorjausten ja ennakkohuoltotöiden lukumääriä laitossyksikkökohtaisesti.

**Tiedot**

Tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmistä, joista haetaan kaikki turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden ennakkohuolto- ja vikakorjaustyöt.

**Tarkoitus**

Tunnusluku antaa kuvan ennakkohuoltotöiden ja vikakorjaustöiden suhteesta ja kuvaa laitoksen kuntoa sekä kunnossapitostrategiaa. Tunnuslukua käytetään laitoksella toteutettavan kunnossapitostrategian arviointiin.

**Vastuutoimisto ja -henkilöt**

Turvallisuuden hallinta (TUR),

paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

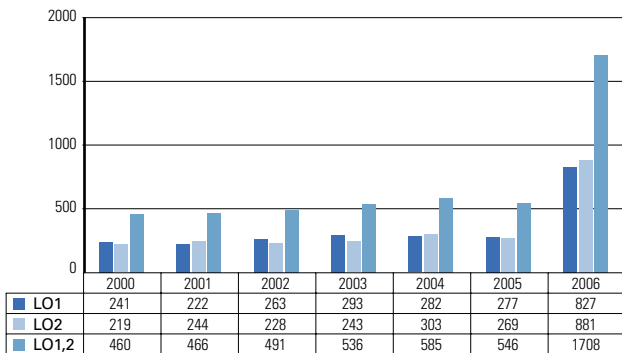
**Tunnusluvun tulkinta**

**Loviisa**

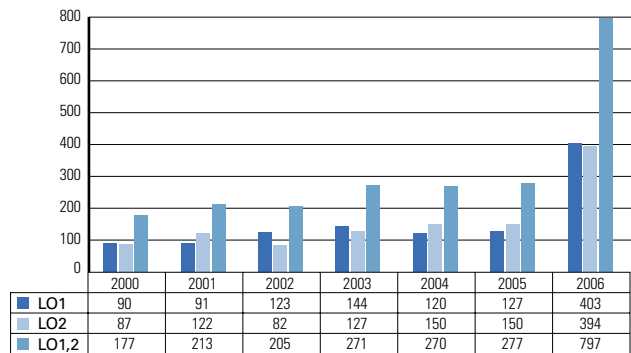
Loviisan voimalaitoslaitos otti käyttöön 4.2.2006 uuden LOMAX-tietojärjestelmän, mikä on tehokkaampi ja ominaisuuksiltaan monipuolisempi kuin käytöstä poistunut LOTI-järjestelmä. Tietojärjestelmän muutoksen seurauksena TTKE-laitteiden kunnossapidon tunnusluvun kattavuutta on parannettu niin, että jatkossa vuotuiset kunnossapitotyöt sisältävät myös ne TTKE:n alaisten laitteiden työt, joihin ei ole liittynyt käyttörajoitusta.

Edellä selvitetty tietojärjestelmän muutos aiheuttaa sen, että vuoden 2006 tunnusluku ei ole suoraan vertailukelpoinen edellisvuotisten kanssa, koska sen sisältämä laitteiden joukko on muuttunut sekä tunnusluvun taustalla olevien vikakorjausten ja ennakkohuoltojen lukumäärät ovat noin 3,2-kertaisia. Kunnossapitotöiden määrät ovat vuotta 2006 edeltäneiden neljän vuoden aikana pysyneet vakaasti samalla tasolla. Tunnusluvun taustalla olevien tietojen perusteella vuosi 2006 ei vikakorjausten tai ennakkohuoltojen osalta poikennut merkittävästi edeltäneistä vuosista. Ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde vuonna 2006 oli 1,13 kun taas neljän edeltäneen vuoden keskiarvo oli 1,14. Koska tunnusluvun sisältämien

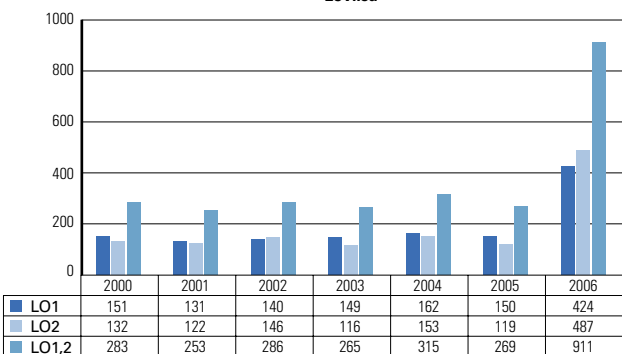
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt, Loviisa



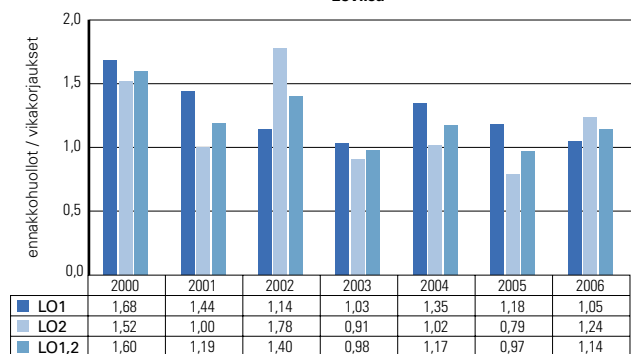
TTKE-laitteiden vikakorjaukset, Loviisa



TTKE-laitteiden ennakkohuollot, Loviisa



TTKE-laitteiden kunnossapito, Loviisa



laitteiden määrän kasvu ei muuta ennakkohuollon ja vikakorjausten suhdetta, niin kunnossapitotoiminnan voidaan arvioida olevan tasapainoista ja samoin perustein toteutettua kaikille laitoksen TTKE-laitteille.

Vikakorjauksissa ja erityisesti ennakkohuoltojen lukumäärissä esiintyvän vaihteluun arvioinnissa tulee ottaa huomioon kunnossapitostrategiaan sisältyvä erilaisten vuosihuoltojen (polttoaineen vaihtoseisokki; 4-vuotis vuosihuolto; lyhyt vuosihuolto; 8-vuotis vuosihuolto) 4 vuoden kierrolla toteutettava jaksotus, joka voi vaikuttaa merkittävästi vuotuisiin lukuihin. Tunnusluvun vakaata tasoa, jossa lukujen muutokset johtuvat pääosin vuosihuolto rytmityksen aiheuttamasta vaihtelusta voidaan pitää osoituksena toimivasta kunnossapitostrategiasta.

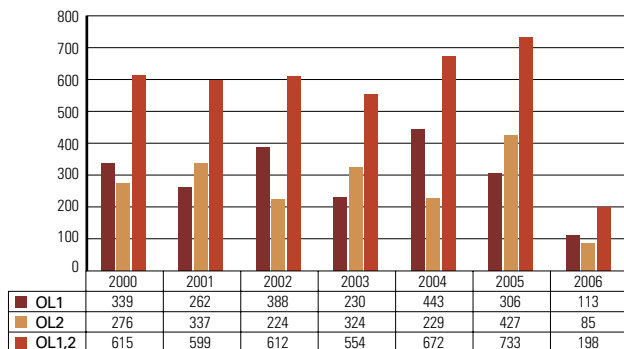
## Tunnusluvun tulkinta

### Olkiluoto

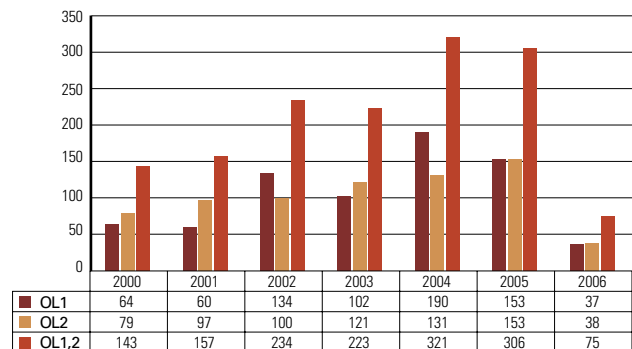
Tunnusluvun tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmästä. Voimayhtiön työtilausjärjestelmään 1.1.2006 alkaen tekemän muutoksen takia vuoden 2006 tiedot eivät ole vertailukelpoisia aikaisempien vuosien lukujen kanssa.

Voimayhtiö on jättänyt työtilausjärjestelmän luokittelusta pois luokan 3 (turvallisuusteknisten käyttöehtojen, TTKE:n alainen järjestelmä), koska se luokitus kattaa kaikki järjestelmät, jotka on mainittu TTKE:ssä. Kuitenkaan näillä järjestelmillä ei läheskään kaikilla ole annettu rajoituksia TTKE:ssä. Tunnusluvulla seurataan täten käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden ennakkohuoltojen ja vikojen suhdetta.

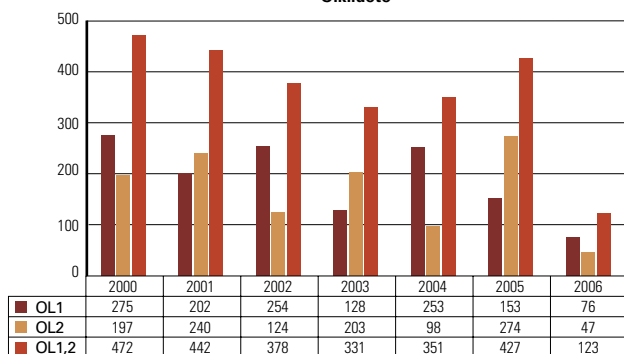
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt, Olkiluoto



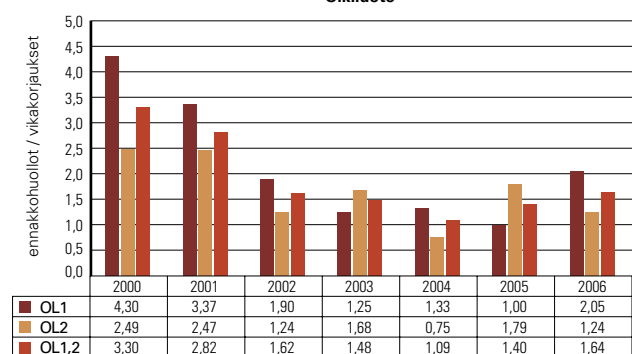
TTKE-laitteiden vikakorjaukset, Olkiluoto



TTKE-laitteiden ennakkohuollot, Olkiluoto



TTKE-laitteiden kunnossapito, Olkiluoto



### A.1.1c TTKE-laitteiden vikojen kesto

#### Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräistä korjausaikaa. Aika on kunkin korjauksen kohdalla käyttökunnottomuus aika. Se lasketaan vian havisemisesta korjaustyön päättymiseen asti, jos vika aiheuttaa välittömän käyttörajoituksen. Jos laite on käyttökunnossa vian korjaukseen aloitukseen asti, niin ajaksi lasketaan korjaustyöhön kulunut aika.

#### Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä sekä kunnossapidon ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan, miten pian vialla olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaiset laitteet on korjattu suhteessa TTKE:n sallimaan korjausaikaan. Tunnuslukua käytetään laitosten kunnossapito toiminnan strategian, resurssien ja tehokkuuden arviointiin.

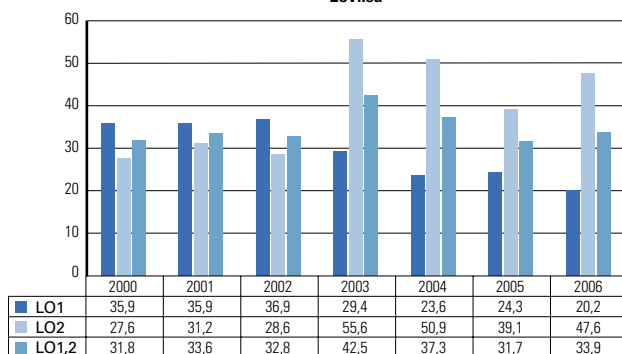
#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR), paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

TTKE-laitteiden keskimääräinen viallaoloaika, Loviisa



#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

Laitteiden turvallisuusmerkityksen perusteella on TTKE:ssä annettu niiden vikojen korjauksille sallitut korjausajat, jotka vaihteleva tapauksesta riippuen 4 tunnista 21 vuorokauteen. Lähtökohta on se, että TTKE-laitteiden viat tulee korjata sallitun ajan puitteissa ilman tarpeetonta viivytystä. Yksittäiset käyttörajoitustyöt voivat vaikuttaa merkittävästi tunnusluvun arvoon, vaikka ne ovat tehdyt salituissa korjausajoissa. Edellä selvitetty, tunnuslukuun sisältyvä ominaisuus otetaan huomioon tunnusluvun tulkinnassa arvioimalla yksittäisten pitkään kestäneiden vikakorjausten merkitystä kunnossapito toiminnan strategian, resurssien ja toiminnan tehokkuuden kannalta.

Käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden laitteiden keskimääräiset korjausajat ovat pysyneet Loviisan laitoksella usean vuoden ajan kohtuullisen vakaana. LO1:n korjausajoilla on ollut laskeva trendi vuodesta 2002, ja vuonna 2006 toteutunut 20,2 tunnin aika on merkittävästi alle neljän edeltäneen vuoden keskiarvon 28,6. LO2:lla korjausajan vuosittainen kehitys on ollut hieman epävakaa; vuonna 2003 alkanut lasku päättyi viime vuonna. Vuoden 2006 keskimääräinen korjausaika 47,6 tuntia on hieman neljän edeltäneen vuoden keskiarvoa 43,6 korkeampi. Laitosyksiköiden vuoden 2006 keskimääräinen korjausaika on 33,9 tuntia, mikä on lähellä neljän edeltäneen vuoden keskiarvoa 36,1. TTKE:n alaisten laitteiden viat, joiden sallittu korjausaika oli 72 tuntia tai vähemmän korjattiin Loviisan laitosyksiköillä vuonna 2006 siten, että LO1:llä keskimääräinen korjausaika oli 12,0 tuntia ja LO2:lla 13,5 tuntia.

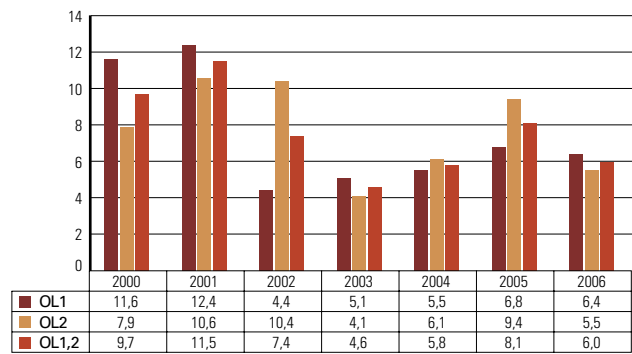
Vuoden 2006 tunnuslukujen ja niiden taustalla olevien tietoihin perustuen voidaan todeta laitoksen kunnossapitostrategian olevan asianmukaisen. Laitoksen resurssien riittävyyden ja toiminnan tehokkuuden osalta tulee ryhtyä toimenpiteisiin, joilla lyhennetään LO2:lla TTKE-laitteiden korjausajoja myös niiden korjaustöiden osalta, joissa sallittu korjausaika on pitkä.

## Tunnusluvun tulkinta

### Olkiluoto

TTKE-laitteiden keskimääräiset korjausajat ovat vaihdelleet 2000–2006 viidestä tunnista puoleen vuorokauteen. Nouseva trendi näyttää pysähtyneen ja vuonna 2006 keskimääräiset korjausajat laskivat vuoden 2005 arvoista. Luvuista voidaan päätellä, että TTKE-laitteiden vikojen korjauksiin on riittävästi resursseja ja korjaukset suoritetaan ripeästi.

TTKE-laitteiden keskimääräinen viallaoloaika, Olkiluoto



### A.1.1d Yhteisviat

#### Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisissa (TTKE) laitteissa tai järjestelmissä toteutuneiden yhteisvikojen lukumäärää.

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden raportoimista käyttörajoituksen aiheuttaneista töistä.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan kunnossapidon laatua.

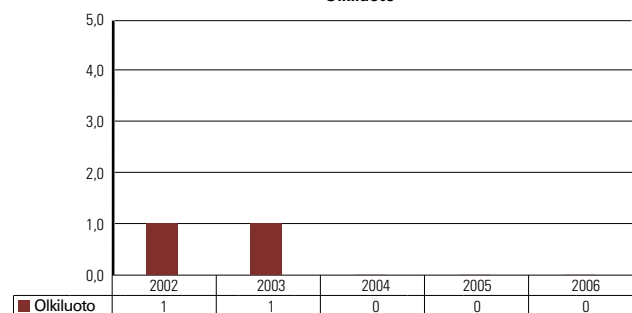
#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)  
Jukka Kupila

## Tunnusluvun tulkinta

Vuonna 2006 ei tunnistettu yhtään toteutunutta yhteisvikaa Loviisan eikä Olkiluodon voimalaitoksella käyttörajoituksen alaisissa järjestelmissä. Tilanne on normaali.

Yhteisvikojen määrä, Olkiluoto



**A.I.1g Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset**

**Määritelmä**

Tunnuslukuna seurataan laitoksen vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten osuutta nimellis-tuotannosta (brutto).

**Tiedot**

Tiedot tunnuslukuun saadaan voimayhtiöiden kuukausi- ja neljännesvuosiraporteista.

**Tarkoitus**

Tunnusluvun avulla seurataan vikojen merkitystä laitoksen tuotannon kannalta.

**Vastuutoimisto ja -henkilö**

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Tomi Koskiniemi

**Tunnusluvun tulkinta**

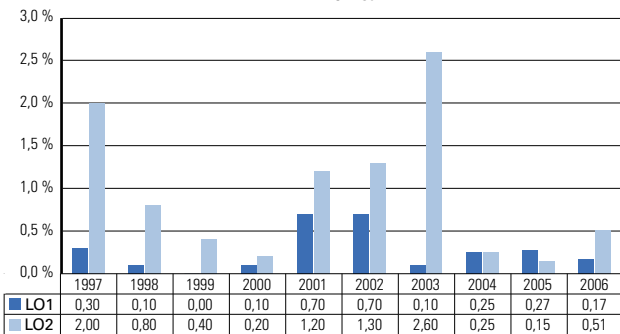
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat olleet sekä Loviisan että Olkiluodon laitosyksiköillä pieniä, mistä kertovat myös laitosten korkeat käytökertoimet.

Suurimmat huiput kuvaajissa sijoittuvat molemmat Loviisan laitokselle. Loviisa 2:n vuoden 1997 tavanomaisesta poikkeava tunnuslukuarvo johtuu vajaan viikon mittaisesta seisokista primääripiirin vuodon korjaamiseksi ja vuoden 2003 poikkeava arvo laitosyksikön toisen generaattorin staattorin vaihtotyöstä, joka kesti noin 41 vuorokautta aiheuttaen 2,6 %:n tuotannonmenetyksen.

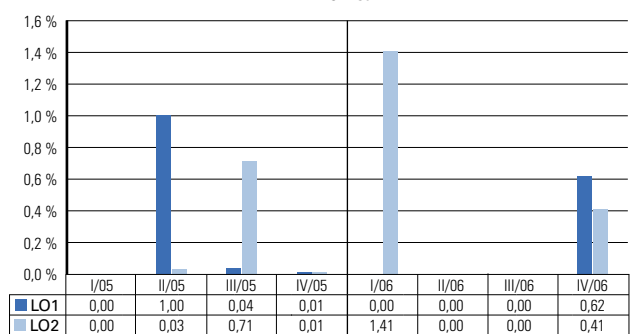
Vuosi 2006 on ollut hyvä molemmilla laitoksilla ja vioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä vähän. Loviisa 2 laitosyksikön muita suurempi arvo johtuu yksittäisestä viasta. Kyseessä oli vuotava syöttövesilinjan takaiskuventtiili RL31S006, jonka korjaamiseksi laitos jouduttiin ajamaan alas käynnistystilaan kaksi kertaa alkuvuodesta.

Olkiluodossa suurin merkittävä tekijä on ollut OL1:n syöttövesipumpun liukurengastiivisteiden runsas vikaantuminen. Korjauksen ajaksi OL1-laitos joudutaan ajamaan aina 87 % teholla, koska täydellä teholla tarvitaan kaikki 4 pumppua. OL2-yksiköllä tätä ongelmaa ei ole, koska uusittuja pumppuja täydellä teholla tarvitaan vain 3 (pumpuilla on suurempi kapasiteetti), jolloin yksi on varalla.

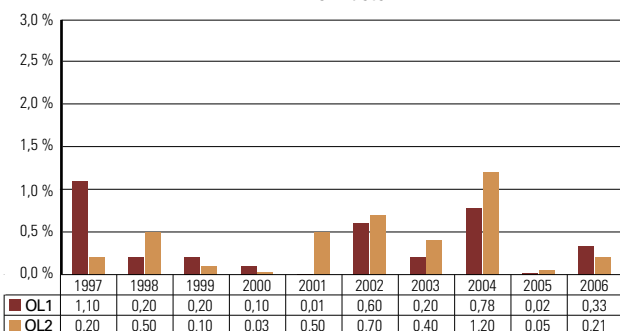
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Loviisa



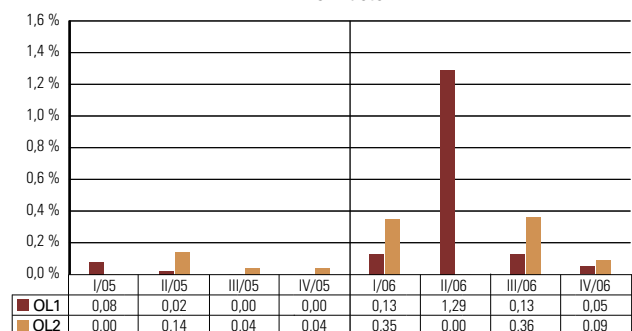
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset (NV), Loviisa



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Olkiluoto



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset (NV), Olkiluoto



## A.1.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan STUKin myöntämien turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) poikkeuslupien määrää ja TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuun kerätään voimayhtiöiden poikkeuslupahakemuksista ja tapahtumaraportteista.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan voimayhtiöiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaista toimintaa: TTKE:n noudattamista sekä tunnistettuja tarvetilanteita poiketa TTKE:sta, josta voidaan tehdä johdopäätöksiä myös TTKE:n asianmukaisuudesta.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Tomi Koskiniemi

### Tunnusluvun tulkinta

#### Poikkeusluvut

Loviisassa poikkeuslupia on tarvittu yleisesti ottaen enemmän kuin Olkiluodossa, koska laitoksen järjestelmät ovat suurelta osin suunniteltu kaksiredundanttisiksi (vrt. Olkiluodon 4 redundanttisuus), jolloin käytön aikaiset korjaukset tai muutostyöt vaativat lähes aina poikkeuslupaa. Esimerkiksi vuoden 2003 lupien suuri määrä selittyy kiinteiden säteilymittausten uusimishankkeesta (MONU-projekti), jonka töitä ei voitu tehdä missään käyttötilassa ilman poikkeamia.

Olkiluodossa poikkeuslupien määrää on viime vuosina (2004 ja 2005) nostanut Olkiluoto 1 ja 2

yksiköiden modernisointiin sekä Olkiluoto 3:n rakentamiseen liittyvät työt ja asennukset.

Vuonna 2006 poikkeuslupia on ollut hyvin pieni verrattuna muihin vuosiin, varsinkin Loviisassa. Tulevaisuudessa määrä tulee kuitenkin nousemaan Loviisan automaatiouudistuksen vaatimien erotusten ja muutosten myötä. Loviisan poikkeusluvista kaksi koskivat Loviisa 2:n pyörivän muuttajan ER02 vian etsimistä ja korjausta tehoajolla. Kaksi muuta liittyivät Loviisa 2:n vuosihuoltoon – lupaan säteilyttää yhtä polttoainepippua ylimääräinen 5. jakso sekä vaihtaa käyttötilaa jäälauhduttimen alaoven yhden SAM-tilatiedon asennon-osoittimen ollessa viallinen.

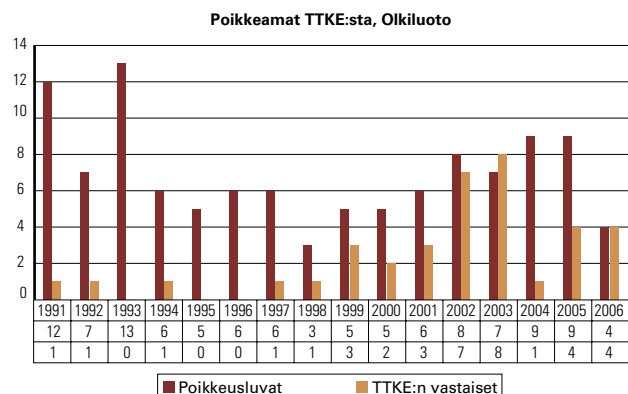
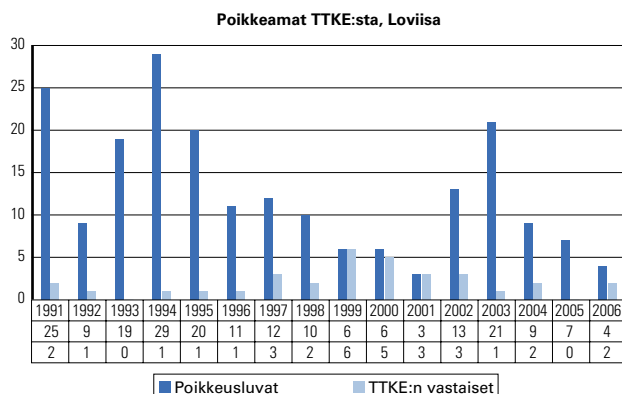
Olkiluodon poikkeusluvut koskivat tasasuuntaajien vaihtamista tehoajolla (TASURI-projekti), OL3 liittyvän suurjännitejohtotyön ja sen vaatimien 110 kV:n johtojärjestelyjen siirtämistä myöhemmään ajankohtaan sekä vuosihuollossa, polttoainepippujen ja säätösauvojen siirtojen aikana tehtyjä siirtokoneen säteilymittausrajojen muutoksia.

#### TTKE:n vastaiset tapahtumat

TTKE vastaiset tapahtumat ovat vaihdelleet jonkin verran molemmilla laitoksilla ollen viime vuosien luokkaa. Luvanhaltija kirjoittaa tapahtumasta ja mahdollisista korjaavista toimenpiteistä aina selvityksen, erikoisraportin, josta tehdään STUKissa päätös.

Vuonna 2006 molemmilla laitoksilla on ollut puutteita TTKE-koestuksiin liittyen: joko koestusten muutosprosessissa tai sitten suorittamisessa. Yksittäisten tapahtumien merkitys turvallisuuden kannalta on ollut kuitenkin hyvin pieni.

TTKE:n vastaisia tapahtumia sattui Loviisassa kaksi. Ensimmäinen tapahtui hetkellisesti kahden redundanttisen toiminnon ollessa erotettuna, kun RY-aktiivisuusmittausta kalibroitiin lauhduttimen



säteilymittauksen ollessa epäkuntoinen. Toinen liittyi Loviisa 1 ja 2 suurikapasiteettisten YP12-puhalluslinjojen ja -venttiileiden TTKE-koestuksen poisjääntiin vuosihuollossa, kun koestusvälin muutoksen yhteydessä ei ollut huomattu muuttua TTKE:ta.

Olkiluodossa tapahtui neljä TTKE:n vastais-ta tilannetta. Ensimmäinen koski TTKE:n yhtä vanhaa enimmäistyötuntimäärän ylitystä, jota ei ollut huomioitu TTKE-muutoksen yhteydessä siirryttäessä uuteen 12 tunnin työvuorojärjestelmään.

Toinen tapaus liittyi Olkiluodon käytetyn poltto-aineen eli KPA-varaston akustojen koestusvälin ylittymiseen kahdella päivällä. Kolmas TTKE-rikkomus koski Olkiluoto 1:n poistokaasupiipun mit-tauskanavan mittauksen määräaikaistarkastuksen tekemättä jättämistä, joka johtui kahden koestuksen yhdistämisestä samalla työllä tehtäväksi vuosina 2004 ja 2006. Neljäs tapaus liittyi polttoaineen jäähtymisen riittävyyttä kuvaavan ns. dryout-kertoimen pienimmän sallitun arvon alittamiseen Olkiluoto 1:llä.

### A.1.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyttä laitossyksikkökohtaisesti. Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla seurataan suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää (322), apusyöttövesijärjestelmää (327) ja varavoimadieselgeneraattoreita (651...656) ja Loviisan voimalaitoksella seurataan korkeapaineista hätäsisävesijärjestelmää (TJ), hätäsyöttövesijärjestelmää (RL92/93, RL94/97) ja varavoimadieselgeneraattoreita (EY).

Pääpiirteissään tunnuslukuna lasketaan järjestelmän epäkäytettävyysajan ja käytettävyysvaatimuksena olevan ajan suhdetta. Epäkäytettävyysaika on rinnakkaisten osajärjestelmien yhteenlaskettu epäkäytettävyysaika jaettuna osajärjestelmien lukumäärällä. Se ei kerro, onko useita osajärjestelmiä ollut samaan aikaan pois käytöstä. Osajärjestelmän epäkäytettävyysaikaan lasketaan laitteiden suunnitellun huollon vaatima aika sekä vikojen aiheuttama epäkäytettävyysaika. Jälkimmäiseen sisältyy korjausajan lisäksi arvioitu epäkäytettävyysaika ennen vian paljastumista. Arvioitaessa vian syntyneen edellisessä onnistuneessa koestuksessa mutta jääneen huomaamatta, epäkäytettävyteen lisätään määräaika-koestusten välinen aika. Jos vikautuminen on tapahtunut koestusten välisenä aikana niin, ettei sen tapahtumisajankohtaa tunneta, lisätään epäkäytettävyteen puolet koestusten välisestä ajasta. Kun vian synty pystytään tunnistamaan käyttö-, huolto- tai koestustoimenpiteeseen tai muuhun tapahtumaan, niin epäkäytettävyteen lisätään tapahtuman ja vian havaitsemisen välinen aika.

Käytettävyysvaatimusaikana laskennassa 322, 327, TJ- ja RL-järjestelmillä on laitoksen vuotuiset kriittisyystunnit ja dieseliä osalta käytettävyysvaatimus on jatkuva eli vuotuiset tuntimäärät.

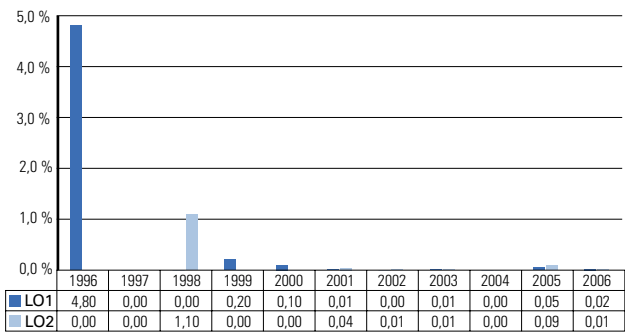
#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijan edustajat toimittavat tunnuslukuihin tarvittavat tiedot STUKin vastuuhenkilöille.

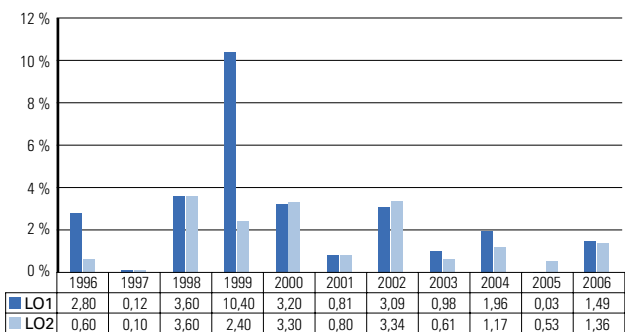
#### Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan turvajärjestelmien epäkäytettävydestä. Tunnusluvun avulla on mahdol-

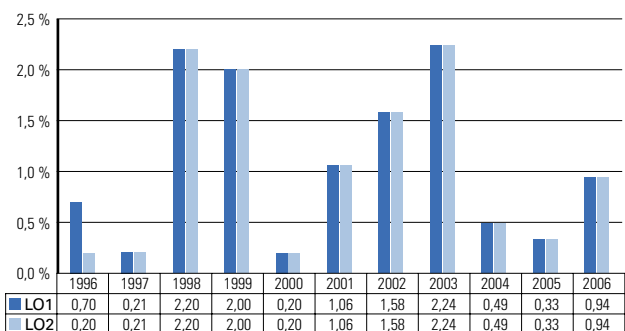
Korkeapaineisen hätäsisävesijärjestelmän (TJ) epäkäytettävyys, Loviisa



Hätäsyöttövesijärjestelmän (RL92/93, RL94/97) epäkäytettävyys, Loviisa



Dieseleiden (EY) epäkäytettävyys, Loviisa



lius valvoa turvallisuusjärjestelmien kuntoa ja sen kehittymistä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),

paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

Laitossyksiköiden korkeapaineisten hätäsisävesijärjestelmien (TJ) epäkäytettyyydet olivat vuonna 2006 edelleen alhaisella tasolla. Yksiköiden TJ-järjestelmien 10 tunnin epäkäytettyyyden kokonaisaika johtui tavanomaisista kunnossapitotoista. Edellä lausutun perusteella on arvioitavissa



TJ-järjestelmien olevan hyvässä kunnossa eikä tiedossa ole seikkoja jotka osoittaisivat tähän tilanteeseen merkittävää muutosta.

Hätäsyöttövesijärjestelmien epäkäytettävyys oli vuonna 2006 alhainen, ts. niiden kunto ja käytettävyys olivat hyvät. Vuonna 2006 laitoksien yksiköiden hätäsyöttövesijärjestelmien epäkäytettyyden kokonaisaika oli 1001 tuntia ja näistä vuosihuolloissa tehtyjen RL94/97 töiden osuus oli 938 tuntia. Järjestelmissä esille tulleet viat eivät olleet merkittäviä ja vuosihuoltotöiden ulkopuolella tehdyt korjaukset aiheuttivat epäkäytettyyttä yhteensä 63 tuntia.

Hätädieselin epäkäytettävyys oli kahta edellistä vuotta korkeampi, mutta se oli kuitenkin alle viiden edeltäneen vuoden keskiarvon 1,14. Vuonna 2006 kaikkien kahdeksan dieselgeneraattorin epäkäytettyyden kokonaisaika oli 659 tuntia, josta ajasta vikakorjauksiin kului 158 tuntia ja loput 501 tuntia oli tunnusluvun laskentasäännön mukaisesti oletettua, ennen vian paljastumista laitteissa vallinnutta epäkäytettyyden aikaa.

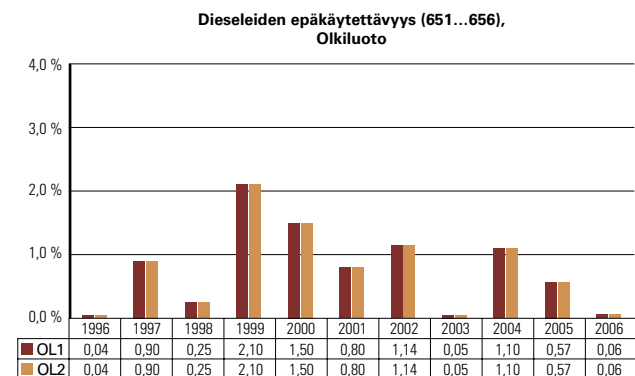
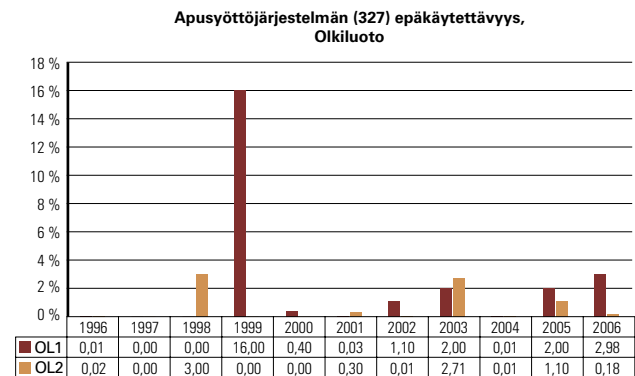
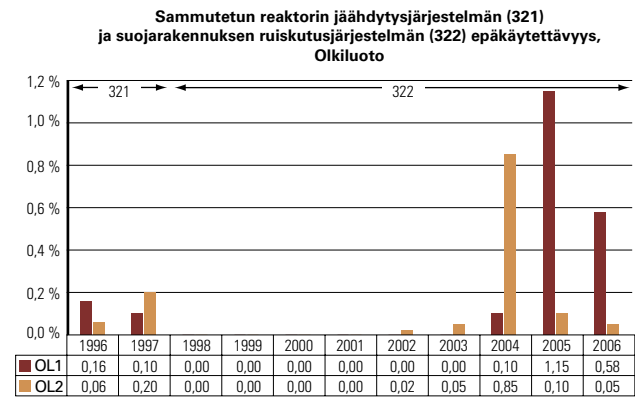
Dieseleissä vuonna 2006 esiintyneet viat johduivat tavanomaisista laitteiden vanhenemisilmiöistä. Viat eivät olleet merkitykseltään vakavia eivätkä ne aiheuttaneet dieseleille merkittävää epäkäytettyyttä. Tunnuslukujen ja niiden taustalla olevien vikojen perusteella voidaan EY-dieseileiden kuntoa pitää hyvänä.

**Tunnusluvun tulkinta**

*Olkiluoto*

Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys on laskenut edellisestä vuodesta hieman, mutta edelleen Olkiluoto 1:n epäkäytettävyys on suurempi kuin Olkiluoto 2:n.

Apusyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyys on noussut merkittävästi vuodesta 2004, jolloin järjestelmän epäkäytettävyys oli käytännössä nolla. Olkiluoto 1:n korkeampi epäkäytettävyys vuonna 2006 johtuu järjestelmän 327 kierrätys- ja varo-



venttiilien vioista. Toimenpiteinä on kierrätyslinjan venttiilien toimilaitemoottorien momenttiarvoja muutettu ja varoventtiileille on alustavasti pohdittu erillisen koestuslinjan rakentamista.

Dieseileiden epäkäytettävyys näyttää olevan laskusuunnassa edelleen. Vuoden 2006 dieseileiden kunto on ollut hyvällä tasolla ja epäkäytettävyys oli hyvin pieni.

### A.1.4 Säteilyaltistus

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan kollektiivista säteilyaltistusta laitospaikkakohtaisesti sekä laitosyksikökohtaisesti ja kymmenen suurimman vuosittaisen säteilyaltistuksen keskiarvoa.

#### Tiedot

Tiedot kollektiivisen säteilyaltistuksen osalta saadaan neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. Tiedot henkilökohtaisista säteilyannoksista saadaan valtakunnallisesta annosrekisteristä.

#### Tarkoitus

Tunnusluvuilla valvotaan ja seurataan työntekijöiden säteilyaltistusta. Lisäksi seurataan STUKin YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvon noudattamista yhdellä laitosyksiköllä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona. Raja-arvo, 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden, merkitsee yhdelle Loviisan laitosyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta ja yhdelle Olkiluodon laitosyksikölle 2,15 manSv säteilyannosta. Kollektiiviset säteilyannokset kuvaavat laitoksen ALARA-ohjelman onnistumista. Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo antaa kuvan siitä,

kuinka lähellä 20 mSv:n annosrajoitetta ydinvoimalaitostyöntekijöiden henkilökohtaiset annokset ovat kuvaten samalla laitoksen säteilysuojelusta vastaavan yksikön toiminnan tehokkuutta.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Säteilysuojelu (SÄT)

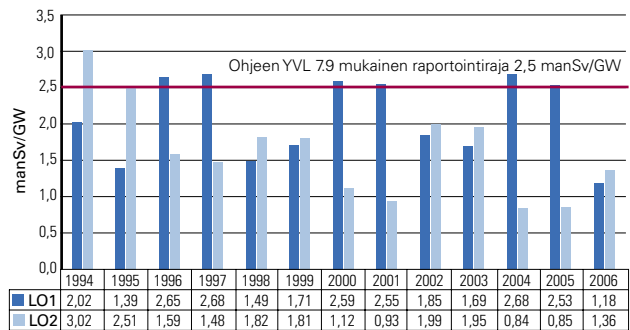
Janne Liuko

#### Tunnusluvun tulkinta

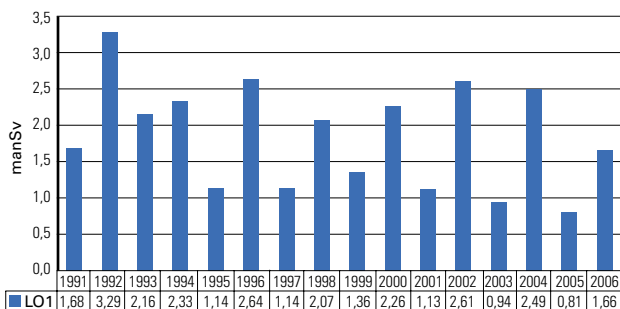
##### Loviisa

Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana, joten vuosihuoltoseisokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin.

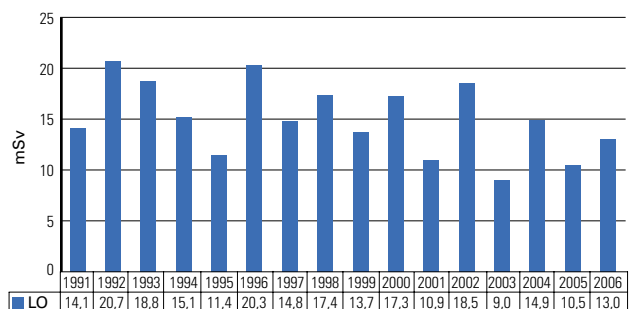
Kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden, Loviisa



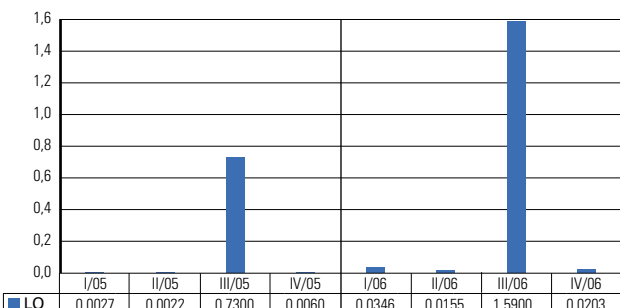
Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Loviisa



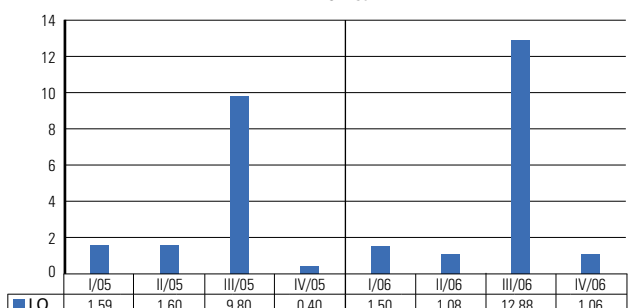
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Loviisa



Kollektiivinen säteilyannos (manSv) (NV), Loviisa



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv) (NV), Loviisa



Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannokset alittavat henkilökohtaiset annosrajat. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv.

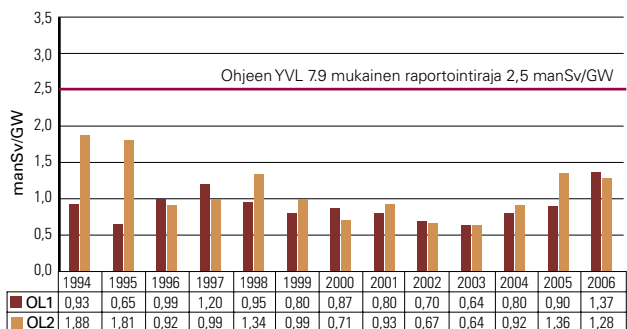
Myöskään kollektiiviselle säteilyannokselle asetettu raja ei ylittynyt vuonna 2006. Jos yhdellä laitousyksiköllä henkilökunnan kollektiivinen säteilyannos kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona ylittää arvon 2,5 manSv yhden GW:n nettosähkötehoa kohden, niin voimayhtiön tulee raportoida ylittämisen syyt sekä sen vuoksi mahdollisesti tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille (ohje YVL 7.9).

**Tunnusluvun tulkinta**

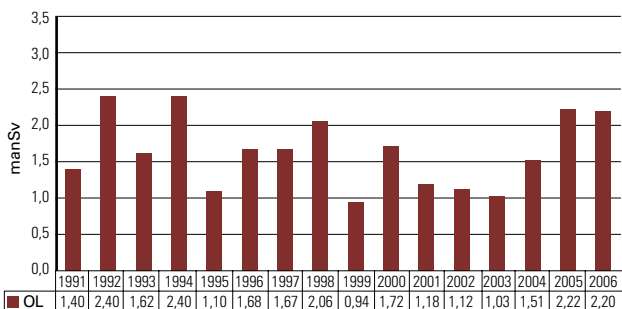
**Olkiluoto**

Olkiluodon voimalaitoksen kollektiiviset säteilyannokset vuosina 2005–2006 olivat edellisvuosia suurempia johtuen vuosihuoltoiseisokeista, jotka olivat henkilö- ja työmäärältään poikkeuksellisen laajoja. Henkilökohtaisille ja kollektiivisille säteilyannoksille asetetut rajat eivät ylittyneet.

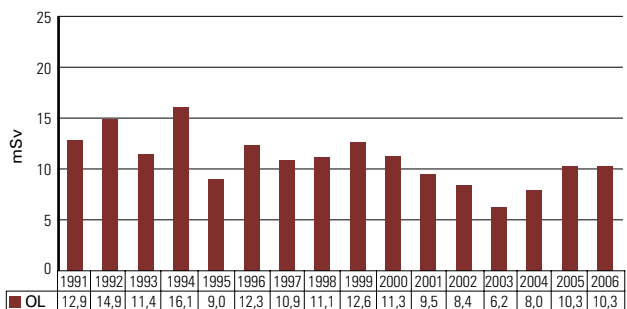
Kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden, Olkiluoto



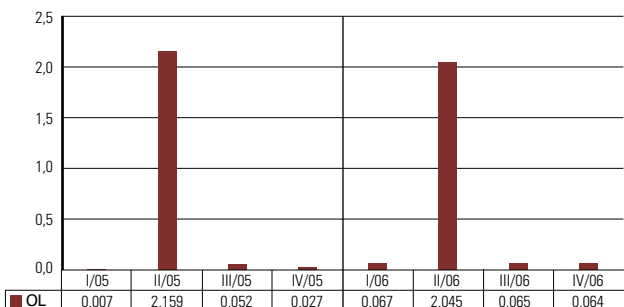
Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto



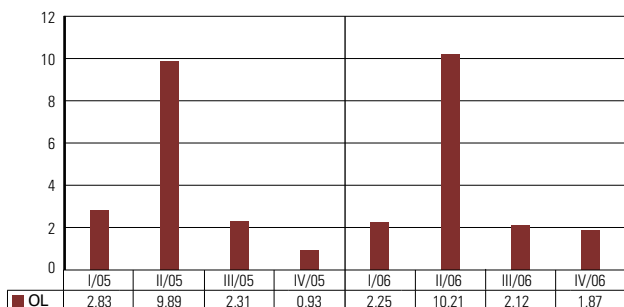
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto



Kollektiivinen säteilyannos (manSv) (NV), Olkiluoto



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv) (NV), Olkiluoto



## A.1.5 Päästöt

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitosten radioaktiivisia vesistö- ja ilmapäästöjä (TBq) ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. STUKin tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO) laskee ympäristön altistuneimman henkilön laskennallisen annoksen ja toimittaa sen tunnusluvun vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan radioaktiivisten päästöjen määrää ja kehittymistä sekä arvioidaan muutoksen vaikuttaneita syitä.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

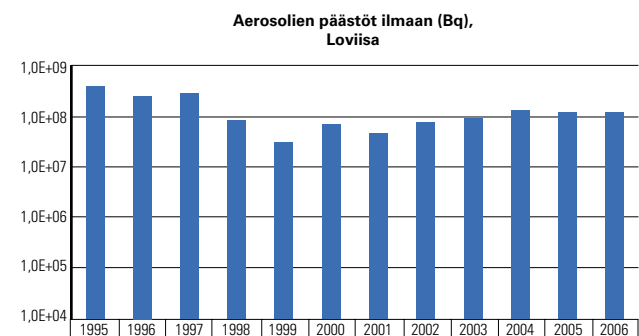
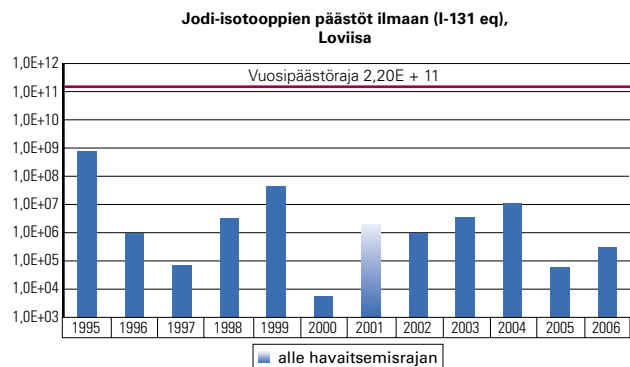
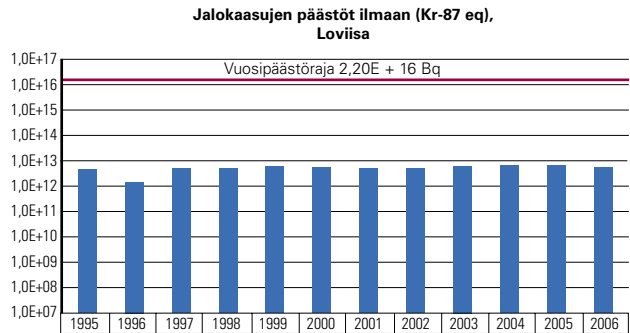
Säteilysuojelu (SÄT), Janne Liuko (päästötiedot)  
Tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO),  
Ydinvoimalaitosten ympäristö (YVL)  
Seppo Klemola (annoslaskenta)

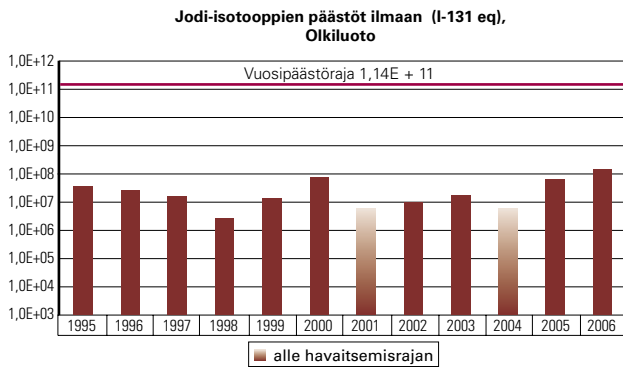
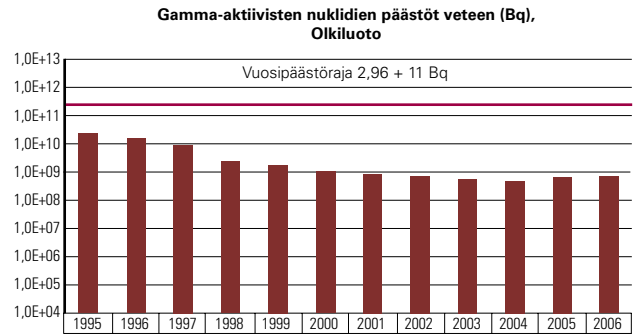
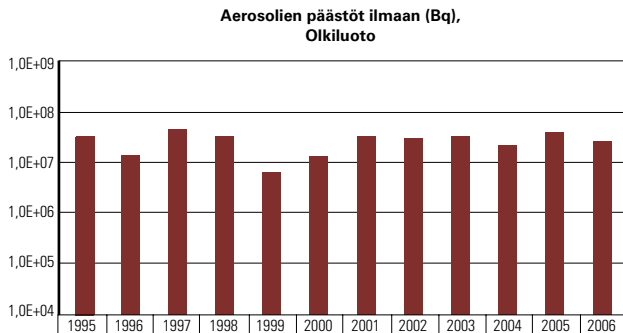
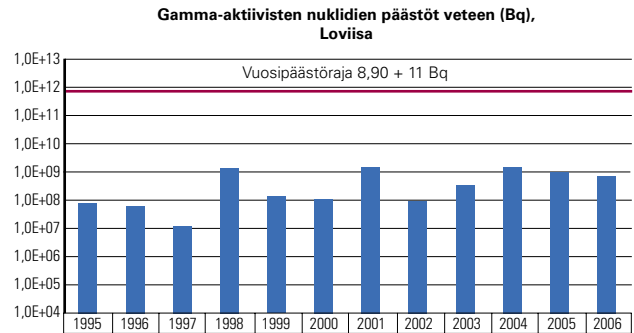
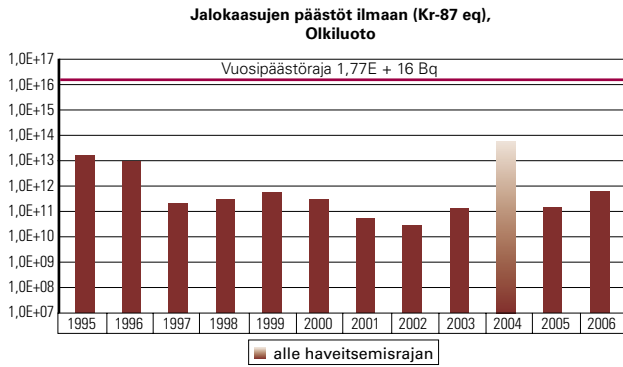
### Tunnusluvun tulkinta (päästöt ilmaan)

Päästöt ilmaan olivat samaa suuruusluokkaa kuin edeltävinä vuosina. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pienet. Ne alittavat selvästi asetetut päästörajat.

Kaasumaiset fissiotuotteet jalokaasu- ja jodi-radionuklidit ovat peräisin vuotavista polttoainesauvoista, polttoaineen suojakuorten ulkopinnoille valmistusvaiheessa jäävästä vähäisestä uraanimäärästä ja aikaisempien polttoainevuotojen aiheuttamasta reaktorin pintakontaminaatiosta. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitossyksiköillä polttoainevuotojen määrät ovat olleet hyvin pienet.

Tunnusluku A.III.1 kuvaa polttoaineen tiiveyttä. Loviisan voimalaitoksen jalokaasupäästöissä hallitsevana on argon 41. Se on reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote. Aerosolinuklideja (mm. aktivoituneita korroosiotuotteita) vapautuu mm. huoltotöiden yhteydessä.





miten laskennalliseen annokseen vaikuttaa matala-aktiivisen haihdutusjätteen suunniteltu lasku mereen. Edellisen kerran lasku tehtiin vuonna 2004.

Molempien laitosten osalta annokset ovat alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta 100 mikroSv.

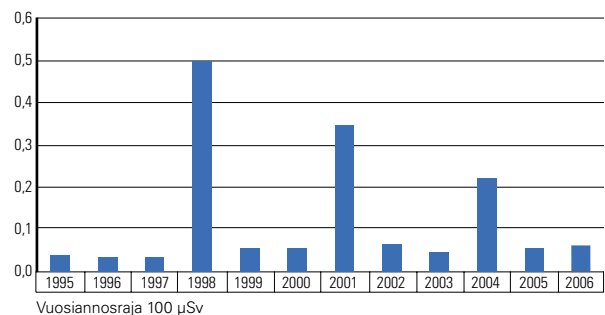
**Tunnusluvun tulkinta (päästöt mereen)**

Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta hieman pienempiä. Voimalaitos laski matala-aktiivista haihdutusjätettä suunnitellusti mereen vuonna 2004. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästöt mereen ovat pienentyneet, koska laitos on ottanut käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistoja.

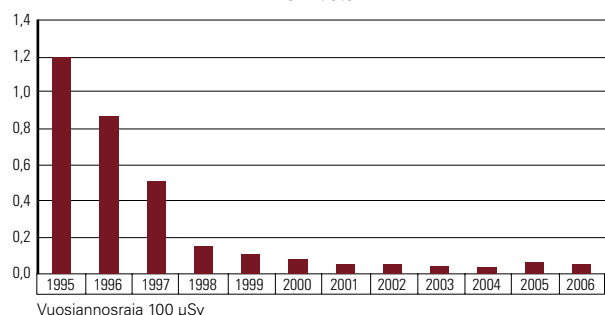
**Tunnusluvun tulkinta (ympäristön altistus)**

Laitoksen päästöistä aiheutuva ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli molemmilla laitoksilla samaa suuruusluokkaa edellisvuoteen verrattuna. Loviisassa annos oli pienempi kuin edeltävänä vuonna. Loviisan kuvassa näkyy

**Ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos (µSv),  
Loviisa**



**Ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos (µSv),  
Olkiluoto**



## A.1.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä

### Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan laitosmuutoksista aiheutuneita asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista ennen laitoksen käynnistämistä seuraavasta vuosihuollosta. Asiakirjat, joiden ajantasaisuutta seurataan ovat: turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE), lopullinen turvallisuusseloste (FSAR), turvallisuusluokitusasiakirjat ja -kaaviot, PSA-dokumentaatio, käyttöohjeet, kunnossapito-ohjeet ja kaaviokuvat. Tunnuslukuna seurataan toteutuneiden asiakirjamuutosten lukumäärän suhdetta tunnistettujen asiakirjamuutosten lukumäärään.

### Tiedot

Tunnusluvun laskennassa tarvittavat tiedot saadaan STUKin ylläpitämästä laitosmuutosrekisteristä.

### Tarkoitus

Seurataan laitoksen laadunvarmistusta ja kykyä ylläpitää laitosdokumentaatiota.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

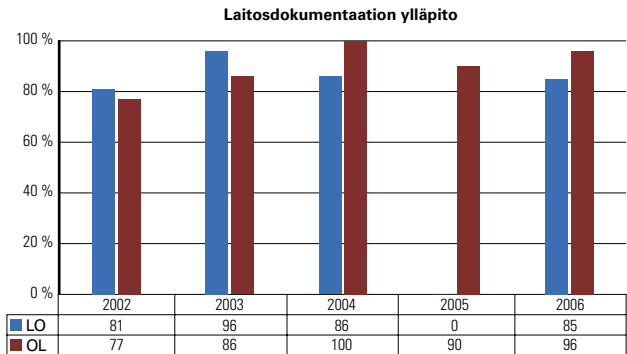
Turvallisuuden hallinta (TUR)  
Tomi Koskiniemi

### Tunnusluvun tulkinta

Laitosdokumentaation ajantasaisuus turvallisuustärkeiden dokumenttien osalta on yksi vaatimus ja tarkastuskohta STUKin antaessa käynnistyslupaa laitokselle vuosihuollon jälkeen. Tämä tarkoittaa, että ne vuosihuollosta tehdyt muutokset, jotka muuttavat TTKE:ta, hätä- ja häiriöohjeita, perustilautusohjeita sekä tehokäytöllä tarvittavia käyttöohjeita tulee olla vietyinä dokumentteihin. Näiden lisäksi katsotaan virtauskaaviot. STUKin tarkastus tapahtuu asiakirjamuutosten toteutumisen osalta kummankin laitoksen päävalvomoissa.

### Loviisa

Asiakirjamuutosten tunnistaminen tapahtuu Loviisan laitoksen osalta pääasiassa ennakkotarkastusaineistojen etulehtien ja koulutustiedotteiden avulla. Apuna muutosten tunnistamisessa käytetään myös Loviisan laitoksella ylläpidettävää listaa käyttöohjeistoon tarvittavista muutoksista. Perussääntönä Loviisassa on, että kaikki hätä- ja



häiriöohjeisiin sekä perustilautusohjeisiin tulevat muutokset tehdään, mutta käyttöohjeissa vähäisempien muutosten yhteydessä voidaan varsinainen päivitys korvata väliaikaisesti koulutustiedotteella, joka liitetään käyttöohjeen yhteyteen.

Vuoden 2005 osalta Loviisan luku puuttuu, koska silloin ei tehty merkittäviä muutostöitä.

Vuoden 2006 tunnusluku Loviisan osalta perustuu Loviisa 1 ja 2 laitosyksiköillä vuosihuollosta 2006 toteutettujen muutostöiden tunnistettuihin asiakirjamuutostarpeisiin ja niiden toteumaan (muutostarve/toteutunut). Suurimmat muutostyöt tehtiin Loviisa 2:lla.

Loviisa 1:n ja 2:n päävalvomoissa tehdyn pistokoemaisen tarkastuksen perusteella muutostöistä aiheutuvat asiakirjamuutokset vuosihuollosta 2006 oli tärkeimpien asiakirjojen osalta tehty. Lisäksi muiden ohjeiden yhteyteen oli liitetty tarvittava koulutustiedote. Koulutustiedotetta ei kuitenkaan voida laskea päivitykseksi, joka näkyy myös luvussa. Laskettu indikaattori osoittaa asiakirjamuutosten päivitysten onnistuneen edellisten vuosien tapaan kohtuullisen hyvin.

### Olkiluoto

Olkiluodon laitoksen osalta tunnusluku perustuu muutostöiden projektinhallintajärjestelmään, josta löytyvät muutostöiden asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista kuvaavat valvontalomakkeet. Yksittäisten muutostöiden aiheuttamat asiakirjamuutokset on nykyisin dokumentoitu laitoksella projektikohtaisesti, jolloin esitetyt listat ohjemuutoksista yhdistävät yksittäisen ohjemuutoksen tiettyyn muutostyöhön.

Olkiluodon osalta tunnusluku perustuu Olkiluoto 1 -laitosyksiköillä vuosihuollosta 2006 toteutettujen muutostöiden tunnistettuihin asiakirjamuutostarpeisiin ja niiden toteumaan (muutos-

tarve/toteutunut). Muutokset olivat hyvin paljon Olkiluoto 2 -yksiköllä vuosihuollossa 2005 tehtyjen kaltaisia, johtuen samoista, suurista modernisointitöistä.

Tehdyn pistokoemaisen tarkastuksen perusteella todettiin, että Olkiluoto 1:n päävalvomossa tehdyt muutostöistä aiheutuvat asiakirjamuutokset vuosihuollossa 2006 oli tärkeimpien asiakirjojen osalta tehty. Myös käyttöohjeisto saatiin kattavasti päivitettyä vuosihuollon loppuun mennessä. Ainoa pieni puute koski PI-kaavioiden ”punakynäversioita”. Laskettu indikaattori osoittaa asiakirjamuutosten päivitysten onnistuneen edellisten vuosien tapaan hyvin.

### A.1.7 Laitoksen parantaminen

#### Määritelmä

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit nykyrahasessa korjattuna rakennuskustannusindeksillä.

#### Tiedot

Luvanhaltija toimittaa tunnuslukuun tarvittavat tiedot suoraan vastuuhenkilölle.

Tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat ao. yhtiöiden liiketietoa, jota ei tässä yhteydessä julkaista. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten investointi- ja perusparannuskuvien skaalat eivät myöskään ole keskenään verrannolliset.

#### Tarkoitus

Seurataan laitoksen ylläpitoon käytettävien investointien määrää ja investointien vaihtelua.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Tomi Koskiniemi

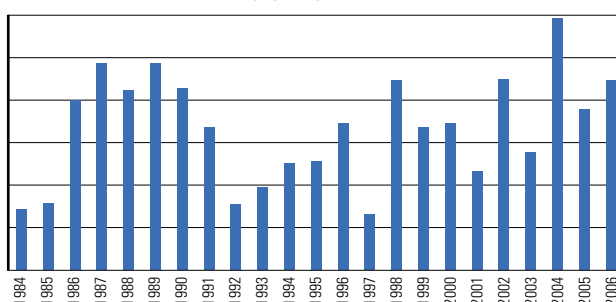
#### Tunnusluvun tulkinta

Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojekteihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000. Vuosien 2004–2005 investoinnit ovat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla keskimääräistä korkeammalla tasolla. Vuodesta 2004 lähtien Loviisan luvun sisältö on muuttunut siten, että vuosihuoltoon liittyvät sykliset ennakkohuolto- ja QC-tarkastukset luetaan investoinneiksi. Muutos johtuu IFRS-raportoinnin käyttöönotosta.

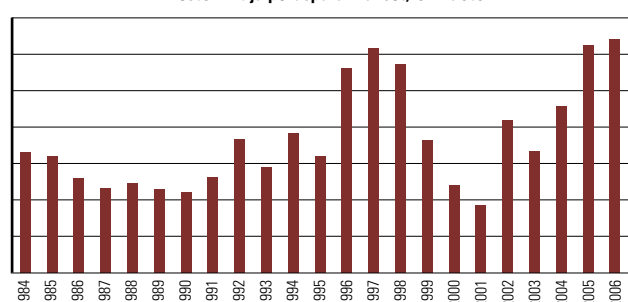
Loviisan voimalaitoksella vuonna 2005–2006 uudistettiin kunnossapidon ja materiaalihallinnon ohjaus- ja tietojärjestelmät, joista käytön ja kunnossapidon osalta tärkein, LOMAX otettiin käyttöön 2006 alkuvuonna. Lisäksi uusi pelastusasema saatiin vuoden lopussa valmiiksi. Loviisa 2:n vuosihuollossa tehdyt muutostyöt koskien kahta uutta hätäpumpua, reaktorin tukikorin ruuvien uusimista sekä staattorin perusparannusta olivat hyvin suuria investointeja kuluneelle vuodelle. Jatkossa esimerkiksi hätäpumpuja on tarkoitus vaihtaa kaksi myös Loviisa 1:lle vuoden 2008 vuosihuollossa. Lisäksi vuoteen 2006 kustannuksia on aiheutunut automaatiouudistuksesta – uusien rakennusten tekemisestä sekä simulaattorin kehittämistä.

Olkiluodon vuoden 2006 investoinnit ovat hyvin paljon vuoden 2005 kaltaiset, jolloin Olkiluoto 2:lle tehtiin suuri modernisointiprojekti. Nyt sama tehtiin Olkiluoto 1:lle, jolloin uusittiin välitulistin ja korkeapaineturbiini, höyrynkuvain, turbiiniautomaatio (TARMO) sekä 6,6 kV-kojeistot (REMES). Lisäksi jatkettiin vuonna 2005 aloitettua kaasuturbiinilaitoksen rakentamista sekä tehtiin muutoksia vesilaitokseen (kapasiteetin nosto ja automatisointi) ja täyssuolanpoistolaitokseen (OL3 lisäykset). Muita investointikohteita olivat bitumointilaitteisto ja laboratorion laajentaminen.

Investoinnit ja perusparannukset, Loviisa



Investoinnit ja perusparannukset, Olkiluoto



## A.II Käyttötapahtumat

### A.II.1 Tapahtumien määrä

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisten raportoitujen tapahtumien lukumääriä. (Erikoisraportoidut tapahtumat, reaktorin pikasulut sekä käyttötapahtumaraportit.)

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin saadaan STUKin asiakirjojen hallintajärjestelmästä (YTD).

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan turvallisuuden kannalta tärkeiden tapahtumien määrää.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja Käyttötoiminta (OKA)

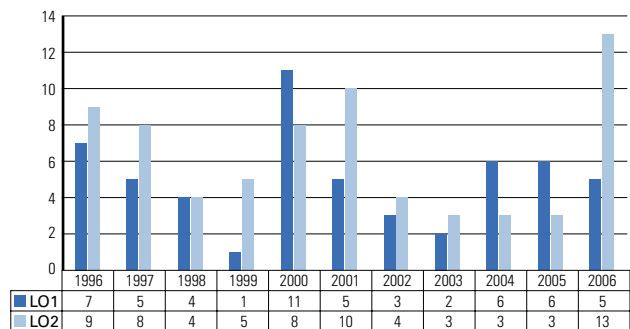
Suvi Ristonmaa ja Tomi Koskiniemi

## Tunnusluvun tulkinta

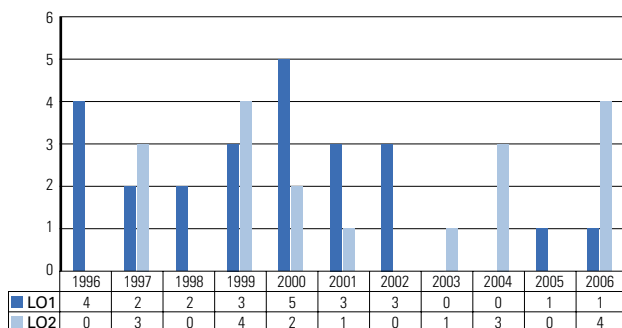
### Loviisa

Erikoisraportoitujen tapahtumien määrässä ei ole tapahtunut suuria muutoksia pitkällä aikavälillä. Käyttöhäiriöraportoinnin kasvu vuonna 2006 johtuu pelkästään siitä, että Loviisan voimalaitos toimittaa nykyään KT-raportit tiedoksi virallisella kirjeellä. Pikasulkujen määrä on vähäinen, vuonna 2006 ei ollut yhtään pikasulkua.

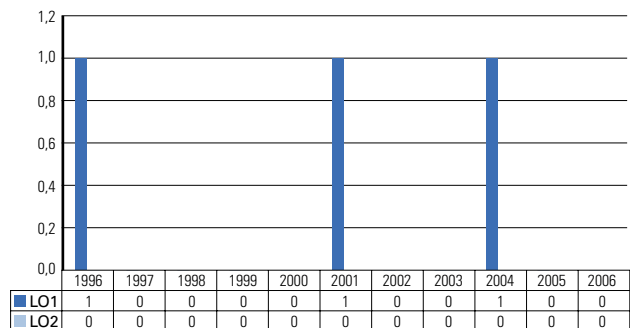
Käyttötapahtumaraporttien määrä, Loviisa



Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Loviisa



Pikasulkujen määrä, Loviisa

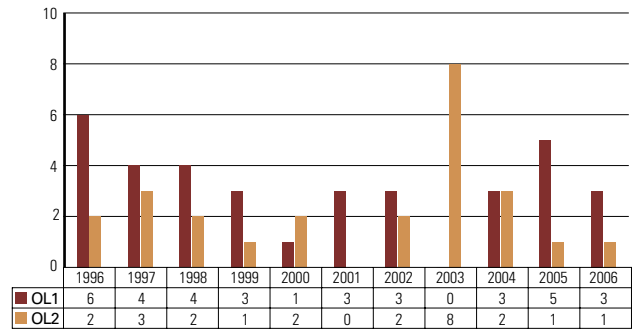




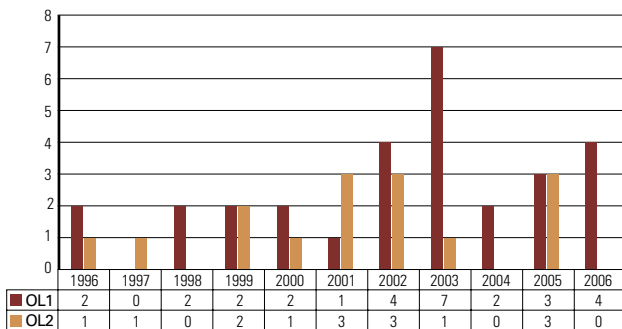
**Olkiluoto**

Erikoisraporttien ja käyttötapahtumaraporttien määrässä ei ole merkittäviä muutoksia. Pika-sulkujen määrä on vähäinen, vuonna 2006 ei ta-  
pautunut yhtään pikasulkua.

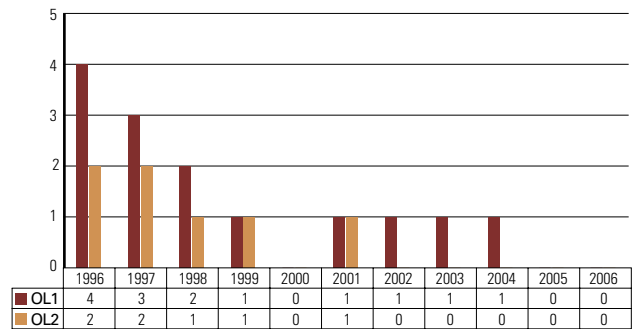
Käyttötapahtumaraporttien määrä, Olkiluoto



Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Olkiluoto



Pikasulkujen määrä, Olkiluoto



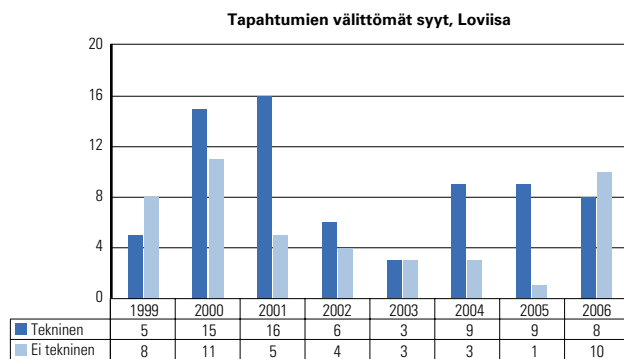
## A.II.2 Tapahtumien välittömät syyt

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien välittömiä syitä. Tapahtumien syyt jaotellaan teknisiin vikoihin ja käyttö- ja kunnossapitovirheisiin (ei teknisiin).

### Tiedot

Tiedot kerätään erikoisraporteista, pikasulkuraporteista sekä käyttöhäiriöraporteista ja luokitellaan TURin ylläpitämään tapahtumien seuranta-  
taulukon.



### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan raportoitujen tapahtumien syiden jakautumista teknisiin ja ei teknisiin. ”Ei-teknisillä syillä” tarkoitetaan käyttö- ja kunnossapitovirheistä aiheutuneita vikoja. Tunnusluku voi antaa kuvaa organisaation toiminnasta.

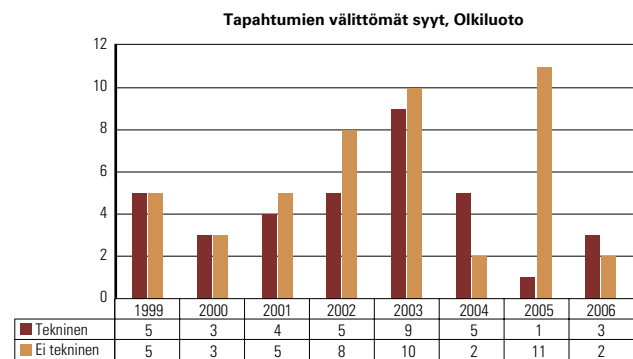
### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja Käyttötoiminta (OKA)

Suvi Ristonmaa ja Tomi Koskiniemi

### Tunnusluvun tulkinta

Tunnusluvussa ei ole kummankaan voimayhtiön osalta tehtävissä erityisiä johtopäätöksiä.



### A.II.3 Tapahtumien merkitys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitystä. Riskimittana käytetään kuhunkin tapahtumaan liittyvää sydänvaurioidennäköisyyden kasvua (CCDP, Conditional Core Damage Probability). CCDP ottaa huomioon tapahtuman keston. Tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen (CCDP) perusteella kolmeen kategoriaan: riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat ( $CCDP > 1E-7$ ), muut merkitykselliset tapahtumat ( $1E-8 \leq CCDP < 1E-7$ ) ja muut tapahtumat ( $CCDP < 1E-8$ ). Tunnuslukuna on kuhunkin kategoriaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä.

STUKin myöntämällä poikkeusluvulla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet ovat mukana ryhmässä 2. Mahdolliset TTKE-rikkomukset ovat ryhmässä 1, mikäli ne soveltuvat hyödynnettäväksi tässä tunnusluvussa. TTKE-rikkomuksia käsitellään lisäksi luvussa A.I.2.

Huom! Loviisan laitoksen osalta laskut perustuvat jossain määrin vanhentuneeseen sisäisten alkutapahtumien malliin, joten niitä tulee pitää vain suuntaa antavina.

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukujen laskentaan kerätään voimayhtiöiden raporteista ja poikkeuslupahakemuksista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan laitteiden käyttökunnottomuuden riskimerkitystä ja arvioidaan riskin kannalta merkittäviä alkutapahtumia ja suunniteltuja epäkäytettävyyksiä. Erityistä huomiota analysointiprosessissa kiinnitetään toistuviin tapahtumiin, yhteisvikoihin, samanaikaisiin vikoihin ja inhimillisiin virheisiin. Tapahtumien analysoinnissa pyritään järjestelmällisesti tunnistamaan myös organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin heikkenemistä indikoivia merkkejä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Riskianalyysit (RIS), Jorma Rantakivi ja Ulla Vuorio (PSA-laskut)

Turvallisuuden hallinta (TUR) (vikatiedot)

#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus merkittävästä tapahtumista:

Loviisa 1:

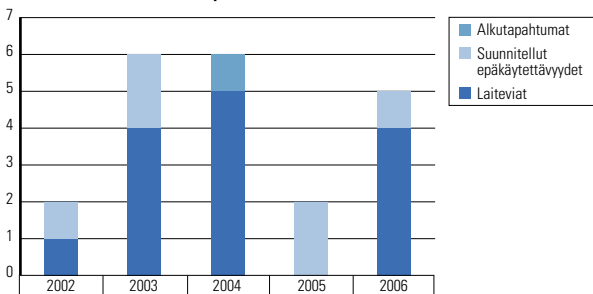
- 1) Varahätäsyöttöjärjestelmässä oli elektroniikan korttivika. Käyttökunnottomuus aika oli noin 7 vuorokautta.
- 2) Diesel (EY02) ei koetuksessa lähtenyt käyntiin. Vian syy jäi epäselväksi, epäillään kuitausnappulassa ollutta kosketushäiriötä. Vika oli piilevänä noin 9 vuorokautta.

- 3) Ilmastointijärjestelmän UV20 sulkupellit S011, S021-S026 eivät auenneet ja S005 ei sulkeutunut koetuksessa. Järjestelmä oli ollut viallinen noin 2,5 vuorokautta.
- 4) Ennakkohuolto: Apuhäätäsytövesijärjestelmän RL94 huolto revisiossa (kesto noin 18 vuorokautta).
- 5) Määräaikaiskoetuksessa LO1 valvomorakennuksen instrumenttitilojen jäähdytysjärjestelmän vedenjäähdytyskoje 11UV25B002 ei käynnistynyt. Vika havaittiin 21.11.2006. Vian selvittelyssä vikaa ei löydetty, laite toimi normaalisti 24.11.2006. Vuorokausiraportin mukaan vika on tapahtunut edellisen koetuksen ja havaintohetken välillä. Samoin vuorokausiraportin mukaan vian on arvioitu olleen piilevänä 116 vrk.

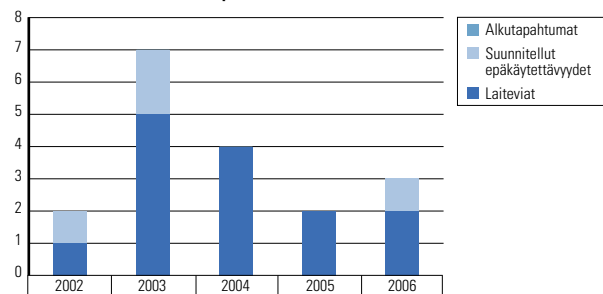
**Loviisa 2:**

- 1) Ennakkohuolto: Apuhäätäsytövesijärjestelmän RL97 huolto revisiossa (kesto noin 20 vuorokautta).
- 2) Ilmastointijärjestelmän UV40 puhallin D0132 ei lähtenyt pyörimään määräaikaishuollon yhteydessä. Laite oli ollut vialla noin 3 vuorokautta.
- 3) Vika havaittu välittömästi 2.10.2006 valvomohälytyksestä LO2 valvomorakennuksen instrumenttitilojen jäähdytysjärjestelmän UV46 vedenjäähdytyskojeen UV46B002 voimassa oleva A2 kompressorin häiriö 202, käynnistyssuojakortti, ei kuittaannu. Vikakorjaus (sähköinen vika): vaihdettu kompressorin seisontalämmitysvastustyypiksi 20.10.2006. Jäähdytinkojeen epäkäytettävyysajaksi vuorokausiraportissa on arvioitu 18 vrk.

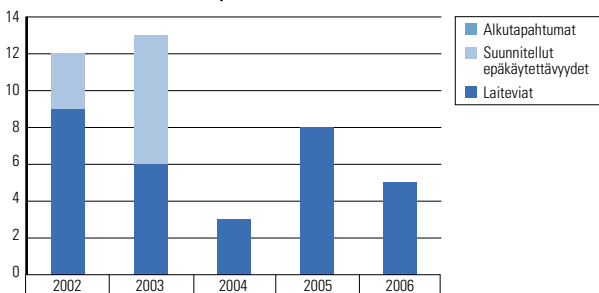
**Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)**



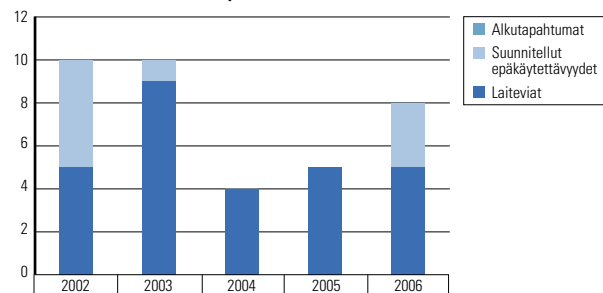
**Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Loviisa 2 (tapahtumien lkm)**



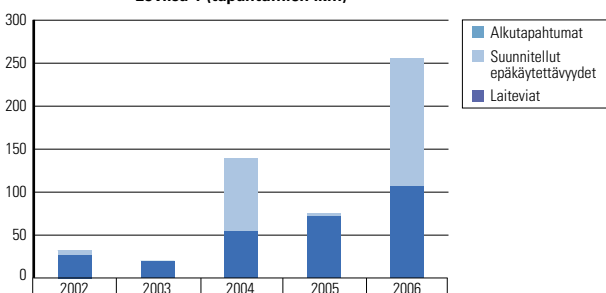
**Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)**



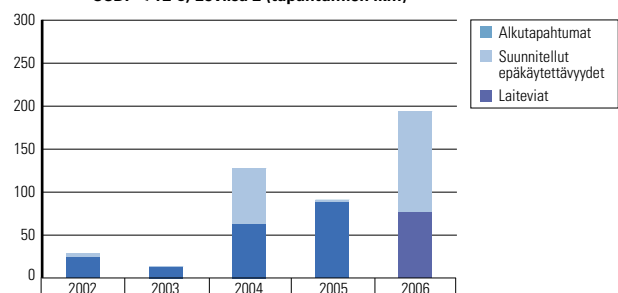
**Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Loviisa 2 (tapahtumien lkm)**



**Muut tapahtumat CCDP < 1E-8,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)**



**Muut tapahtumat  
CCDP < 1E-8, Loviisa 2 (tapahtumien lkm)**



Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

**Olkiluoto**

Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus merkittävisistä tapahtumista:

**Olkiluoto 1:**

- 1) Apusyöttövesijärjestelmän pumpun P3 ylivirtarele laukesi määräaikaikokeen käynnistyksen yhteydessä. Vikaa ei löytynyt, uudelleenkäynnistys onnistui. Vika oli ollut piilevänä 15 vuorokautta.
- 2) Ennakkohoolto: D-supin dieselpaketti EH-DIP-D/06 kesti pitkähkön ajan (156 h).

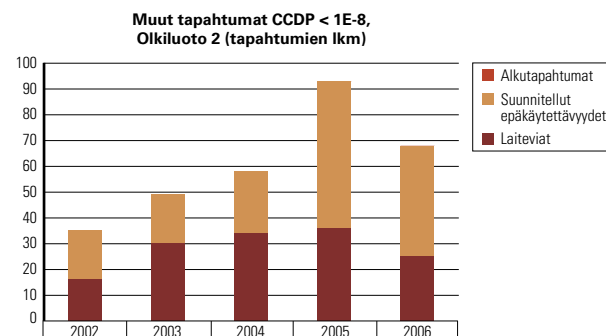
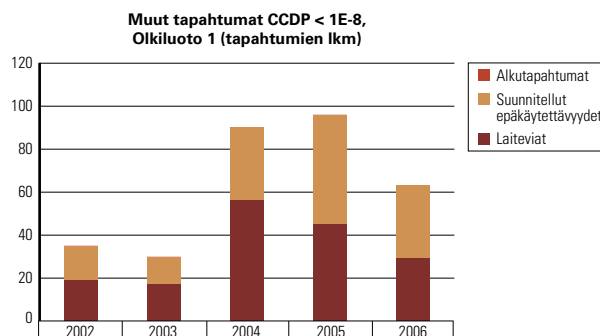
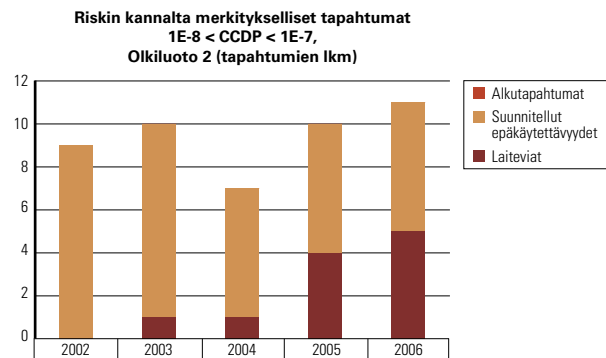
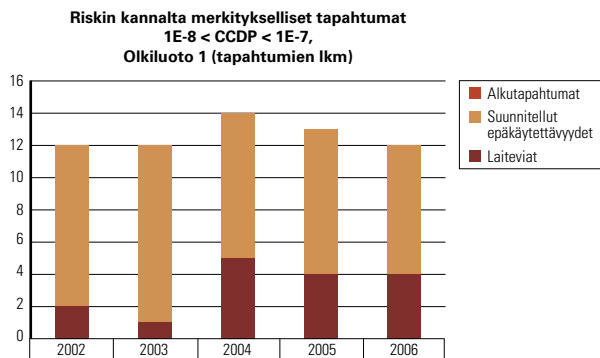
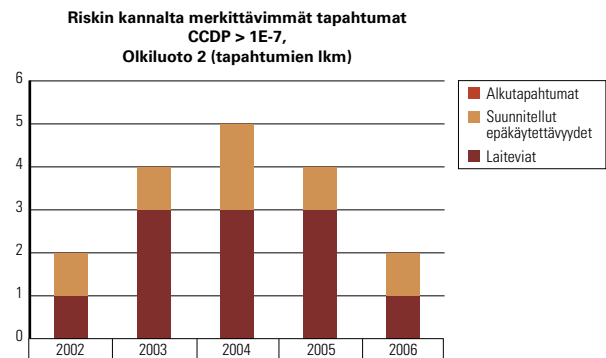
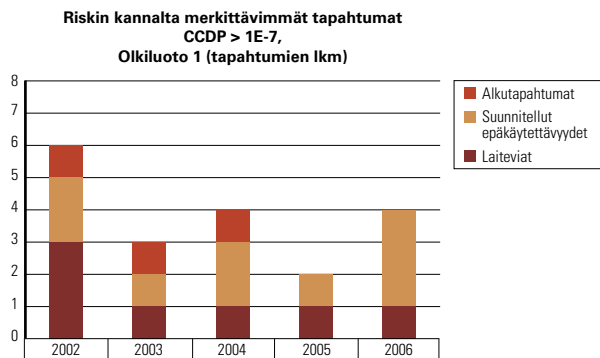
3) Ennakkohoolto: A-supin dieselpaketti EH-DIP-A/06 kesti pitkähkön ajan (112 h).

4) Ennakkohoolto: C-supin dieselpaketti EH-DIP-C/06 sekä 712 P3 pumppukuopan korjaus kesti pitkähkön ajan (442 h).

**Olkiluoto 2:**

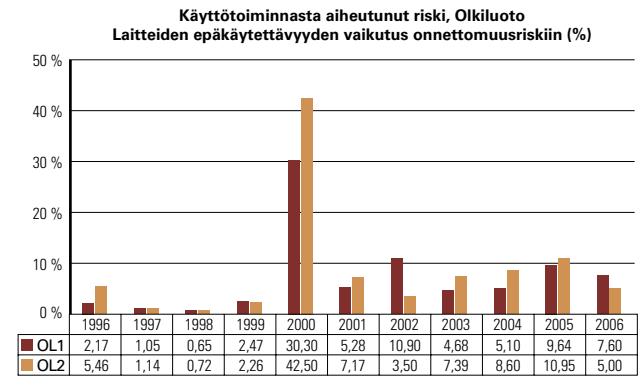
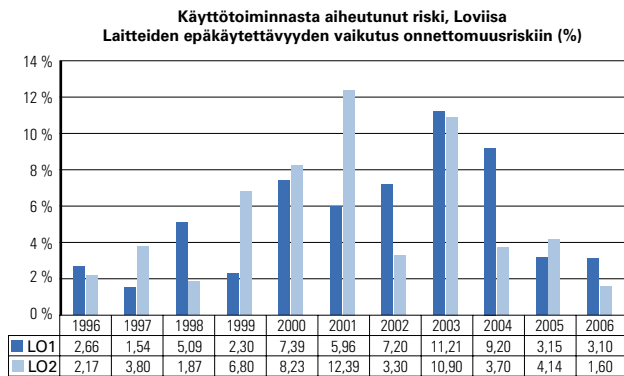
- 1) Apusyöttövesijärjestelmän (327) yhden venttiilin (V202) asennosoitusvika, joka oli ollut piilevänä noin 14 vuorokautta.
- 2) Ennakkohoolto: C-supin dieselpaketti EH-DIP-C/06 kesti pitkähkön ajan (419 h).

Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.



Kaikkien kolmen kategorian yhteenlaskettu CCDP jaettuna vakavan onnettomuuden todennäköisyydellä antaa kootun kuvan käyttötapahtumien riskimerkityksestä. Riskiä laskettaessa käytetään konservatiivisia oletuksia ja yksinkertaistuk-

sia analyysityön helpottamiseksi, mikä heikentää olennaisesti tulosten käytettävyyttä trendiseurannassa. Mikäli riskimerkitys pysyy vuodesta toiseen keskimäärin tavoitetasolla, ei ole syytä kiinnittää erityistä huomiota vuotuisen vaihteluun.



#### A.II.4 Ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski

STUKin pysyviin tavoitteisiin on sisällytetty tavoite: ”Ydinvoimalaitosten onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan”.

##### Määritelmä

Ydinvoimalaitosta ylläpidetään ja käytetään siten, että laitoksen onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan ja analyyseilla tunnistetaan mahdolliset laitosmuutostarpeet. Ydinvoimalaitoksen riskiä arvioidaan todennäköisyyspohjaisella riskianalyysillä (PSA, PRA). Analyysin lähtöarvot (mm. laitteiden luotettavuus tiedot) päivitetään säännöllisesti.

##### Tiedot

Ydinvoimalaitoksen PSA:n tulokset.

##### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan ydinvoimalaitoksen riskitason kehitystä.

#### Vastuutoimistot ja -henkilö

Riskianalyysit (RIS), Jorma Rantakivi (PSA-laskut)

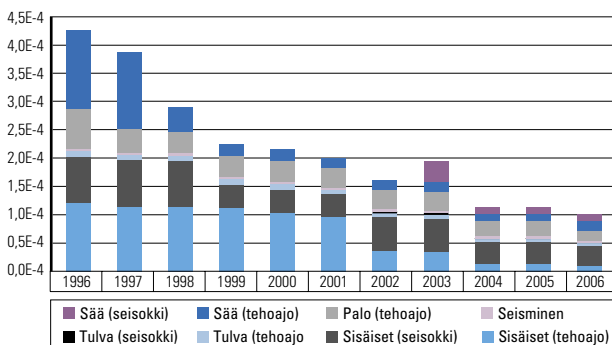
Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA) (vikatiedot)

##### Tunnusluvun tulkinta

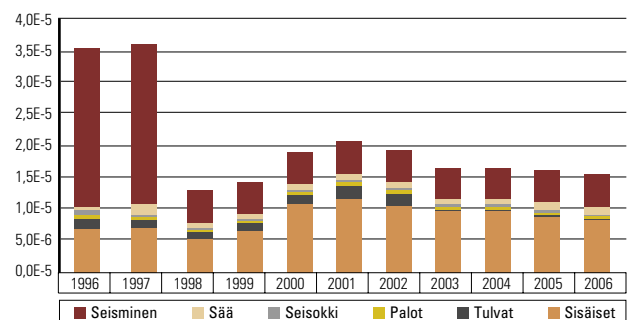
Loviisan laitostyksiköille laskettu vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys on noin  $10^{-4}$ . Se pieneni jonkin verran vuodesta 2005 eräiden laitosmuutosten ja täsmentyneiden analyysien tähden.

Olkiluodon kummallekin laitostyksikölle laskettu vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys on noin  $1,6 \cdot 10^{-5}$ . Se on eräiden laitosmuutosten ja täsmentyneiden analyysien tähden pienempi kuin vuonna 2005.

Loviisan laitostyksikölle lasketun vuotuisen onnettomuusriskin muuttuminen vuosina 1996-2006



Olkiluodon laitostyksikölle lasketun vuotuisen onnettomuusriskin muuttuminen vuosina 1996-2006.



## A.II.5 Palohälytysten määrä

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan palohälytysten ja todellisten palojen määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijat toimittavat tunnuslukuun tarvittavat tiedot STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan palontorjunnan tehokkuutta ydinvoimalaitoksilla.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Voimalaitostekniikka (VLT)

Heikki Saarikoski

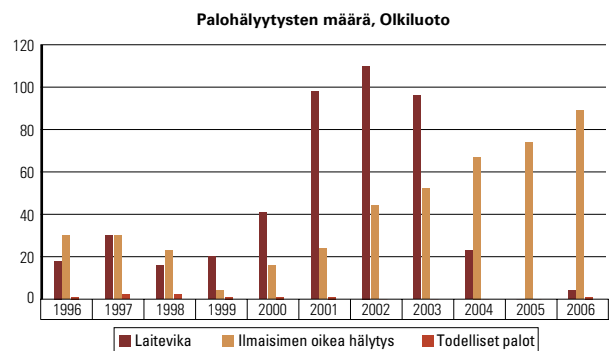
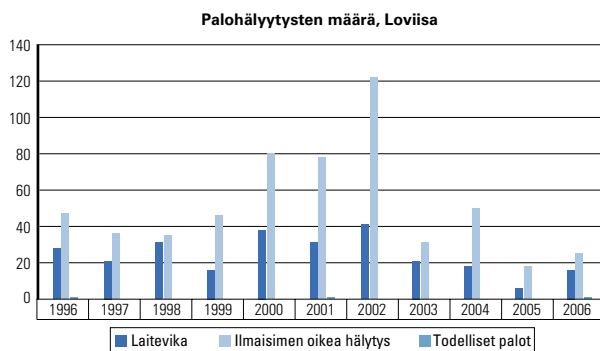
### Tunnusluvun tulkinta

Todellisiksi paloiksi luokiteltavia tapahtumia Loviisan voimalaitoksella oli yksi: Loviisa 2:n jännitemuuntajan räjähdys/palo. Olkiluodon voima-

laitoksella oli yksi palotapahtumaksi luokiteltava tapahtuma: Olkiluoto 1:llä roskakorin palaminen vuosihuollossa.

Vuoden 2006 paloilmajärjestelmän hälytyksissä sekä Loviisan että Olkiluodon voimalaitoksella vallitsevana olivat pölyn, käryn tai kosteuden aiheuttamat ilmaisimien hälytykset. Olkiluodossa oli myös merkittävä määrä sprinklerin vuodoista aiheutuneita hälytyksiä. Olkiluodon hälytyksissä on mukana myös käytetyn polttoaineen varaston (KPA), loppusijoitustilan (VLJ-luola) sekä ulkoalueiden hälytykset, mistä johtuu Olkiluodon hälytysten suurempi määrä. Loviisan laitoksella paloilmajärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kasvoivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmistä laitteista ja laitevioista.

Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakkohälytykset eivät ole olleet enää laskennassa mukana.





### A.III Rakenteellinen eheys

#### A.III.1 Polttoaineen tiivys

##### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitossyksikkökohtaisesti primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuustasoa (Loviisa I-131-ekvivalenttina; Olkiluoto pelkästään I-131) ja maksimiaktiivisuuden huippuarvoa tasaisella tehoajolla (Loviisa jodiaktiivisuuksien summa kuumavalmiudessa, käynnistystilassa tai tehokäytöllä; Olkiluoto I-131-aktiivisuus tehoajolla). Tunnuslukuna seurataan myös I-131-maksimiaktiivisuutta paineenalennuksen aikana ajettaessa seisokkiin tai reaktoripikasulun tapahduttua sekä reaktorista polttoainevuotojen vuoksi poistettujen polttoainepölyjen määrää.

##### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat tiedot suoraan STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle. Maksimiaktiivisuustasot ovat luettavissa myös voimayhtiöiden toimittamista neljännesvuosiraporteista.

##### Tarkoitus

Tunnusluvut kuvaavat polttoaineen eheyttä sekä polttoainevuodon suuruutta käyttäjaksolla. Alasajotilanteiden tunnusluvut kuvaavat lisäksi alasajon onnistumista säteilysuojelun kannalta.

##### Vastuuhenkilö

Voimalaitostekniikka (VLT)

Kirsti Tossavainen

#### Primääripiirin aktiivisuus

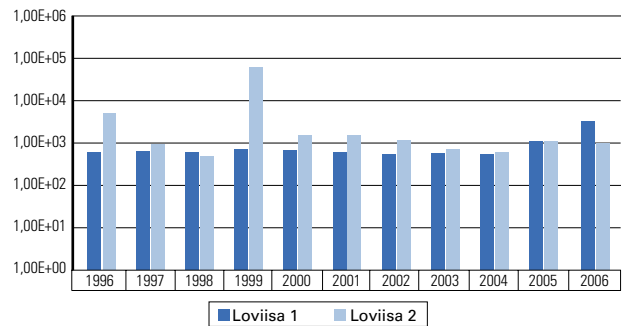
##### Tunnuslukujen tulkinta (Loviisa)

Loviisan laitossyksiköillä ei vuonna 2006 ollut vuotavaa polttoainetta, joten primäärijäähdytteen jodi-131-aktiivisuuksissa ei ollut oleellisia muutoksia.

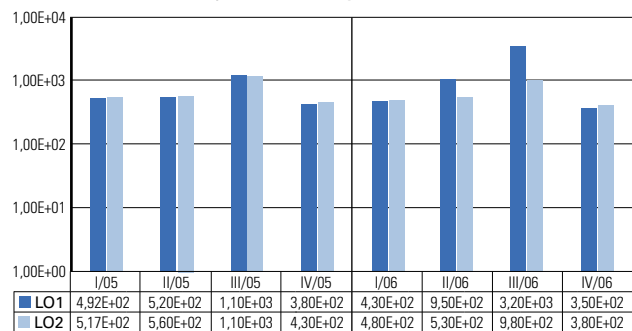
Loviisan laitokselta seurataan I-131-ekvivalentteina lasketun aktiivisuuspitoisuuden lisäksi myös primäärijäähdytteen eri jodi-isotooppien aktiivisuuspitoisuuksien summaa. TTKE:n mukaan summa-aktiivisuus ei saa ylittää arvoa  $1,0E+8$  kBq/m<sup>3</sup>. Kummallakin laitossyksiköllä summa-aktiivisuudet ovat vuonna 2006 olleet promillen luokkaa TTKE-rajasta.

STUKin tunnuslukuna on vuodesta 2002 lähtien seurattu myös primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuutta laitossyksiköiden alasajojen ja reaktoripikasulkujen aikana. Loviisan laitoksella ei alasajojen aikaisissa jodin aktiivisuuspitoisuuksissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia, koska laitossyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotoja vuoden 1999 jälkeen.

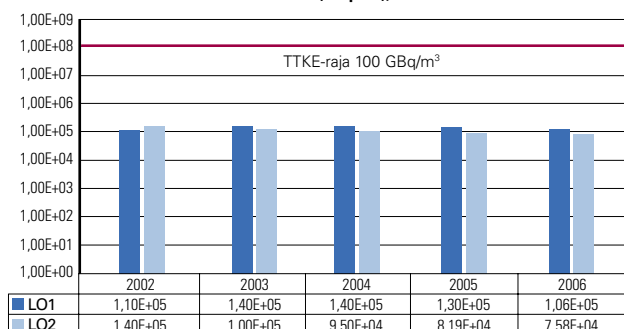
Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuustaso jodi-131-ekv. (kBq/m<sup>3</sup>), Loviisa



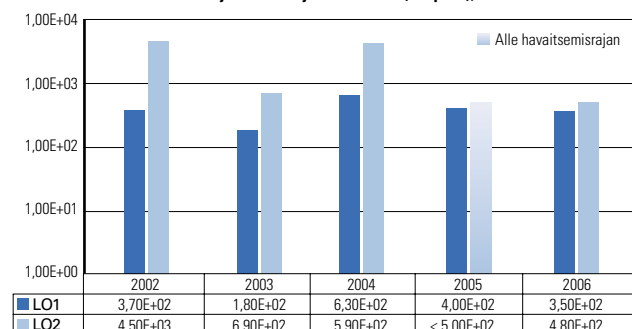
Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuustaso, jodi-131 ekv. (kBq/m<sup>3</sup>) (NV), Loviisa



Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus tehoajolla jodi-isotooppiaktiivisuuksien summa (kBq/m<sup>3</sup>), Loviisa



Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus laitossyksikön alasajon aikana jodi-131 ekv. (kBq/m<sup>3</sup>), Loviisa



## Primääripiirin aktiivisuus

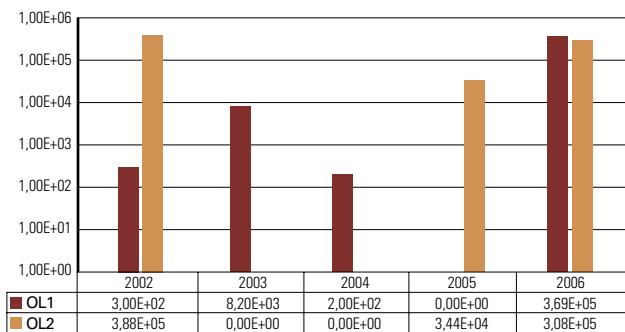
### Tunnuslukujen tulkinta (Olkiluoto)

Olkiluoto 1:n reaktorissa oli vuonna 2006 lyhyen aikaa vuotavaa polttoainetta. Vuoto havaittiin aamuyöllä 17.4.2006 ja vuodon voitiin vuodonvalvonnan perusteella todeta alkaneen 16.4.2006. Vuoto näkyy reaktoriveden jodi-131-aktiivisuuspitoisuuksien kasvuna sekä käynnin aikana että alasajossa vuosihuoltoseisokkiin. Käynnin aikana jodi-131-aktiivisuuspitoisuus oli suurimmillaan välittömästi vuotohavainnon jälkeen ja alle promillen toimenpiteitä edellyttävästä TTKE-rajasta. Polttoainearaania ei vuotokohdasta liennut reaktoriveteen. Vuotava polttoainenippu poistettiin reaktorista 7.5.2006 alkaneessa vuosihuoltoseisokissa.

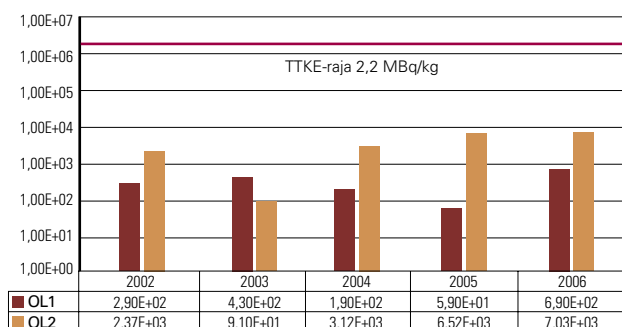
Olkiluoto 2:n reaktorissa oli vuonna 2006 vuotavaa polttoainetta lähes koko ajan, minkä seurauksena primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuus pysyi normaalia suurempana. Vuotavia polttoainenippuja oli kaksi, joista toisen vuoto oli alkanut 23.7.2005. Vuotava polttoainenippu poistettiin reaktorista 4.6.2006 alkaneessa vuosihuoltoseisokissa. Toinen polttoainevuoto havaittiin vuosihuoltoseisokin jälkeen 18.7.2006. Vuotojen vaikutukset näkyvät reaktoriveden jodi-131-aktiivisuuspitoisuuksien kasvuna käynnin aikana ja vuonna 2005 alkaneen vuodon johdosta myös alasajossa vuosihuoltoseisokkiin. Vuonna 2005 alkaneen vuodon seurauksena jodi-131-aktiivisuuspitoisuus oli

laitoksen käynnin aikana suurimmillaan noin kaksi promillea toimenpiteitä edellyttävästä TTKE-rajasta. Tämä maksimipitoisuus oli helmikuussa tapahtuneen turbiinipikasulun yhteydessä. Vuoto ei aiheuttanut kasvua reaktorisydämen uraani-kontaminaatioon, jota sydämessä oli edellisellä käyttöjaksolla olleen polttoainevuodon jäljiltä. Heinäkuussa 2006 alkaneessa polttoainevuodossa vuotokohta on pysynyt pienenä eikä uraania ole päässyt jäähdytevesikiertoon. Reaktoriveden jodi-131-pitoisuuden maksimiarvo oli elokuussa määräaikaiskokeiden johdosta tehdyn tehonalennuksen yhteydessä. Maksimiaktiivisuus oli noin kolme promillea toimenpiteitä edellyttävästä rajasta. Vuotava polttoaine poistetaan reaktorista viimeistään vuoden 2007 vuosihuoltoseisokissa.

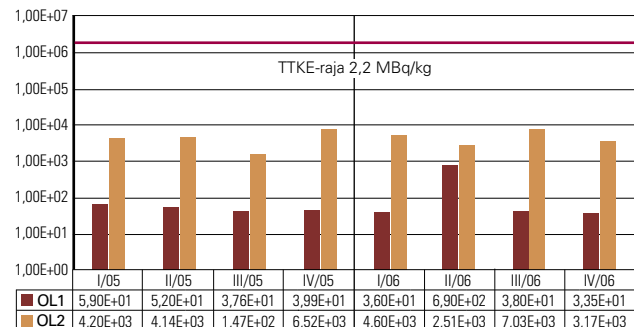
Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus laitosyksikön alasajon aikana jodi-131 (kBq/m<sup>3</sup>), Olkiluoto

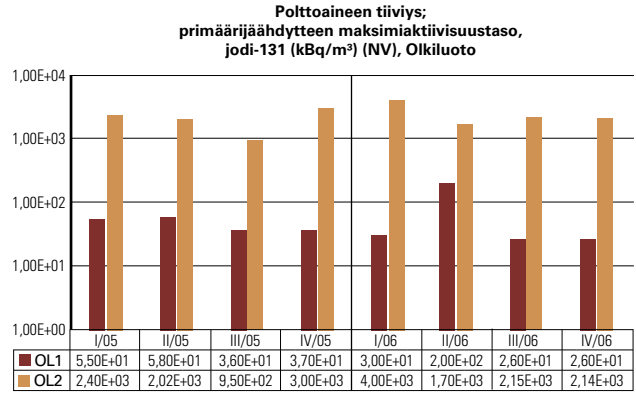
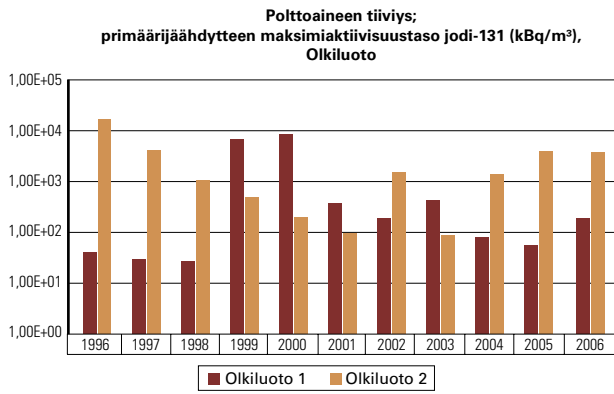


Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus tehoajalla jodi-131 (kBq/m<sup>3</sup>), Olkiluoto



Polttoaineen tiivys; primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus, jodi-131 (kBq/m<sup>3</sup>) (NV), Olkiluoto



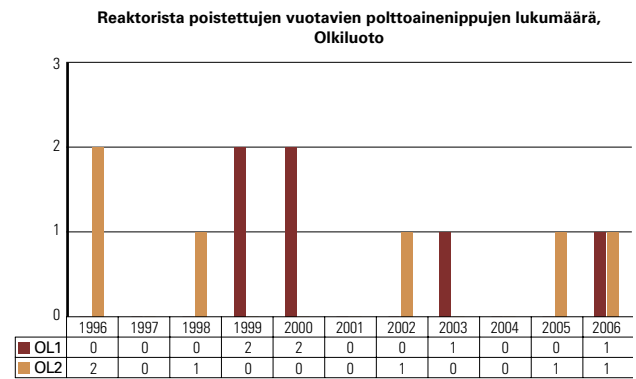
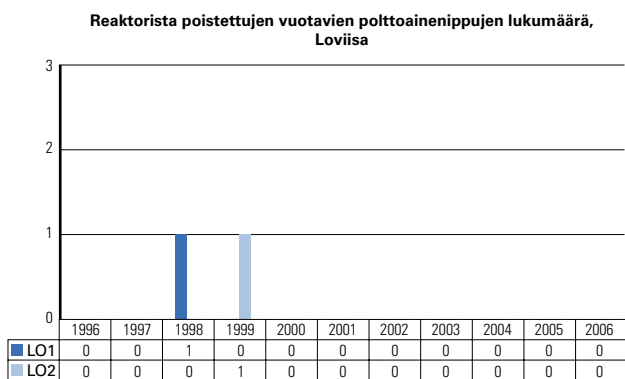


**Vuotavien polttoainenippujen määrä**

**Tunnusluvun tulkinta**

Loviisan laitossyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotavia viime vuosina.

Olkiluodon laitossyksiköillä on polttoainevuotavia ollut lähes joka vuosi. Vuodot ovat olleet pieniä ja vuotavat niput on poistettu vuodon jälkeen seuraavassa vuosihuoltoseisokissa.



## A.III.2 Primääripiirin tiiviyys

### Määritelmä

Vesikemian tunnusluvut ovat seuraavat:

- Voimayhtiöiden käyttämät kemian indeksit, jotka kuvaavat painevesilaitosten sekundääri- ja kiehutuslaitosten reaktoripiirin vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon tehokkuutta. Olkiluodon laitoksen tunnuslukuna on laitoksen käyttämä kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen tunnuslukuna on laitoksella kansainvälisen indeksin rinnalle kehitetty uusi, vuonna 2003 käyttöön otettu indeksi. Uusi indeksi kuvaa Loviisan laitoksen sekundääripiirin vesikemiallisia olosuhteita herkemmin kuin VVER-laitoksille tarkoitettu vastaava kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen indeksi huomioi höyrystimien ulospuhalluksessa ja syöttövedessä olevia korroosiotuotteita aiheuttavia tekijöitä ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia. Höyrystimien ulospuhalluksesta laskennassa ovat mukana kloridi-, sulfaatti- ja natriumpitoisuus sekä hapen johtokyky ja syöttövedestä rauta-, kupari- ja happipitoisuus. Olkiluodon laitoksen kemian indeksiin vaikuttavat reaktoriveden kloridi- ja sulfaattipitoisuus ja syöttöveden rautapitoisuus. Kummankin laitoksen indekseissä huomioidaan em. arvot vain tehokäytön ajalta.
- Loviisan laitokselta höyrystimien ulospuhallusten ja Olkiluodon laitokselta reaktoriveden käynnin aikaisten kloridipitoisuusmaksimien osuus TTKE-rajasta tarkastelujaksolla. Olkiluodon laitokselta seurataan myös reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvoja tasaisella tehoajolla.
- Reaktoripiirin ja sekundääripiirin pinnoilta jäädytteeseen irronneet korroosiotuotteet. Loviisan laitokselta seurataan primäärijäädytteen kiintoaineen rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo) ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimi). Olkiluodon laitokselta seurataan syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Lisäksi kummaltakin laitokselta seurataan reaktorijäädytteen Co-60-aktiivisuuspitoisuuden maksimia ajettaessa laitosta kylmäseisokkiin tai reaktoripikasulun tapahtuttua.

Primääripiirin tunnistettuja ja tunnistamattomia vuotoja seurataan Olkiluodon laitosyksiköillä seuraavien tunnuslukujen avulla:

- suojarakennuksen sisäisten tunnistettujen (suojarakennuksesta valvottujen vuotojen keräilytankkiin, 352 T1, kerätyt vuodot) ja tunnistamattomien (valvotun lattiaviemärijärjestelmän pohjakaivoon, 345 T33, tulevan kokonaisvuodon määrä) vuotojen kokonaismäärät ( $m^3$ ) käyttöjaksolla ja
- vuoden aikana ollut suojarakennuksen sisäinen suurin vuotomäärä verrattuna TTKE:n sallimaan vuotomäärään (suojarakennuksen jäädytysjärjestelmän 725 ilmajäädyttiin tiivistyneen veden poisvirtauksen määrä/TTKE-rajaa).

### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat vesikemian tunnusluvut STUKin vastuuhenkilölle. Korroosiotuotteiden aineiden ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien likimääräiset arvot ovat luettavissa myös luvanhaltijoiden toimittamista neljännesvuosiraporteista. Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon laitoksen osalta luvanhaltija toimittaa STUKin vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

#### *Vesikemian tunnusluvut*

Vesikemian tunnusluvuilla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiotuotteiden epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien avulla. Vesikemian indeksit ovat yhdistelmä vesikemian parametreista ja siten antavat hyvän yleiskuvan vesikemiallisista olosuhteista. STUKin tunnusluvuilla seurataan lisäksi yksityiskohtaisemmin eräiden parametrien vaihtelua. Voimayhtiöt seuraavat laitosyksiköiden vesikemian kaikkien tässä esitettyjen sekä myös useiden muiden parametrien avulla.

Korroosion aiheuttajista seurannassa ovat merkittävät korroosion aiheuttajat kloridi ja sulfaatti. Loviisan laitosyksiköiltä seurataan höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvoja (suurin arvo kaikkien kuuden höyrystimen

ulospuhallusten kloridipitoisuuksista). TTKE:n mukaan höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuus ei saa ylittää arvoa 0,5 mg/kg. Mikäli ylitys on vähäinen (0,5–1,0 mg/kg), pitoisuuden saattamiselle TTKE:n mukaiseksi on aikaa viikko. Mikäli poikkeama on suurempi (1,0–5,0 mg/kg), aikaa pitoisuuden korjaamiselle on päivä. Poikkeaman ollessa tätäkin suurempi laitossyksikkö on pysäytettävä. Olkiluodon laitossyksiköiltä STUKin tunnuslukuseurannassa on reaktoriveden kloridipitoisuuden maksimi-arvo. TTKE:ssa reaktoriveden kloridipitoisuudelle on asetettu raja-arvoksi 0,1 ppm (100 µg/l), joka asettaa rajoituksia laitoksen käytölle. Raja-arvon ylittävä kloridipitoisuus on sallittu enintään 330 tuntia vuodessa. Mikäli ehtoa ei voida noudattaa, laitos on ajettava kylmään sammutustilaan. Laitos on ajettava välittömästi kylmään sammutettuun tilaan, jos reaktoriveden kloridipitoisuus ylittää rajan 2 ppm (2000 µg/l).

Olkiluodon laitossyksiköllä on aikaisempina vuosin ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauhteenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomassta vapautuneesta sulfaatista. Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttavana tekijänä on lämpötila. Laitossyksiköillä on tehty muutokset, joilla lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutos tehtiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2003 ja Olkiluoto 1:llä vuonna 2004. Teollisuuden Voima Oy on asettanut reaktoriveden sulfaattipitoisuudelle tavoitearjaksi 5 µg/l, jota sulfaattipitoisuus ei saa ylittää. Sulfaattipitoisuuteen vaikuttaa läm-

pötilan ohella myös suodatinmassojen vaihtoväli. Tunnusluvulla on tarkoitus seurata puhdistusjärjestelmien käyttöön liittyvien voimayhtiön toimenpiteiden onnistumista sulfaattipitoisuuden pitämisessä tavoitearvoa pienempänä.

Korroosiotuotteista tunnuslukuseurannassa ovat rauta ja radioaktiivinen koboltti-60. Loviisan laitossyksiköiden sekundääripiirin syöttövesi ja primääripiirin vesi sekä Olkiluodon laitossyksiköiden reaktoriin syötettävän vesi pyritään pitämään mahdollisimman puhtaana raudasta, jota veteen liukenee komponenteista. Tarkoituksena on välttyä ylimääräisten kerrostumien muodostumiselta polttoaineen tai höyrystinputkien pinnoille. Radioaktiivista Co-60-isotooppia syntyy ydinvoimalaitoksessa aktivointituotteena reaktoripiirin komponenteissa käytetyistä, kobolttia sisältävistä materiaaleista. Co-60-isotooppi on merkittävä tekijä ydinvoimalaitoksista aiheutuvan säteilyaltituksen kannalta. STUKin tunnuslukuseurannassa Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuutta alasajoissa kylmään seisokkiin käytetään kuvaamaan kobolttipitoisten rakennemateriaalien pääsyä reaktoripiiriin ja käytönaikaisten vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon sekä myös alasajotoimenpiteiden onnistumista.

#### *Primääripiirin vuodot*

Primääripiirin vuotoja kuvaavilla tunnusluvulla seurataan ja valvotaan primääripiirin eheyttä.

#### **Vastuutoimisto ja -henkilöt**

Voimalaitostekniikka (VLT), Kirsti Tossavainen (vesikemian tunnusluvut)

Turvallisuuden hallinta (TUR), Jarmo Konsi (primääripiirin vuodot)

## Vesikemialliset olosuhteet

### Tunnusluvun tulkinta (Loviisa)

Loviisan kummallakaan laitospaikalla ei primääripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa ole vuonna 2006 tapahtunut oleellisia muutoksia. Laitospaikalla oli kolmannella neljänneksellä vuosihuoltoseisokit, joiden seurauksena primääripiirin rautapitoisuus ja höyrystimien ulospuhalluksien kloridipitoisuus olivat normaaleja käytön-aikaisia pitoisuuksia suuremmat. Höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuuksille asetettua TTKE-rajaa ei ylitetty. Myös kemian indeksin arvot olivat kolmannella vuosineljänneksellä vuosihuoltoseisokeista johtuen normaaliarvoja suurem-

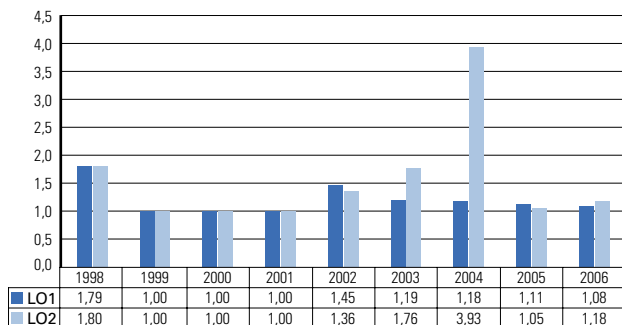
mat, mikä näkyy korrottavasti koko vuoden arvoissa. Kummallakin laitospaikalla kemian indeksiin on korrottavasti vaikuttanut myös hartsin pääsy höyrystimiin ioninvaihtosuodattimien vaihdossa tai päällystyksessä.

## Vesikemialliset olosuhteet

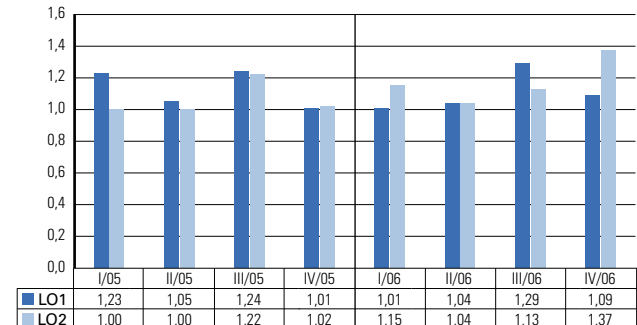
### Tunnusluvun tulkinta (Olkiluoto)

Olkiluodon laitospaikoiden reaktori- ja syöttöveden vesikemia ovat olleet voimayhtiön asettamien tavoitearvojen mukaisia lukuun ottamatta reaktoriveden sulfaattipitoisuuksia. Tavoitearvoa suuremmat pitoisuudet johtuivat lauhteenpuhdistuksen suodatinmassojen ajoajoaikojen vaihtelusta

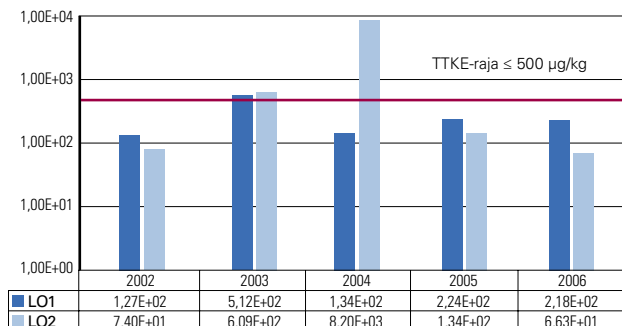
Sekundääripiirin tiiviys; kemian indeksi, Loviisa



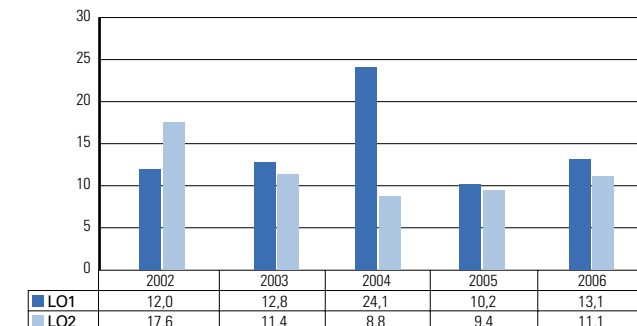
Sekundääripiirin tiiviys; kemian indeksi (NV), Loviisa



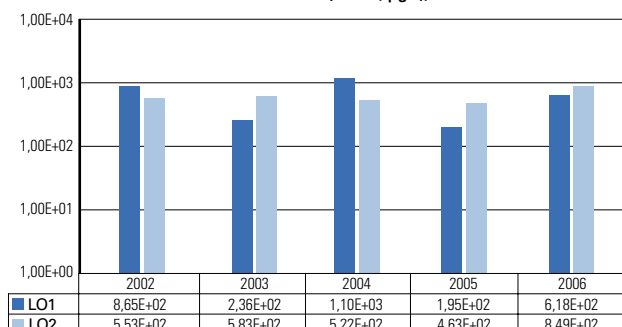
Primääripiirin tiiviys; korroosiota aiheuttavat aineet, höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien (µg/kg) maksimiarvot, Loviisa



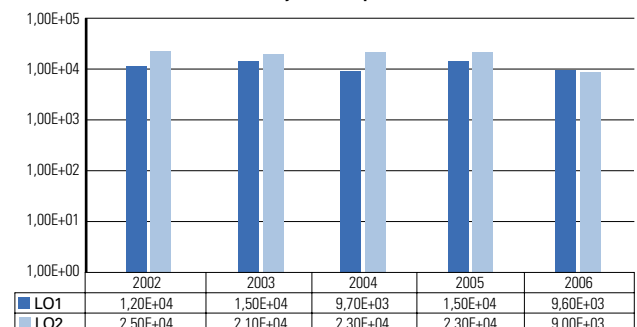
Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet, sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuuden (µg/l) maksimiarvot (RL30 / RL70), Loviisa



Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet; primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuuden maksimiarvot (Fe-tot, µg/l), Loviisa



Primääripiirin tiiviys; primäärijäähdytteen koboltti-60-pitoisuuden maksimiarvo (kBq/m³) laitospaikon alasajon aikana (seisokit ja reaktoripikasulut), Loviisa

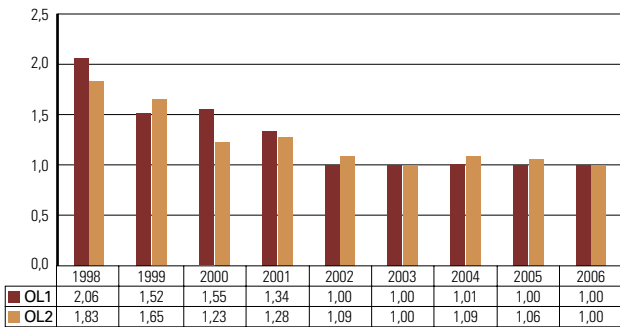


ja lauhteen tavanomaista korkeammasta lämpötilasta kesällä. Olkiluoto 2:n syöttöveden keskimääräinen rautapitoisuus on vuonna 2006 ollut samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 2005. Vuoden 2006 arvo edustaa yksittäistä maksimipitoisuutta. Kemian indeksi, johon myös sulfaatti- ja rautapitoisuudella on vaikutusta, on ollut lähes parhaimmassa mahdollisessa arvossa (1,00).

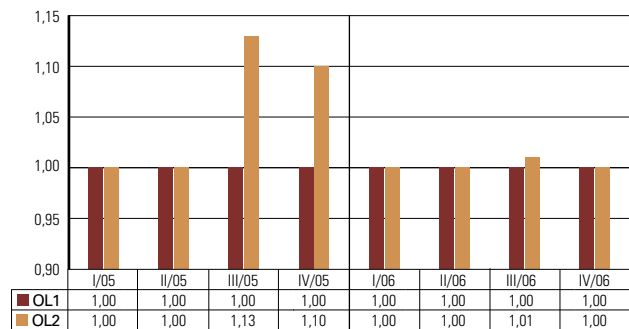
Olkiluoto 2:n reaktoriveden keskimääräinen Co-60-aktiivisuuspitoisuus on ollut noususuunnassa, mikä näkyy myös pitoisuuden kasvuna alasarjoilanteissa. Syynä nousuun on vuoden 2005

vuosihuollossa tehdyt laajat laitosmuutokset, joissa uusittujen laitteiden ja komponenttien mukana piiriin on päässyt kobolttipitoisia materiaaleja. Osittain syynä aktiivisuuspitoisuuden nousuun on erään polttoainetyypin nikkelpitoinen välitukimateriaali, jota on liuennut reaktoriveteen. Nikkelin aktivoitumistuotteita ovat Co-58 ja myös Co-60. Uusien polttoaineryppujen välituet on pintakäsitelty menetelmällä, jonka on testeissä osoitettu antavan materiaalille paremman korroosiokestävyyden.

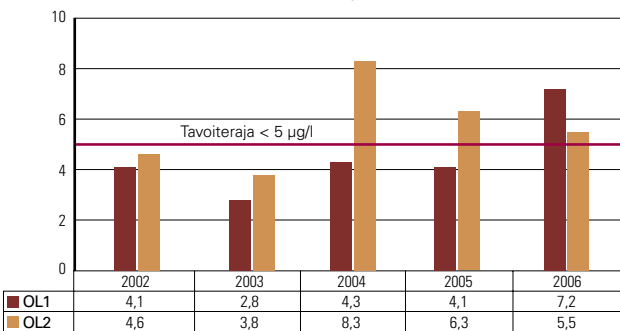
Primääripiirin tiiviys; kemian indeksi, Olkiluoto



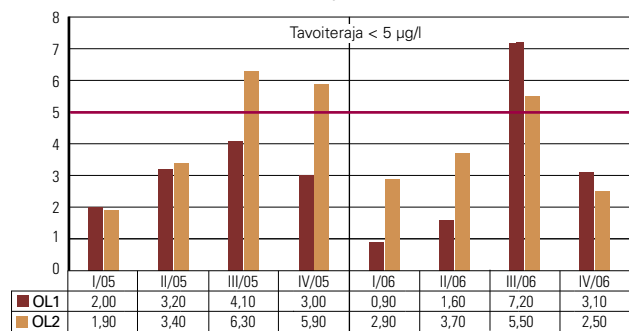
Primääripiirin tiiviys; kemian indeksi (NV), Olkiluoto



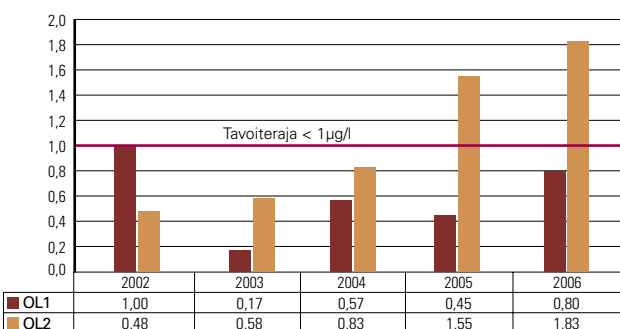
Primääripiirin tiiviys, korroosiota aiheuttavat aineet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvot (µg/l) tasaisella tehoajolla, Olkiluoto



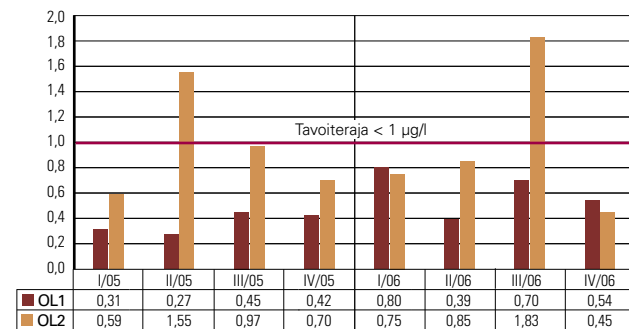
Primääripiirin tiiviys, korroosiota aiheuttavat aineet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvot (µg/l) tasaisella tehoajolla (NV), Olkiluoto

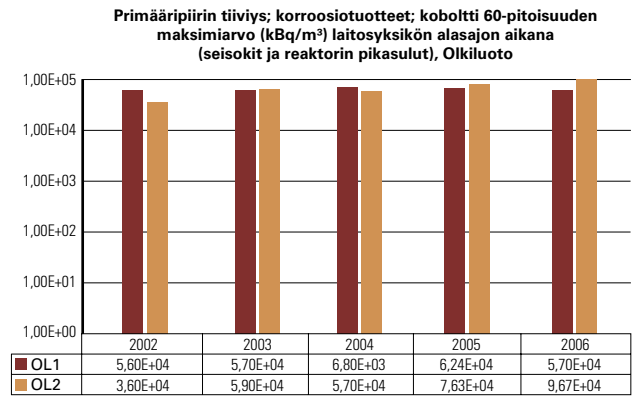
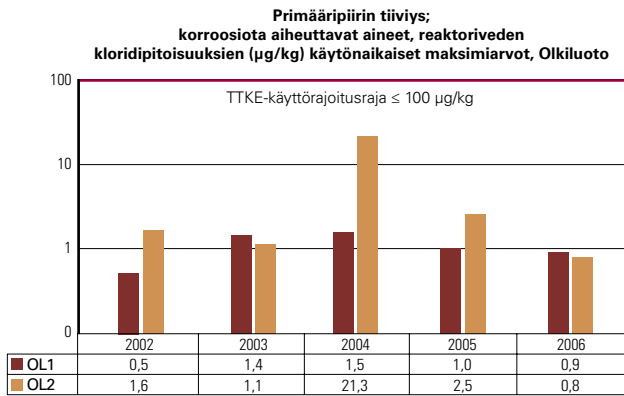


Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoriin syöttöveden rautapitoisuuden maksimiarvot (µg/l), Olkiluoto



Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoriin syöttöveden rautapitoisuuden maksimiarvot (µg/l) (NV), Olkiluoto





**Primääripiirin vuodot (Olkiluoto)**

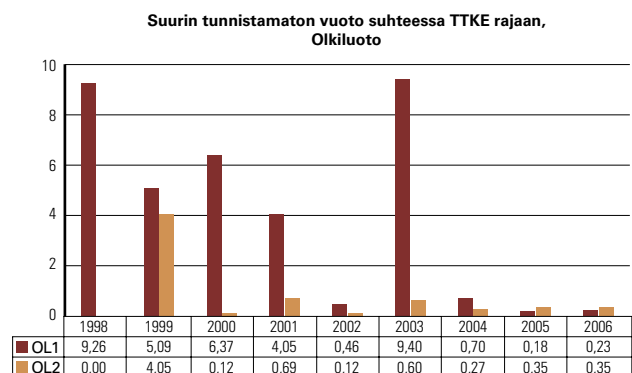
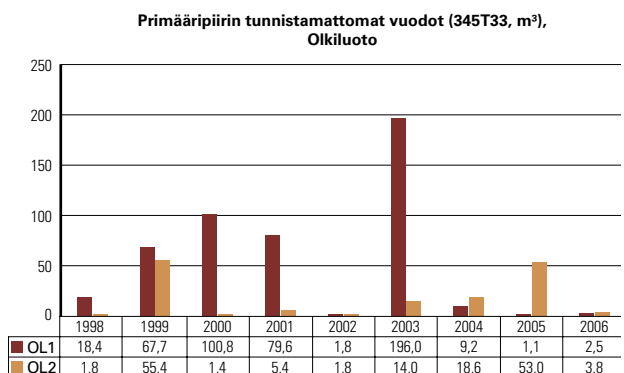
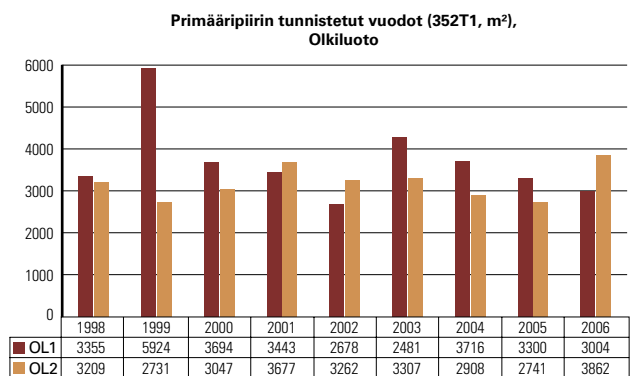
**Tunnusluvun tulkinta**

Käyttöjaksolla 2005–2006 tunnistetut vuodot olivat 3004 m³ (OL1) ja 3862 m³ (OL2). OL1:llä trendi oli edelleen laskusuunnassa. OL2:lla sen sijaan laskeva trendi pysähtyi ja käyttöjaksen vuodot olivat korkeammalla kuin 2005.

Käyttöjaksolla 2005–2006 primääripiirin tunnistamattomien vuotojen määrät olivat edelleen pieniä, 2,52 m³ (OL1) ja 3,84 m³ (OL2).

Käyttöjaksolla 2005–2006 ollut suojarakennuksen sisäisen suurimman vuotomäärän suhde TTKE:n sallimaan vuotomäärään oli pieni kummallakin laitoksiköllä, OL1:llä 0,23 % ja OL2:lla

0,35 %. Tämä oli jo kolmas käyttöjakso peräkkäin, jolloin primääripiirin vuotoja ei ole ollut suojarakennuksen ilmatilaan.





### A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan: Ulompien eristysventtiilien tiiveyskoetulosten summaa ensimmäisten tiiveyskokeiden jälkeen verrattuna laitossyksikön suurimpaan sallittuun ulompien eristysventtiilien kokonaisvuotoon Niiden ko. vuonna koestettujen eristysventtiilien osuutta laitossyksiköllä, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla (eli tulos alle venttiilikohtaisen vuotorajan ja ei venttiilikohtaisen huomiorajan ylitystä peräkkäisinä vuosina ilman korjausta). Suojarakennuksen läpivientien ja aukkojen tiiveyskoetulosten summaa verrattuna suurimpaan sallittuun kokonaisvuotoon. Olkiluodossa summaan lasketaan henkilösulkujen, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot. Loviisassa summaan lasketaan kulkuaukkojen, materiaalisulun, tarkastuslaitteiden kaapeliläpivientien, suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän (TL23), tuorehöyryjärjestelmän (RA) ja syöttövesijärjestelmän (RL) läpivientien sekä jääntäyttöputkien umpilapoitettujen läpivientien tiivisteiden tiiveyskoestukset.

#### Tiedot

Tiedot saadaan voimayhtiöiden tiiveyskoestusraporteista, jotka luvanhaltija toimittaa Säteilyturvakeskukselle tiedoksi kolmen kuukauden kuluessa vuosihuoltojen päättymisestä. Summavuodot lasketaan STUKissa, koska raporteissa esitetään kokonaisvuodot vuosihuoltoseisokin päättyessä (eli korjausten ja uusintakoestusten jälkeen).

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan suojarakennuksen eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA),  
Päivi Salo

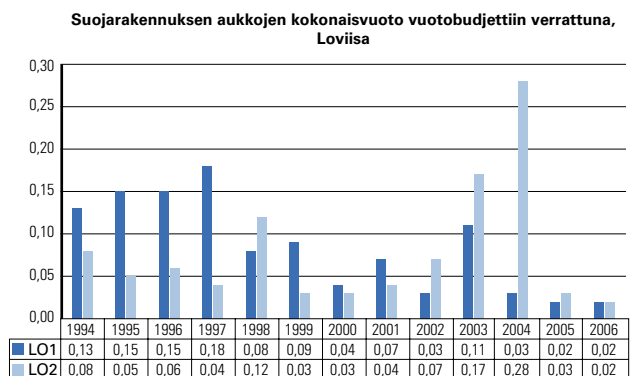
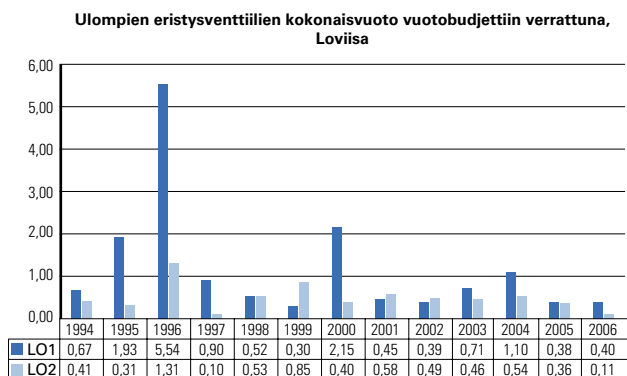
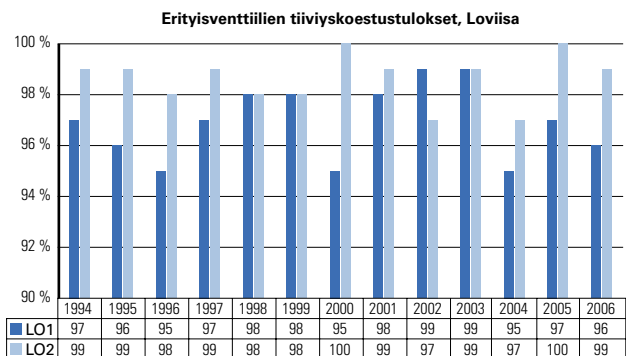
#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

Loviisa 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto on pysynyt pienenä ja vuodot jakautuivat useille venttiileille. Loviisa 2:n ulompien eristysventtiilien summavuoto on edelleen pienentynyt. Summavuodosta 47,5 % tuli polttoainealtaiden jäähdytysjärjestelmän (TG40) eristysventtiilin vuodosta ja 22 % jäälahduttimen jäähdytysjärjestelmän (XM30) venttiilin vuodosta.

Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt suurena.

Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien ja läpivientipalkeiden (RA, RL, TL23) tiiveyskoestustulokset, on molemmilla laitossyksiköillä pieni.



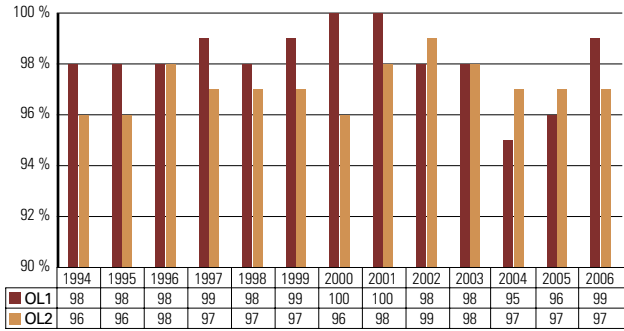
**Olkiluoto**

OL1, ulompien eristysventtiilien summavuoto on pysynyt pienenä. Summasta noin 12 % tuli sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän 321 eristysventtiilin vuodosta ja noin 11 % reaktoripaineastian 211 yhden venttiilin vuodosta. Tiiveyskokeissa suurin vuoto oli sisemmän päähöyryventtiilin 311V2 kautta. OL2, ulompien eristysventtiilien summavuoto ylitti TTKE:ssa asetetun rajan ja nousua edelliseen vuoteen oli selvästi. Summasta 49,6 % tuli valvotun vuodon keräilyjärjestelmän 352 eristysventtiilin vuodosta ja noin 16,5% reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän 326 yhden venttiilin vuodosta. Tiiveyskokeissa suurimmat yksittäiset vuodot olivat järjestelmän 326 ja boorijärjestelmän 351 sisempien eristysventtiilien ja järjestelmän 352 ulomman eristysventtiilin kautta. Korjausten ja uusintakoestusten jälkeen summavuoto alitti selvästi TTKE:ssa asetetun rajan.

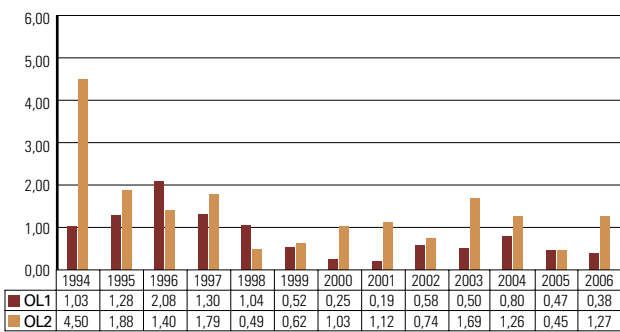
Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt suurena.

Aukkojen summavuoto, johon TVO:lla lasketaan ylempään ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt pienenä.

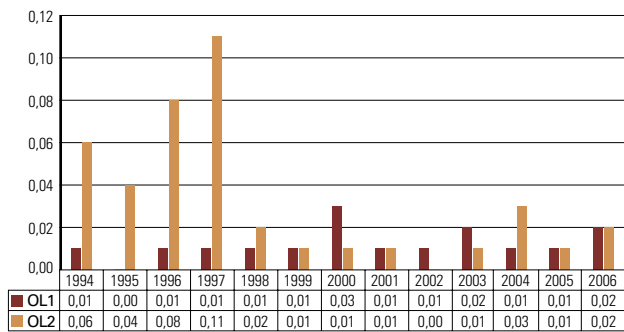
Erityisventtiilien tiiveyskoestustulokset, Olkiluoto



Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto



Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto



## LIITE 2 Vuonna 2006 valmistuneet ydinvoimalaitosten turvallisuutta parantavat hankkeet

*Tapani Eurasto, Samuel Koivula, Tapani Koljander, Soile Metso, Janne Nevalainen, Heimo Takala, Kirsti Tossavainen*

### Loviisan voimalaitos

#### Korkeapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta

Fortum Power and Heat Oy vaihtaa Loviisan voimalaitoksen molemmilla laitosyksiköillä korkeapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän kaksi pumppua uudentyypisiin. Syynä pumpputyypin vaihtoon on pumppujen varaosien huono saatavuus ja järjestelmän toiminnan luotettavuuden parantaminen. STUK hyväksyi vuonna 2004 voimayhtiön periaatesuunnitelman pumppujen korvaamisesta uusilla ja aikataulun pumppujen vaihtamiselle.

Korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä toimii tilanteissa, joissa normaalit lisävesi- ja boorisäätöjärjestelmät eivät riitä huolehtimaan tarvittavasta lisäveden syötöstä. Järjestelmä on jaettu kahteen rinnakkaiseen toisistaan riippumattomaan osaan, joissa kummassakin on kaksi rinnakkaista pumppua (yhteensä neljä pumppua).

Loviisa 2:n vuosihuollossa vaihdettiin hyväksytyyn vaihtoaikataulun mukaisesti kaksi pumppua, yksi molempiin rinnakkaisiin järjestelmän osiin, ja toteutettiin vaihdoista aiheutuneet putkistomuutokset. Loviisa 1:llä vastaavat työt tehdään vuosihuoltoseisokissa 2008.

STUK ja STUKin hyväksymä ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL” tarkastivat ja hyväksyivät muutostyöhön liittyneet suunnitelmat, tekivät rakennetarkastukset ja valvoivat pumppujen koekäyttöä.

### Olkiluodon voimalaitos

#### Korkeapaineturbiinin ja välitulistimien uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluodossa vuonna 1998 loppuunsaatetut tehonkorotukset ovat kasvattaneet välitulistimien kuormitusta. Tulistinputkia on tulpattu vuotojen

takia ja siten välitulistimien elinikä on rajoitettu. Hyötysuhteen parantamiseksi voimayhtiö on päättänyt kaksivaiheiseen välitulistukseen entisen yksivaiheisen tilalle. Kaksivaiheiseen välitulistukseen siirryttäessä tarvittiin korkeapaineturbiinilta uusi höyryn väliotto. Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa voimayhtiö asensi uudet välitulistimet ja korkeapaineturbiinin sisäosat. Turbiinin siipiprofileja parannettiin, jolloin turbiinin teho kasvoi. Välitulistimien ja korkeapaineturbiinin uusintojen yhteydessä tehtiin tarvittavat prosessimuutokset turbiinilaitokselle. Turbiinilaitoksella toteutetut hankkeet vastasivat Olkiluoto 2:lla vuoden 2005 huoltoseisokissa tehtyjä uusimistöitä.

#### Höyrynkuvaimen uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä ja 2:lla vuonna 1998 tehdyn tehonkorotuksen jälkeen reaktorista turbiinilaitokselle johdettavan höyryn kosteuspitoisuus kohosi. Ennen tehonkorotusta kosteuspitoisuus oli keskimäärin 0,1 %:n tasolla. Tehonkorotuksen jälkeen kosteuspitoisuuden vuosittaiset keskiarvot ovat vaihdelleet Olkiluoto 1:llä välillä 0,27–0,33 % ja Olkiluoto 2:lla välillä 0,31–0,34 %.

Reaktorin tuottama höyry johdetaan Olkiluoto 1:llä ja 2:lla suoraan turbiinilaitokselle ja siten kosteuden mukana veteen liuenneet radioaktiiviset aineet kulkeutuvat turbiinilaitokselle aiheuttaen siellä säteilytason nousua. Annosnopeudet turbiinilaitoksella ovat olleet 2–10-kertaisia verrattuna ennen tehonkorotusta vallinneeseen tilanteeseen. Kohonneella höyrynkosteudella on työntekijöiden säteilyannoksia lisäävä vaikutus, kun työskennellään höyryn kanssa kosketuksissa olevissa järjestelmissä tai niiden läheisyydessä. Höyrynkosteuden ei ole todettu lisänneen eroosio- tai korroosiota turbiinijärjestelmissä.

Kosteuden alentamiseksi Teollisuuden Voima

Oy päätti uusia höyrynkuvaimet. Olkiluoto 2:n höyrynkuvain vaihdettiin jo vuoden 2005 seisokissa, ja Olkiluoto 1:lle uusi kuvain asennettiin vuosihuoltoseisokissa 2006. Kuvainten erotinpaneelien uudennaisella muotoilulla pyrittiin saamaan höyryn kosteudeksi alle 0,1 %.

Olkiluoto 2:n höyrynkuvaimen toimituksessa ilmenneiden epäpuhtausongelmien vuoksi Olkiluoto 1:n kuvaimen valmistuksessa ja kuljetuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota kuvaimen suojaukseen. Valmistusohjelmaan sisältyvien tarkastusten lisäksi Teollisuuden Voima Oy teki valmistajatehtaalla kuvaimelle perusteellisen endoskoopitarkastuksen ennen toimitusta.

Olkiluoto 2:lla vuoden käyttökokemusten perusteella höyryn kosteus oli selvästi alentunut; kosteusarvot ovat olleet alle 0,01 %. Valmistuspoikkeamien aiheuttamien mekaanisten ongelmien vuoksi kuvain kuitenkin jouduttiin vuosihuollossa 2006 poistamaan ja korvaamaan vanhalla kuvaimella. Vuosihuoltoseisokin 2006 jälkeen mitattu kosteusarvo täydellä teholla oli 0,31 %. Olkiluoto 1:n kuvaimessa ei ole odotettavissa Olkiluoto 2:n tapaisia valmistuksesta johtuvia ongelmia. Olkiluoto 1:llä höyryn kosteudeksi mitattiin vuosihuollon jälkeen täydellä teholla 0,0049 %.

### **Turbiinilaitoksen automaation uudistus Olkiluoto 1:llä**

Vuosihuoltoseisokissa uusittiin Olkiluoto 1:n turbiinilaitoksen prosessiautomaatiojärjestelmä. Syynä järjestelmän uusimiseen oli vanhan järjestelmän varaosien saannin vaikeutuminen. Myös turbiinilaitoksen prosessiin tehdyt muutokset edellyttivät muutoksia automaatiojärjestelmään. Uuden järjestelmän myötä laitteiden kunnossapito helpottuu. Järjestelmän uusimisen tavoitteena on myös luotettavuuden parantaminen ja häiriöherkkyyden pienentäminen. Uuden järjestelmän esiasennukset tehtiin vuoden 2004 vuosihuollossa sekä Olkiluoto 1:llä että 2:lla. Olkiluoto 2:lla vastaava muutos toteutettiin jo vuonna 2005 ja pieniä lisämuutoksia tehtiin vuoden 2006 vuosihuollossa.

Uudessa automaatiojärjestelmässä loogiset toiminnot on toteutettu ohjelmoitavalla tekniikalla. Uusi järjestelmä mahdollistaa prosessin tilatietojen

mittausten määrän lisäämisen. Turbiiniohjaajille uusi järjestelmä mahdollistaa turbiiniautomaation osalta aikaisempaa monipuolisemman informaation käsittelyn, prosessiohjaukset operointityöasemalta, trendiseurannat ja huomiorajojen asetellut. Huomiorajojen asetellun avulla ohjaajat voivat reagoida pieniinkin prosessimuutoksiin. Valvomossa turbiinipuolen ohjauspulpetti korvattiin turvallisuusjärjestelmien ohjauspulpetilla ja turbiinijärjestelmien ohjaus- ja valvontapöydällä. Lisäksi valvomoon asennettiin suurkuvanäyttö. Ohjausjärjestelmän uusimisen yhteydessä tuli tarpeelliseksi lisätä myös prosessitietokonejärjestelmän kapasiteettia turbiiniautomaatiosta saatavan suuren tietomäärän vuoksi.

Turbiiniautomaation uudistus on tuonut ensi kertaa suomalaisen ydinvoimalaitoksen valvomoon sen piirteen, että eräitä prosesseja voidaan ohjata operointityöasemajärjestelmän ohjelmiston kautta. Uudella automaatiolla ohjattavien prosessien turvallisuusmerkitys on vähäinen.

Turbiinilaitoksen automaatiouudistuksen käyttöliittymä tuotiin Olkiluoto 1:n ja 2:n koulutusmulaattorille syyskuussa 2004, mistä lähtien käyttökäytännön on ollut mahdollista kouluttaa uuden turbiiniautomaation käyttöön.

### **Keskijännitekojeistojen uusiminen Olkiluoto 1:llä**

Vuoden 2006 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:llä uusittiin omakäyttösähköjärjestelmään kuuluvat 6,6 kV keskijännitekojeistot, joiden kautta yksikön tarvitseman omakäyttösähkön jakelu pääosin tapahtuu. Uusimiseen johtaneita syitä olivat lähinnä alkuperäiskojeistojen ikääntyminen ja varaosatilanne sekä tarve saattaa kojeistot nykyajan vaatimuksia vastaaviksi. Tämä REMES-projekti käsitti yhteensä yli 60 keskijännitekojeistokennon uusimisen. Lisäksi projektiin kuului merkittäviä muutoksia ja uusintoja koskien mm. ohjaus-, relesuojauksen ja apujännitejärjestelmiä, kaapelointia ja rakennusteknisiä töitä.

Kojeistojen modernisoinnin ansiosta niiden käytettävyyden, suojaus, valvonta ja häiriökestoisuus paranivat. Vastaavat muutokset tehtiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2005.

## LIITE 3 Poikkeukselliset käyttötapaukset

*Tapani Eurasto, Nina Koivula, Jarmo Konsi, Pauli Kopiloff, Jukka Kupila, Rauno Lehto, Esa Lehtonen, Riku Mattila, Veli Riihiluoma, Kirsti Tossavainen, Keijo Valtonen, Eero Virtanen*

### Loviisan voimalaitos

#### Lauhduttimen aktiivisuusmittauksen epäkuntoisuus ja höyrytimen ulospuhalluksen aktiivisuusmittauksen yhtäaikainen kalibrointi Loviisa 2:lla

Turbiinin lauhduttimen jatkuvan radioaktiivisuusmittauksen näytevirtaus todettiin riittämättömäksi perjantaina 2.6.2006. Vian korjaamisesta tehtiin työtilaus ja kyseisen mittauksen näytteenottopumpun kalvot vaihdettiin samana päivänä. Korjaustyön jälkeen pumpun koekäytössä todettiin, että mittaus ei tullut kuntoon, jolloin pumpun korjausta päätettiin jatkaa seuraavana maanantaina. Lauhduttimen aktiivisuusmittauksia on kaksi. Niiden tehtävänä on mm. havaita höyrytimissä mahdollisesti tapahtuva primääri- ja sekundäripiirin välinen pieni vuoto.

Maanantaina yövuoron vuoropäällikkö antoi luvan pumpun korjaustyölle ja aamulla työnjohtaja kuittasi työn aloitetuksi. Työssä on turvallisuusteknisten käyttöehtojen suoritusehtoina, että höyrytimien ulospuhallusmonitorien tulee olla kunnossa.

Aamuvuoron vuoropäällikkö antoi luvan höyrytimien ulospuhalluksen aktiivisuusmonitorin 24 viikon välein tehtävälle kalibrointityölle. Noin tunnin kuluttua tämän luvan myöntämisestä vuoropäällikkö huomasi, että yksi lauhduttimen aktiivisuusmittaus oli yhä epäkunnossa. Höyrytimien ulospuhalluksen aktiivisuusmonitorin kalibrointi oli tuolloin jo tehty ja mittausta oltiin käyttöönottamassa.

Laitos oli lauhduttimen aktiivisuusmittauksen vian ja höyrytimen ulospuhallusmonitorin kalibrointityön aiheuttaman samanaikaisen laitteiden epäkäytettävyyden vuoksi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa noin kahden tunnin ajan. Sekundäripiirin radioaktiivisuutta valvovat muut aktiivisuusmittaukset olivat toiminnassa.

Epäkäytettävyyssä aikana laitokselta ei tapahtunut poikkeuksellisia päästöjä ympäristöön.

Voimayhtiö selvitti tapahtuman syyt ja esitti sen toistumisen estämiseksi tehtävät korjaavat toimenpiteet tapahtumasta laaditussa erikoisraportissa.

#### Sähkökeskusten virtakiskojen vauriot Loviisa 2:lla

Loviisa 2:lla havaittiin 13.9.2006 vuosihuolloissa neljän vuoden välein tehtävissä määräaikaistarkastuksissa 6 kV:n kytkinlaitosten virtakiskoissa murtumia. Murtumat sijaitsivat haara- ja kokoojakiskojen välisissä ruuviliitoksissa. Kytkinlaitoksen haarakiskojen välityksellä syötetään kokoojakiskoilta sähkötehoa mm. 6 kV:n moottoreille ja jakelumuntajille. Kyseiset murtumat olisivat saattaneet johtaa kojeistovaurioihin.

Havainnon jälkeen laitossyksikön kaikkien 6 kV:n dieselvarmennettujen ja normaalien kytkinlaitosten haarakiskot tarkastettiin. Murtuneita haarakiskoja löytyi noin 20 prosenttia. Tarkastusten jälkeen kaikki murtuneet kiskot uusittiin.

Loviisa 1:n vastaavien 6 kV:n kytkinlaitosten kiskojen rakenne poikkeaa Loviisa 2:n kiskojen rakenteesta, mistä syystä samanlainen vikaantumisen ei voimayhtiön mukaan ole mahdollinen Loviisa 1:llä.

Voimayhtiö toimitti tapahtumasta erikoisraportin STUKille.

#### Kontaminaation leviäminen Loviisa 2:lla

Loviisa 2:lla säteilymittarit hälyttivät perjantaina 22.9.2006 työntekijöiden suojavarusteiden mittauksissa poikkeuksellisen usean kohdalla ja likaantuneita varusteita jouduttiin vaihtamaan puhtaisiin. Radioaktiivista likaa oli etenkin kenkäsuojissa, mistä voitiin päätellä, että sitä täytyi olla valvonta-alueen kulkureiteillä.

Voimayhtiön tekemässä selvityksessä ilmeni,

että torstai-iltana 21.9.2006 Loviisa 2:n reaktori-rakennuksesta oli siirretty materiaalisulun kautta reaktorialtaan puhdistukseen käytettyjä reaktori-imurin letkuja ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevaan dekontaminointikeskukseen. Torstain iltavuorossa putket puhdistettiin ulkopinnoiltaan ja siirrettiin muovittamattomina kuljetuskäytävän puolelle. Putket siirrettiin kuljetuskäytävää 22.9.2006 aamuvuoron aikana valvonta-alueella viidennessä kerroksessa sijaitsevaan käytävään odottamaan siirtoa varastotilaan. Tämän siirron yhteydessä radioaktiivista likaa oli irronnut reaktori-imurin letkujen sisältä lattialle. Kontaminaation tultua ilmi voimalaitoksella käynnistettiin valvonta-alueen siivous ja likaantuneet lattiat puhdistettiin.

Kontaminaatiota havaittiin laitosalueen sisällä myös piha-alueella kuljetuskäytävän oven välittömässä läheisyydessä, jonne se oli mitä ilmeisimmin levinnyt tavaroiden siirtoihin käytetyn kuljetusajoneuvon pyörissä. Laitoksen piha-alue kuljetuskäytävän oven lähellä puhdistettiin. Piha-alueen kokonaisaktiivisuus oli hyvin vähäinen. Puhdistustyöt ulottuivat myös joihinkin Loviisa 1:n tiloihin.

Tapahtuma ei vaarantanut työntekijöiden säteilyturvallisuutta, koska kontaminaatio havaittiin ja siivous toteutettiin tehokkaasti. Laitosalueen ulkopuolelle radioaktiivisia aineita ei levinnyt. Voimayhtiö on laatinut tapahtumasta erikoisraportin, jossa esitetään olennaiset menettelyjen ja toimintaohjeiden muutokset.

Koska kyseessä oli selkeä puute valvonta-alueen toimintarutiineissa, tapahtuma luokitellaan INES-luokkaan 1.

### **Hätävesiakun purkaukokeen tekemättä jättäminen**

Loviisan 2:lla on neljä hätäisävesiakkua, joiden vedellä jäähdytetään reaktorisydäntä mahdollisen putkikatkon aiheuttaman jäähdytteenmenetyksen jälkeen.

Säiliöiden ja niihin liittyvien venttiilien asianmukaisen toiminnan varmistamiseksi turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa edellytetään, että säiliöille tehdään purkaukoe reaktoripainesäiliön kerran kahdessa vuodessa. Lisäksi hätäjäähdytysjärjestelmän koestusohjeessa edellytetään purkaukoe tehtäväksi aina, kun järjestelmässä on tehty huoltotöitä tai hätäisävesiakulle on tehty sisäpuolinen tarkastus.

Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokin aikana yhdelle hätävesiakulle tehtiin sisäpuolinen tarkastus. Purkaukokeetta ei tehty, koska epäiltiin, että paineakkuun oli sisäpuolisen tarkastuksen yhteydessä pudonnut irto-osa (mittalaitteen pää Ø 1,5 cm, pituus 3 cm). Kadonnutta osaa ei etsinnöistä huolimatta akusta löydetty. Voimayhtiö tilasi VTT:ltä analyysin, jolla selvitetään kadonneen osan ainekoostumus. Irto-osan etsintä ja VTT:ltä tilattu analyysi kestivät niin kauan, että akun purkaukokeen määräaika meni ohi. Koe olisi aiheuttanut riskin, että reaktoriin menee ainetta, jonka koostumusta ei tiedetä. VTT:ltä myöhemmin toimitettu analyysi osoitti, että irto-osasta ei ole vaaraa reaktorin käytölle.

Voimayhtiö ei toimittanut STUKille virallisesti selvitystä akun purkaukokeen tekemättä jättämisestä. STUK keskeytti käynnistyslupan käsittelyn ja pyysi voimayhtiötä toimittamaan selvityksen hätäjäähdytysjärjestelmän käyttökuntoisuudesta sekä mahdollisen irto-osan vaikutuksista järjestelmään ja reaktoriin.

STUK:lle toimitetussa selvityksessä voimayhtiö esitti kokeen suorittamatta jättämisen perusteeksi sen, että akku oli koestettu viime vuonna ja tulokset olivat olleet hyväksyttäviä. Ennen säiliön sulkemista sille oli tehty tarkka sisäpuolinen tarkastus. Voimayhtiön mukaan ei ollut mitään syytä epäillä, että reaktorissa olisi sellaisia esineitä, jotka voisivat tositilanteessa estää akun suunnitellun turvatoiminnon. Kolme muuta akkua oli koestettu tässä vuosihuollossa ja tulokset olivat hyväksyttäviä. Voimayhtiö esitti, että yhden hätäisävesiakun koestuksen poisjäännillä ei ole turvallisuusmerkitystä ja näin ollen koestuksen poisjäänti voidaan hyväksyä.

STUK totesi toimitetun selvityksen perusteella, että voimayhtiön tekemät toimenpiteet antavat varmuuden siitä, että turvallisuustoiminto on käyttökunnossa. Sen sijaan asian käsittely todettiin puutteelliseksi. Tieto hätäisävesiakun purkaukokeen tekemättä jättämisestä ja mahdollisesta irto-osasta säiliössä toimitettiin STUKin paikallistarkastajalle vasta 25.9.2006, kun tilanne oli jo ohi. Voimayhtiön päätös kokeen tekemättä jättämisestä oli tehty 19.9.2006 ennen kuin irto-osan analyysin tulokset olivat tiedossa. Tieto asiasta puuttui myös Loviisa 2:n käynnistyslupahakemuksesta.

STUK edellytti Loviisa 2:n käynnistyslupapäätöksessä, että voimayhtiön tulee laatia asiasta erikoisraportti.

### **Jännitemuuntajien vaurioituminen Loviisa 2:lla**

Loviisa 2:lla tapahtui 27.9.2006 toisen päämuuntajan kahden kiskojännitemuuntajan räjähdys, joka johti pieneen paikalliseen tulipaloon. Tapahtumassa ei kukaan loukkaantunut eikä laitosesikön turvallisuus vaarantunut. Tapahtuma aiheutti viivästystä vuosihuollon suunniteltuun aikatauluun.

Kun Loviisa 2:n päämuuntaja tehtiin vuosihuoltotöiden jälkeen ensimmäistä kertaa jännitteelliseksi, saatiin valvomoon maasulkuhälytys ja noin 15 minuutin kuluttua suojaus avasi muuntajakatkaisijan ja aiheutti automaattisen paloilmoituksen ennakkovaroituksen. Kun palokunta saapui, paikalla havaittiin savua ja liekkejä. Kohteen maadoituksen jälkeen palokunta sammutti syttyneen öljypalon nopeasti.

Tapahtuman syynä oli kahden päägeneraattorin virtakiskoihin kytkettynä olleen jännitemuuntajan räjähdys, joka aiheutti niiden öljyjen ja eristemateriaalien syttymisen. Jännitemuuntajat sijaitsevat ulkona generaattorikiskoston alapuolella olevissa koteloissa, jotka myös vaurioituivat tapahtumassa. Koteloissa oli jännitemuuntajien lisäksi kondensaattoreita ja ylijännitesuojia, joista osa vaurioitui räjähdysten seurauksena. Tapahtuman jälkeen vauriot tutkittiin ja palopaikka puhdistettiin öljystä ja noesta, minkä jälkeen vaurioituneet laitteet, kotelot ja kytkennät uusittiin. Korjaustoimenpiteet kestivät noin viikon.

Tapahtuman syyt ja korjaavat toimenpiteet voimayhtiö esitti erillisessä selvityksessä, joka toimitettiin STUKille tiedoksi. Tapahtuma aiheutui inhimillisestä virheestä testausten jälkeen tehdyissä kytkentöjen palautuksissa.

### **Paineistimen suurikapasiteettisten puhalluslinjojen koestuksen jääminen tekemättä**

Loviisan voimalaitoksella molempien laitosesiköiden paineistimissa on vakavien reaktorionnettomuuksien varalle kaksi suurikapasiteettista puhalluslinjaa, joissa kummassakin on kaksi peräkkäistä venttiiliä. Puhalluslinjoja käytetään vakavan reaktorionnettomuuden aikana laskemaan

reaktoripiirin painetta, jottei reaktoripiiri rikkoutu korkeassa paineessa. Linjojen kapasiteetti on mitoitettu niin, että yhden linjan avautuminen riittää laskemaan paineen riittävän alas.

Loviisan laitosesiköiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan puhalluslinjat tulee koestaa kahden vuoden välein. Ennen vuoden 2005 vuosihuoltoa Loviisan voimalaitos päätti muuttaa koestusvälin neljään vuoteen. Muutos tehtiin koestuksen ohjeeseen ja vuosihuollon aikana tehtävien koestusten seurantaohjeeseen. Tarvittavia muutoksia ei tehty TTKE:hin.

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

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

### **Olkiluodon voimalaitos**

#### **Ohjaajien enimmäistyöntuntimäärän ylitys Olkiluoto 1:llä**

Olkiluodon laitosesiköiden ohjaajat siirtyivät vuoden 2006 alusta lähtien 12 tunnin työvuoroihin. Uuden vuorojärjestelmän mukaan ohjaajilla

on normaalisti peräkkäin vain kaksi yövuoroa. Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) enimmäistuntimääräksi rajattiin enintään 16 tuntia 24 tunnin aikana, enintään 24 tuntia 48 tunnin aikana ja enintään 72 tuntia 7 vuorokauden aikana.

Olkiluoto 1:llä ohjaaja jäi 21.2.2006 sairauden vuoksi pois yövuorosta ja päivävuoron ohjaaja jatkoi omaa vuoroaan neljän tunnin ajan päivätyötä tekevän sijaisen tuloon saakka. Koska vuoroaan jatkanut ohjaaja oli ollut päivävuorossa myös edellisenä päivänä, hänen työaikansa ylitti enimmäistyötuntimäärän neljällä tunnilla. Samanlainen ylitys toistui hänen kohdallaan myös seuraavassa yövuorossa. Sijaiseksi tullut henkilö oli tehnyt päivätyössään 9-tuntisen päivän, joten hänen työaikansa ylitti TTKE:ssä asetetun työaika rajoituksen yhdellä tunnilla.

Molemmat enimmäistuntimäärien ylityksiä tehneet ohjaajat olivat levänneet edellisenä yönä normaalisti ja saivat ennen seuraavaa työvuoroaan riittävät lepoajat. Yksittäisenä tapahtumana asialla ei ole merkitystä turvallisuuden kannalta.

Vuoropäälliköiden mahdollisuudet seurata työaikojen pitkittymisiä todettiin puutteelliseksi. Lisäksi TTKE:n työaika rajoitukset soveltuivat huonosti 12 tunnin vuorojärjestelmään.

Voimayhtiö on ottanut käyttöön Olkiluodon laitosyksiköiden valvomoissa seurantalastat varmistamaan, että välttämättömät työvuorojärjestelmästä poikkeamiset noudattavat TTKE:n rajoituksia. Lisäksi enimmäistuntimääräksi on päivitetty vastaavien, lähellä vuoronvaihtoa tapahtuvien yllättävien tapausten varalta enintään 16 tuntia 24 tunnin aikana, enintään 28 tuntia 48 tunnin aikana ja enintään 76 tuntia 7 vuorokauden aikana.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Apusyöttövesijärjestelmän varoventtiilin koestuksessa tapahtunut suunnittelupaineen ylitys Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla tehdyssä apusyöttövesijärjestelmän varoventtiilin määräaika koestuksessa tapahtui suunnittelupaineen ylitys 8.2.2006. Osaan putkistosta sekä muutama venttiiliin kohdistui korkeampi paine kuin niille on alun perin tarkoitettu.

Koestuksessa tietty osa putkistosta suljetaan venttiileillä ja koestettavaan varoventtiiliin saadaan tarvittava paine järjestelmän mäntäpumpun

avulla. Varoventtiili avautui oikeassa paineessa oikealla tavalla, mutta kasvatettaessa varoventtiilin läpi menevää virtausta paine kohosi yli sallittujen arvojen. Koestus jouduttiin keskeyttämään. Muut kolme apusyöttövesijärjestelmän haaraa olivat tapahtumahetkellä käyttökuntoisia.

Koestuksessa käytetty varoventtiili vaihdettiin uuteen ja viallisesti toimineen tutkimukset aloitettiin välittömästi. Varoventtiilin avautumispaine oli säädetty aikaisemmin testilaitteistolla ja venttiiliin todettiin toimivan edelleen siltä osin moitteettomasti. Huollon yhteydessä venttiiliin sisälle oli vaihdettu uusi kara, jossa todettiin olevan mittapoikkeamia. Lopullisessa tutkimuksessa todettiin, että mittapoikkeamien takia varoventtiili ei pääse suurilla virtauksilla avautumaan tarpeeksi ja sen seurauksena paine kasvaa putkistossa.

Suunnittelupaineen ylityksen takia voimayhtiö teki lujustekniset tarkastelut niille komponenteille ja sille putkistonosalle, johon korkea paine kohdistui. Paineen ylitys ei ollut vahingoittanut putkistoa eikä sen komponentteja ja järjestelmä on käyttökuntoinen.

### **Turbiinipikasulku Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla tapahtui 14.2.2006 turbiinin pikasulku turbiinin valvontajärjestelmän elektroniikkakortin vikaantumisen takia. Laitoksen suojaus- ja säätöautomaatiikka rajoitti reaktorin tehoa suunnitellusti, eikä muita merkittäviä vikoja ilmennyt häiriön aikana.

Turbiinin valvontajärjestelmän elektroniikkakortin vikaantuminen aiheutti turbiinin pikasulun, reaktorin osittaisen pikasulun ja pääkiertopumppujen ajon minimikierroksille. Reaktorin teho laski noin 30 %:iin ja turbiinilaitos jäi ohitusajolle. Alkuperäiseen, vuonna 1979 asennettuun elektroniikkakorttiin tullutta vikaa ei ole vielä selvitetty. Turbiinin valvontajärjestelmä ei tältä osin ole moninkertainen, eikä se siten siedä yksittäisen laitteen vikaantumista. Järjestelmässä ei ole aiemmin esiintynyt vikoja tai vanhenemista. Järjestelmän uusinta on suunniteltu tehtäväksi vuonna 2010.

Turbiinin pikasulun jälkeen veden pinta reaktorissa nousi nopeasti normaalia korkeammalle. Reaktoriohjaaja otti syöttövesipumput käsi ajolle ja vähensi syöttövesivirtausta, jotta pinta ei nousisi ja aiheuttaisi varsinaista reaktorin pikasulkua. Ohjaaja palautti pumput automaatiikalle, kun re-



aktoriveden pinta oli laskenut hieman normaali-korkeuden alle. Pinnankorkeuden säätäjä tulkitsi laskeneen pinnan siten, että syöttöveden tarve on suuri. Nopea virtauksen lisäys aiheutti nopean pumppujen imupaineen laskun laukaisurajalle. Paineen lasku oli kuitenkin niin lyhytaikainen, ettei se johtanut pumppujen suojauksen laukeamiseen ja pumppujen pysähtymiseen. Pinnan nousu on normaalia tällaisessa tilanteessa, eikä ohjaajan olisi tarvinnut puuttua automatiikan toimintaan. Syöttövesiautomatiikka säätää pinnankorkeuden, mutta säädön hitaudesta johtuen pinnan muutokset ovat suurehkoja.

Tapahtuma osoitti, että pinnansäätöautomatiikkaa koskevaa ohjeistusta pitää kehittää. Järjestelmän toimintaa tullaan käsittelemään tarkemmin ohjaajien koulutuksessa. Lisäksi tapahtuman johdosta tunnistettiin kehityskohteita turbiinin valvontajärjestelmässä ja häiriötilanteiden syöttövesisäädössä. Syöttövesisäädön parantamista varten voimayhtiö on perustanut työryhmän.

Voimayhtiö toimitti tapahtumasta yksityiskohdallisen selvityksen STUKille. Tapahtumalla ei ollut turvallisuusmerkitystä, mutta se paljasti kehityskohteita niin laitostekniikassa kuin ohjaajien toimintatavoissa häiriötilanteissa.

### **Säätösauvaongelmat Olkiluoto 1:llä**

Olkiluoto 1:n ja 2:n reaktorien säätösauvoilla on kaksi turvallisuustoimintoa: pikasulku- ja ruuvipysäytys. Pikasulkutoiminnossa säätösauvat työntyvät sisään reaktoriin typpipaineen ajaman veden avulla. Ruuvipysäytystoiminto varmistaa pikasulku-ajamalla säätösauvojen ajomutterit sähkömoottorien avulla sisään noin neljän minuutin kuluessa, jolloin pikasulun yhteydessä mahdollisesti ulos jääneet sauvat saadaan sisään.

Olkiluoto 1:llä ennen vuosihuollon jälkeistä käynnistystä tehdyissä kylmissä pikasulkukokeissa laukesi kolmen säätösauvan toimilaite momenttisuojauksesta niiden ajaessa säätösauvoja kiinni onnistuneen pikasulun jälkeen. Toimilaitteet saatiin liikkumaan, mutta myöhemmin sammutettaessa reaktoria kuumia pikasulkukokeita varten yhden säätösauvan toimilaite laukesi momenttisuojauksesta. Toimilaite saatiin taas liikkumaan ja kuumat pikasulkukokeet tehtiin onnistuneesti.

Momenttisuojauksen laukeamisen syytä selvitetään. Yhtenä syynä saattaa olla pikasulkujärjestelmän typpitankeissa olevat epäpuhtaudet,

jotka kylmiä pikasulkukokeita tehtäessä pääsivät pikasulkuveden mukana säätösauvojen toimilaitteisiin ja sieltä ajomutterin ja -ruuvien väliin. Havaitut ongelmat liittyivät pelkästään säätösauvojen ruuvipysäytystoimintoon, itse säätösauvojen liikkuvuudessa tai pikasulkutoiminnossa ei todettu poikkeamia.

Säätösauvojen toiminnan varmistamiseksi laitostyöyksikölle viikon ajon jälkeen tehdyn, laitostuoksiin liittyvän osittaispikasulkukokeen jälkeen tehtiin säätösauvojen koestus, jossa kullekin sauvalle tehtiin pikasulku- ja ruuvauskoe. Pikasulun yhteydessä juuttui jälleen yhden säätösauvan toimilaite, jonka moottori ja momenttikytkin vaihdettiin ja tarkastettiin. Toistetussa ruuvauskokeessa poikkeamia ei enää havaittu. Lisävarmuuden saamiseksi kaikkien säätösauvojen toiminta testataan koko käyttöjakson ajan ylimääräisillä kahden kuukauden välein tehtävillä liikuttelukokeilla.

Voimayhtiö on tehnyt STUKille selvityksen, jossa arvioidaan säätösauvojen liikkumisongelmien syitä ja tarvittavia parannustoimenpiteitä.

### **Akustojen määräaikaistarkastuksen aikaraja ylittyi Olkiluodon laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla**

Olkiluodon voimalaitoksen käytetyn polttoaineen (KPA) -varaston sähkönsyöttöjä varmentavien akustojen kuntoa valvotaan mm. tarkkailemalla säännöllisesti yksittäisten akkukennojen tilaa. Kennojen määräaikainen, 6 viikon välein tehtävä mittaus jäi suorittamatta vaaditussa ajassa. Mittaus on turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) edellytetty koe, jolla testataan määrätyin väliajoin, että akustot täyttävät annetut kriteerit. Määräaikaiskoe on KPA-varaston ennakkohuolto-ohjelmissa, mutta koe jäi tekemättä koska vastuhenkilöitä oli vaihtunut ja tiedonkulussa oli ongelmia eikä TTKE-vaatimusten sitovuutta tiedostettu. Poikkeama TTKE-vaatimuksesta todettiin 3.7.2006, kaksi päivää takarajan ylittymisen jälkeen.

Akustot on suunniteltu varmentamaan KPA-varaston apusähkönsyöttöjä mm. sähkökeskuksille, turvavalaistukselle ja automaatiojärjestelmille. Kunnonvalvontamittauksen määräajan ylittyminen ei vaikuttanut akustojen toimintakykyyn tarvetilanteessa. Tapahtuma ei vaarantanut KPA-varaston turvallisuutta.

### **Poistokaasupiipun säteilyannosnopeusmittalaitteen määräaikaikokeen jääminen tekemättä Olkiluoto 1:llä**

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

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

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

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

Voimayhtiön toimittamassa erikoisraportissa

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

### **Dryout-rajan alitus Olkiluoto1:n tehonalennusten aikana**

Polttoaineen jäähtymisen riittävyttä kuvaava ns. dryout-kerroin alitti Olkiluoto1:llä pienimmän sallitun arvonsa n. 20 minuutin ajan, kun reaktorin tehoa alennettiin pääkiertovirtausta pienentämällä määräaikaikokeita varten 13.10.2006. Laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) on annettu kahden tunnin määräaika korjata havaittu dryout-rajan alitus. Tehonalennusta suunniteltaessa tulkittiin virheellisesti, että ko. määräaika sallii myös raja-arvon lyhytaikaisen suunnitellun alituksen reaktorin tehonmuutoksen yhteydessä.

Tapahtumalla ei ole suoraa turvallisuusmerkitystä, koska polttoaineen riittävä jäähtyminen olisi voinut vaarantua vasta, jos samanaikaisesti rajan alituksen kanssa olisi tapahtunut merkittävä laitoshäiriö, jonka seurauksena reaktorin jäähtymisen suhteessa tehoon olisi heikentynyt. Dryout-rajojen määrittämisessä on rajoittavana tapahtumana tarkasteltu paineensäätäjän häiriötä, jonka odotettu tapahtumataajuus on luokkaa kerran sadassa – kerran tuhannessa vuodessa.

Voimayhtiö laati tapahtumasta erikoisraportin.

## LIITE 4 Merkittäviä tapahtumia ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla

*Tapani Virolainen*

### Häiriö Forsmark 1:n sähköjärjestelmässä

Ruotsissa tapahtui 25.7.2006 Forsmark 1 -ydinvoimalaitosyksiköllä ulkoisen 400 kV:n verkkoyhteyden kytkentämuutoksia tehtäessä häiriö, joka johti useiden peräkkäisten vikojen seurauksena osittaiseen sähkönmenetykseen yksikön sisäisissä, turvallisuuden kannalta tärkeissä sähköjärjestelmissä. Laitosyksikön turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti ja sammuttivat reaktorin. Tapahtumasta ei aiheutunut radioaktiivisia päästöjä. Tapahtuma on luokiteltu kansainvälisellä ydinvoimalaitostapahtumien INES-vakavuusasteikolla luokkaan 2.

Ruotsin ydinturvallisuutta valvova viranomaisen SKI (Statens Kärnkraftinspektion) edellytti voimayhtiöltä yksityiskohtaisia selvityksiä mm. tapahtuman kulusta sekä tarvittavista välittömistä ja pitkän tähtäimen parannustoimenpiteistä, joilla vastaavan tapahtuman toistuminen estetään. SKI tarkasti selvitykset ja arvioi niiden perusteella edellytykset laitosyksikön uudelleenkäynnistykselle. SKI hyväksyi esitetyt muutostoimenpiteet ja myönsi Forsmark 1:lle käynnistyslupa 28.9.2006. Lupa edellyttää laitosyksikön johdolta lisäpanostusta yksikön turvallisuuskulttuurin parantamiseksi.

Forsmark 1 oli tehoajolla, kun 400 kV:n kytkin-kentällä avautui huoltotoimenpiteiden jälkeisiä kytkentöjä tehtäessä virallinen erotin ja siitä seurasi kaksivaiheinen valokaarioikosulku. Oikosulun vuoksi 400 kV:n verkkojännite laski ja aiheutti laitosyksikön irtoamisen voimansiirtoverkosta ja siirtymisen ns. omakäyttöajolle. Alijännitteen vuoksi päägeneraattoreiden jännitteensäätöjärjestelmät nostivat jännitettä ja aiheuttivat kahden sisäisen, katkotonta vaihtosähkönsyöttöä varmistavan UPS-laitteiston (Uninterruptible Power System) laukeamisen. Kun häiriö jatkui, yksikön molemmat turbogeneraattorit pysähtyivät pikasulusta

ja yksikön dieselvearmennetut 500 V:n sähkökeskukset jäivät relesuojausvikojen takia jännitteetönä ja aiheuttivat suunnitellusti kaikkien neljän hätädieselgeneraattorin käynnistymisen. Dieselgeneraattoreista kaksi alkoi suunnitellusti syöttää sähkötehoa dieselvearmennettuihin kohteisiin. Kaksi dieseliä pysähtyi käynnistymisen jälkeen, koska niiden kierroslukuvalvonnan apujännitesyötöt oli menetetty UPS-laitteistojen laukeamisen takia.

Kahden turvallisuuden kannalta tärkeän hätädieselgeneraattorin ja UPS-laitteiston pysähtyminen samanaikaisesti aiheutti päävalvomossa esitettävän informaation osittaisen menetyksen. Operaattorit palauttivat sähkönsyötön ulkoisesta 70 kV:n voimansiirtoverkosta kaikkiin osajärjestelmiin noin 22 minuutin kuluttua tapahtuman alusta, ja sen jälkeen laitosyksikön valvonta ja jäädytys jatkuivat normaalisti.

Forsmark 1:llä on sisäiset akustot, UPS-laitteistot ja hätädieselgeneraattorit ulkoisista voimansiirtoverkoista ja päägeneraattoreilta tapahtuvan sähkötehon syötön menetyksien varalta. Laitosyksiköllä on neljä varavoimadieseliä, yksi kussakin rinnakkaisessa sähkönsyöttöjärjestelmässä.

Tapahtuma on johtanut Ruotsissa lukuisiin välittömiin ja pitkän tähtäimen selvitys- ja parannustoimenpiteisiin mm. relesuojauksissa, apujännitesyöttöjen varmennuksissa, toimintaohjeistuksessa sekä kunnossapito- ja valvomotoiminnassa.

Luvanhaltija (Forsmark Kraftgrupp AB) ilmoitti tapahtumasta SKI:lle, joka ryhtyi välittömästi selvitystoimiin ja informoi mm. STUKia. Forsmark 1:n sisärlaitoksilla Olkiluoto 1:llä ja 2:lla arvioitiin vastaavan tilanteen mahdollisuus. Vaikka laitoskonsepti Forsmarkissa ja Olkiluodossa on ollut alkujaan sama, on laitosyksiköiden sähköjärjestelmissä ollut alun perin ja myöhemmin tehtyjen muutostöiden seurauksena eroja, jotka olisivat

joko estäneet vastaavan tapahtuman synnyn tai lieventäneet sen seurausvaikutuksia. Esimerkiksi hätädieselin käynnistyminen ei olisi estynyt Olkiluodossa UPS-laitteiden vian seurauksena. Välittömiä korjaavia toimenpiteitä ei siten katsottu tarpeelliseksi Olkiluodossa. Teollisuuden Voima Oy ja STUK seuraavat Forsmark 1:n tapahtuman jatkoselvittelyä. Samalla arvioidaan Forsmarkissa tehtävien korjaavien toimenpiteiden tarpeellisuutta Olkiluodossa.

Fortum Power & Heat Oy on arvioinut vastaavan tapahtuman mahdollisuutta Loviisan laitostyöyksiköiden osalta. Loviisan laitostyöyksiköiden sähköjärjestelmät poikkeavat Forsmark 1:n järjestelmistä siinä määrin, ettei välittömiin korjaaviin toimenpiteisiin ollut aihetta. Olkiluoto 3:n laitos-hankkeessa tapahtuma otetaan huomioon sähköjärjestelmien yksityiskohtaisessa suunnittelussa tehtävillä suunnittelumuutoksilla.

## LIITE 5 STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat 2006

- C214/270, 7.2.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkoniumista valmistettujen mallinippujen maahantuonti Espanjasta ja niiden hallussapito. Yksi täysimittainen ja yksi lyhyt nippu, joissa yhteensä zirkoniumia enintään 130 kg. Voimassa maahantuonnin osalta 31.12.2006 ja hallussapidon osalta 31.12.2018 saakka.
- C214/271, 7.2.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkoniumista valmistettujen mallinippujen maahantuonti Ruotsista ja niiden hallussapito. Kaksi lyhyttä nippua, joissa yhteensä zirkoniumia enintään 22 kg. Voimassa maahantuonnin osalta 31.12.2006 ja hallussapidon osalta 31.12.2018 saakka.
- A214/75, 13.3.2006 Fortum Power and Heat Oy Neutronivuoantureiden maahantuonti Kanadasta. 21 kappaletta In-core antureita. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/272, 27.3.2006 Teollisuuden Voima Oy Säätosauvojen maahantuonti USA:sta. Kahdeksan säätosauvaa, joiden kappalepaino n. 130 kg. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/273, 27.3.2006 Teollisuuden Voima Oy Varaosäsäätosauvojen maahantuonti Ruotsista. 12 säätosauvaa, joiden kappalepaino n. 130 kg. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/274, 28.3.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkonium-sauvojen maahantuonti Espanjasta. Kaksi sauvaa, joissa zirkoniumia yhteensä enintään 1 200 g. Voimassa 30.6.2006 saakka.
- A214/79, 28.4.2006 Fortum Power and Heat Oy Kazakstanilaista alkuperää olevaa uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta ja kuljetus Suomen alueella. 12 nippua, yhteensä n. 1 500 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassaolo päättyi 7.6.2006, kun tämä lupa korvattiin luvalla A214/82, 7.6.2006.
- A214/82, 7.6.2006 Fortum Power and Heat Oy Kazakstanilaista alkuperää olevaa uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta ja siihen liittyvä kuljetus. 12 nippua, yhteensä n. 1 500 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/80, 8.6.2006 Fortum Power and Heat Oy Neutronivuoantureiden maahantuonti Saksasta. 15 kappaletta ionisaatiokammioita. Voimassa 31.12.2010 saakka.
- C214/275, 4.7.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkoniumista valmistettujen sauvojen maastavienti Ruotsiin. Neljä sauvaa, yhteensä 8 kg. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/276, 4.7.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkonium-sauvojen maastavienti Espanjaan. Kaksi sauvaa, joissa zirkoniumia yhteensä enintään 1,2 kg. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- F214/16, 22.9.2006 VTT Säätosauvakoneistojen vienti USAan ja tuonti takaisin Suomeen. Kaksi koneistoa. Voimassa 31.12.2010 saakka.
- C821/82, 23.10.2006 Teollisuuden Voima Oy Valvonnasta vapautuvan noin 9 m<sup>2</sup> suuruisen, Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytäväksi moottorisahojen teräketjuöljyn raaka-aineeksi. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C214/278, 12.10.2006 Teollisuuden Voima Oy Zirkoniumista valmistettujen sauvojen maahantuonti Ruotsista. Kolme sauvaa, joissa zirkoniumia yhteensä enintään 6 kg. Voimassa 30.6.2007 saakka.
- A214/89, 1.12.2006 Fortum Power and Heat Oy Loviisan automaatiouudistukseen liittyvän tietoaineiston vienti Saksaan. Voimassa 31.12.2008 saakka.
- A214/92, 12.12.2006 Fortum Power and Heat Oy Säätosauvojen ohjaukseen ja asennonosoitukseen liittyvien laitteiden vienti Saksaan. Voimassa 31.12.2007 saakka.

## LIITE 6 Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma

Perusohjelma	Vuoden 2006 tarkastukset	
	Loviisan voimalaitos	Olkiluodon voimalaitos
<b>A. Turvallisuusjohtaminen</b>		
<b>B. Päätoiminnot</b>		
B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen		
B.2. Käyttötoiminta	x	
B.3. Laitoksen ylläpito ja ikääntymisen hallinta	x	
<b>C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset</b>		
C.1. Laitoksen turvallisuustoiminnot	x	
C.2. Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka		x
C.3. Konetekniikka *	x	x
C.4. Rakenteet ja rakennukset	x	x
C.5. PSA:n käyttö turvallisuuden hallinnassa	x	x
C.6. Asiakirja- ja tietohallinnon toimivuus	x	x
C.7. Kemia	x	x
C.8. Ydinjätteet *	x	x
C.9. Säteilysuojelu	x	x
C.10. Palontorjunta	x	x
C.11. Valmiusjärjestelyt	x	x
C.12. Turvajärjestelyt	x	x
C.13. Koulutustoiminta / Henkilöstöresurssit ja koulutus	x	x
C.14. Laadunvarmistustoiminta		x
C.15. LARA	x	
C.16. Väsymyksen hallinta		x

\* Tarkastus koostuu useasta osatarkastuksesta

## LIITE 7 Rakentamisen aikainen tarkastusohjelma

	Tarkastukset 2006
<b>Päätoiminnot</b>	
Projektin laadunhallinta (kaksi tarkastusta vuonna 2006)	x
Projektin johtaminen, resurssit ja turvallisuusasioiden käsittely	x
Projektin hallinta ja toteutuminen, asiakirjahallinta	x
<b>Työprosessit</b>	
Käyttökäytännön koulutus (kaksi tarkastusta 2006)	x
Laadunvarmistus • Laitoksen käyttöönotto • Laiteasennuksen ohjausprosessi	x
PSA:n hyödyntäminen	x
Tarkastusmenettelyt (kaksi tarkastusta 2006)	x
Tekniikan alueiden tarkastukset:	
• Prosessi- ja layout -suunnittelu	x
• Ilmastointijärjestelmät	x
<b>Käytön tarkastusohjelman tarkastusten yhteydessä tarkastettavat</b>	
Valmiusjärjestelyt	x
Turvajärjestelyt	
Palontorjunta	x
Ydinjätteiden käsittely	

## LIITE 8 Vuonna 2006 valmistuneet STUKin rahoittamat toimeksiannot

### Ydinvoimalaitokset

#### Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

- OL3 – Reaktorirakennus, jännitetyn suojakuoren suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- OL3 – Reaktorirakennus, jännitetyn suojakuoren suunnitteluaineiston tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- OL3 – Suojarakennuksen epälineaarisen 3D-rakennemallin kuvauksen tarkastus; VTT
- OL3 – Rakennusteknillisten suunnitelmien tarkastus; Jäähdytysvesipumppaamon UQA suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- FINFLO-ohjelma; Ohjelman kehittäminen kaksifaasivirtausten analysointiin; Finflo Oy
- OL3 – Rakennusteknillisten suunnitelmien tarkastus; Apurakennuksen UKA suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- OL3 – Reaktoripolttoainetta koskevat analyysit; Polttoaineen ja laitoksen termohydraulisen käyttäytymisen yhdistävät mallit; OL3 polttoaineen normaalikäytön lämpötekniiset analyysit; VTT Prosessit
- OL3 – Rakennusteknillisten suunnitelmien tarkastus; Reaktorirakennus UJA, sisärakenteet tasolta -7.80 tasolle -2.30, suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- OL3 – Reaktorirakennus, jännitetyn suojakuoren suunnitteluaineiston tarkastus; CEB 11508 RP 214-217; VTT
- OL3 – Rakennusteknillisten suunnitelmien tarkastus; Reaktorirakennuksen UJA sisärakenteet, reaktorikuilun suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- OL3 – Radioaktiivisen jätteen käsittelyrakennuksen (UKS) suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy
- Ydinvoimalaitosten automaatiojärjestelmien arviointi; OL3 sekä Lo1&2 uudistus, v. 2005 osuus; VTT Tuotteet ja tuotanto
- OL3 – Lämpövuon sydänsulan leviämisalueelta jäähdytteeseen vakavassa reaktorionnettomuudessa; VTT
- Sääilmiöiden vaikutus ydinvoimalaitosten turvallisuuteen; Osallistuminen sääilmiöitä ja muita ympäristötekijöitä koskevaan seminaariin; Merentutkimuslaitos
- OL3 – Betonin osa-aineet; Masuunikuorman aktiivisuuskertoimet eri rasisitusluokissa; VTT
- OL3 – Turvallisuusvaatimusten hallinta ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen hankinnoissa; Pia Oedewald; VTT
- OL3 – Turvallisuusvaatimusten hallinta ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen hankinnoissa; Aila Valkila



OL3 – Turvallisuusvaatimusten hallinta ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen hankinnoissa; Pertti Pitkänen; VTT

OL3 – Pinnoitteet; Pinnoitussuunnitelmien tarkastaminen sekä pinnoitteiden ja pintakäsittelyjen valvonta/tarkastukset; Ins.tsto H. Raatikainen

OL3 – Lentokonetörmäysseinien rakenteellinen kestävyys ja törmäyksen aiheuttamat värinät; Osallistuminen kokoukseen 6.7.2006; VTT

OL3 – Suojarakennuksen altaat; (30FAE01, 30FAF01, 30FAF02, 30FAF03) vuorauksien rakennesuunnitelmien tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

OL3 – Betonin osa-aineet; Masuunikuorman aktiivisuuskertoimet eri rasisitusluokissa; VTT

OL3 – Suojarakennuksen altaat; Altaiden (30FAB01, 30FAB11 ja FAB12) vuorauksen rakennesuunnitelman tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

OL3 – Primääripiirin vesikemia; Vesikemian spesifikaatio; VTT

Volley-koelaitteisto; Mittaustulosten analysointi (diplomityö); LTY

FIN5 – Suojarakennuksen käyttäytymisen analysoiminen onnettomuustilanteissa; APROS-suojarakennusmallin täydentäminen; VTT Prosessit

OL3 – Pinnoitteet; Pinnoitesuunnitelmien ja -työn tarkastus, betoni -ja teräspintojen maalausyhdistelmien tarkastus; Fortum Power and Heat Oy, Turbines

FIN5 – TRAB-3D/SMABRE-malli; EPR-mallin rakentaminen sekä reaktorin käyttäytymistä häiriötilanteessa selvittävät analyysit; VTT Prosessit

## Ydinjätehuolto

### Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

Loviisan VLJ-luolan turvallisuusperustelun arviointi; VTT

Posiva – Olkiluodon paikatutkimuksiin liittyvien geologisten selvitysten ja Onkalon rakentamiseen liittyvien laatuohjeiden arviointi; Olkiluoto Review Group (Sven A. Tiren, Auli Niemi, Martin Mazurek, Ove Stephansson)

Posiva – Käytetyn polttoaineen loppusijoituskapaselin suunnittelun arviointi; Hannu Hänninen

Posiva; Onkalo-projektin kallioteknisten suunnitelmien ja rakentamisen tarkastaminen; Ortogeo Oy

Scoping calculation of coupled modeling of far-field radionuclide migration; University of St. Petersburg

Alternative transparent tools for uncertainty analysis in safety assessment; Comissão Nacional de Energia Nuclear

Satelliittikuvien hankinta Olkiluodon ydinlaitosalueelta, perusprosessointi, muutostulkinta ja tulostaminen; VTT

Envimon-projekti (STUKin osuus) – kaukokartoitusaineiston analysointi- ja käsittelyjärjestelmän kehittäminen; VTT