

# **YDINENERGIAN KÄYTTÖ**

## **Suomi ja lähialueet**

Neljännesvuosiraportti 4/2000

**Kirsti Tossavainen (toim.)**

ISBN 951-712-442-2  
ISSN 0781-2884

Oy Edita Ab, Helsinki 2001

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinenergian käyttö, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 4/2000. STUK-B-YTO 207. Helsinki 2000. 19 s. + liitteet 4 s.

ISBN 951-712-442-2

ISSN 0781-2884

**Avainsanat:** painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

## TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa esitetään tietoja Suomen ja Suomen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista ja yleistä mielenkiintoa herättäneistä tapahtumista. Lisäksi raportoidaan Säteilyturvakeskuksen (STUK) valmiustoimintaan liittyvistä merkittävistä asioista sekä STUKin toiminnasta ydinlaitosten valvontaviranomaisena.

Suomen ydinvoimalaitokset olivat tuotantokäytössä koko neljännen vuosineljänneksen. Laitosyksiköiden tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Valvontansa perusteella STUK katsoo, että laitosyksiköiden käyttö oli turvallista.

STUKissa tehtiin osana Suomen ydinlaitosten turvallisuusvalvontaa kaksi erityistä tutkintaa. Toisessa selvitettiin ydinvoimalaitosten turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten tilanteiden taustalla olevia yhteisiä tekijöitä sekä mahdollisia tällaisten tilanteiden lisääntymiseen johtaneita syitä. Toisessa tutkinnassa selvitettiin Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeän parannustyön viivästymistä. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisista laitostilanteista oli yleisesti todettavissa, että inhimilliset ja organisatoriset tekijät ovat kaikkien tapahtumien taustalla. Merkittävimpänä yhteisenä tekijänä voitiin osoittaa muutostilanteiden hallintaan liittyvät asiat. Parannustyön viivästymistä koskeva tutkinta toi esille puutteita sekä voimayhtiön että STUKin toiminnassa. Voimayhtiössä merkittävimpiä syitä viivästymiseen olivat toteutus päätösten lykkääntyminen ja epätäydellisten asiakirjoja-aineistojen toimittaminen STUKille. STUKissa merkittävin puute oli se, että parannukseen kuuluvia muutostöitä oli käsitelty yksittäisinä asioina kokonaisvaltaisen käsittelyn sijasta.

Ydinvoimalaitosten työntekijöiden saamat henkilökohtaiset säteilyannokset vuonna 2000 olivat asetettujen rajojen alapuolella. Radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat huomattavasti asetettuja rajoja pienemmät eikä ydinvoimalaitosten ympäristöstä otetuissa näytteissä ollut havaittavissa väestön säteilyaltistuksen kannalta merkityksellisiä määriä ydinvoimalaitoksista peräisin olevia radioaktiivisia aineita.

Vuosineljänneksellä ei ollut tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi Suomessa. Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA tiedotti joulukuussa jäsenmailleen, että Ranskasta on löytynyt radioaktiivisia, koboltti 60:tä sisältäviä, rannekelloja. Tehtyjen selvitysten mukaan kyseisiä rannekelloja ei ole ollut myynnissä Suomessa. Säteilytilanne oli Suomessa normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Lähialueen ydinvoimalaitoksilla eli Kuolan ja Leningradin laitoksilla ei vuosineljänneksellä ollut toimintahäiriöitä.

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisan voimalaitos	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	6
2.1.2 Säteilyturvallisuus	6
2.2 Olkiluodon voimalaitos	11
2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	11
2.2.2 Säteilyturvallisuus	12
2.3 Valvontatoiminta	13
3 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	15
3.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat	15
3.2 Ympäristön säteilyvalvonta	16
3.3 Rajavalvonta ja kuljetukset	17
3.4 Yhteyskokeilut ja valmiusharjoitukset	18
4 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	19
LIITE 1: Ydinvoimalaitosten valvonta	20
LIITE 2: Suomen ydinvoimalaitosten laitostiedot	21
LIITE 3: STUKin valmiustoiminta	22
LIITE 4: INES-asteikko	23

# 1 JOHDANTO

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Ydinvoimalaitoksiin kohdistuvan valvonta- ja tarkastustoiminnan osa-alueet esitetään liitteessä 1. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevat yleistiedot ovat liitteessä 2.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen sekä lähialueiden ydinlaitosten käyttöä sekä turvallisuuden kannalta merkittävimpiä tapahtumia. Raportissa esitetään myös merkittävimpiä Suomen ydinjätehuoltoa koskevia asioita. Lisäksi raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Yleiskuvaus valmiustoimin-

nasta esitetään liitteessä 3. Yhteenvedot ydinvoimalaitosten työntekijöiden ja ympäristön säteilyturvallisuudesta esitetään ainoastaan vuoden viimeisen neljänneksen raportissa, ellei normaalista poikkeavaa ole havaittu.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintaansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiinsa tietoihin ja tekemiinsä havaintoihin. Suomen ydinvoimalaitoksilla sattuneet tapahtumat luokitellaan ydinvoimalaitostapahtumien kansainvälisen vakavuusasteikon (INES, International Nuclear Event Scale) mukaisesti. Suomen lähialueen ydinvoimalaitostapahtumien INES-luokka ilmoitetaan, mikäli virallinen luokitus on käytettävissä. INES-asteikko esitetään liitteessä 4.

## 2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET

*Kirsti Tossavainen, Kirsi Alm-Lytz, Jarmo Konsi, Hannu Ollikkala,  
Seija Suksi*

### 2.1 Loviisan voimalaitos

#### 2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat yksiköt olivat tuotantokäytössä koko neljännen vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin tällä vuosineljänneksellä oli 99,9 % ja Loviisa 2:n 100,0 %. Vastaavat luvut koko vuodelle 2000 olivat Loviisa 1:lle 84,8 % ja Loviisa 2:lle 91,0 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

#### **Höyrystintilan maalipinnoitteen irtoamista koskeva selvitys**

Loviisa 1:llä 17.8.2000 ja 18.8.2000 tapahtuneiden vesivuotojen jälkeen (STUK-B-YTO 204, 2000) todettiin höyrystintilan lattiapinnoitteen irtoilleen. STUK pyysi voimayhtiötä selvittämään irtoavan pinnoitteen vaikutukset laitosyksiköiden turvallisuuteen, koska onnettomuusolosuhteissa pinnoitteen irtoaminen ja mahdollinen kulkeutuminen lattiakäivöihin saattaisi vaarantaa hätäjäähdytysveden kierron. Lisäksi voimayhtiöltä edellytettiin kokeellisesti perusteltu selvitys irronneen pinnoitteen vaikutuksesta hätäjäähdytysjärjestelmän suodattimien toimintaan.

Kokeellista selvitystä varten Loviisa 1:n höyrystintilan pinnoitteista irrotettuja levyjäsiä kappaleita murskattiin Fortum Engineering Oy:n laboratoriossa voimakkaalla vesisuihkulla, jolla jäljiteltiin onnettomuustilanteessa putkikatkoa aiheutuvan purkauksen vaikutusta. Valtaosa murskautuneesta materiaalista jäi niin suurikokoiseksi, että se ei olisi pystynyt kulkeutumaan veden mukana niillä virtausnopeuksilla, joita höyrystintilan lattialla olevassa vedessä onnettomuustilanteessa esiintyy. Näin ollen höyrystinti-

lan maalipinnoitteen irtoaminen ei onnettomuustilanteessa voi aiheuttaa hätäjäähdytysveden kierron tukkeutumista.

Laboratoriokokeissa tutkittiin lisäksi hienoksi jauhetun maalipinnoitteen vaikutusta hätäjäähdytysjärjestelmien suodattamien tukkeutumiseen. Kokeiden perusteella voitiin todeta, että suurimatkkaan mahdollisiksi arvioidut pinnoitteesta irtoavat määrät hienojakoista pinnoitetta eivät vaaranna suodattimien kautta tapahtuvaa hätäjäähdytysveden kiertoa onnettomuustilanteessa.

Tehtyjen selvitysten ja kokeiden tulosten perusteella höyrystintilan pinnoitteen irtoamisesta huolimatta turvallisuustoiminnot olisivat onnettomuustilanteessa olleet käytettävissä suunnitelmien mukaisesti.

#### 2.1.2 Säteilyturvallisuus

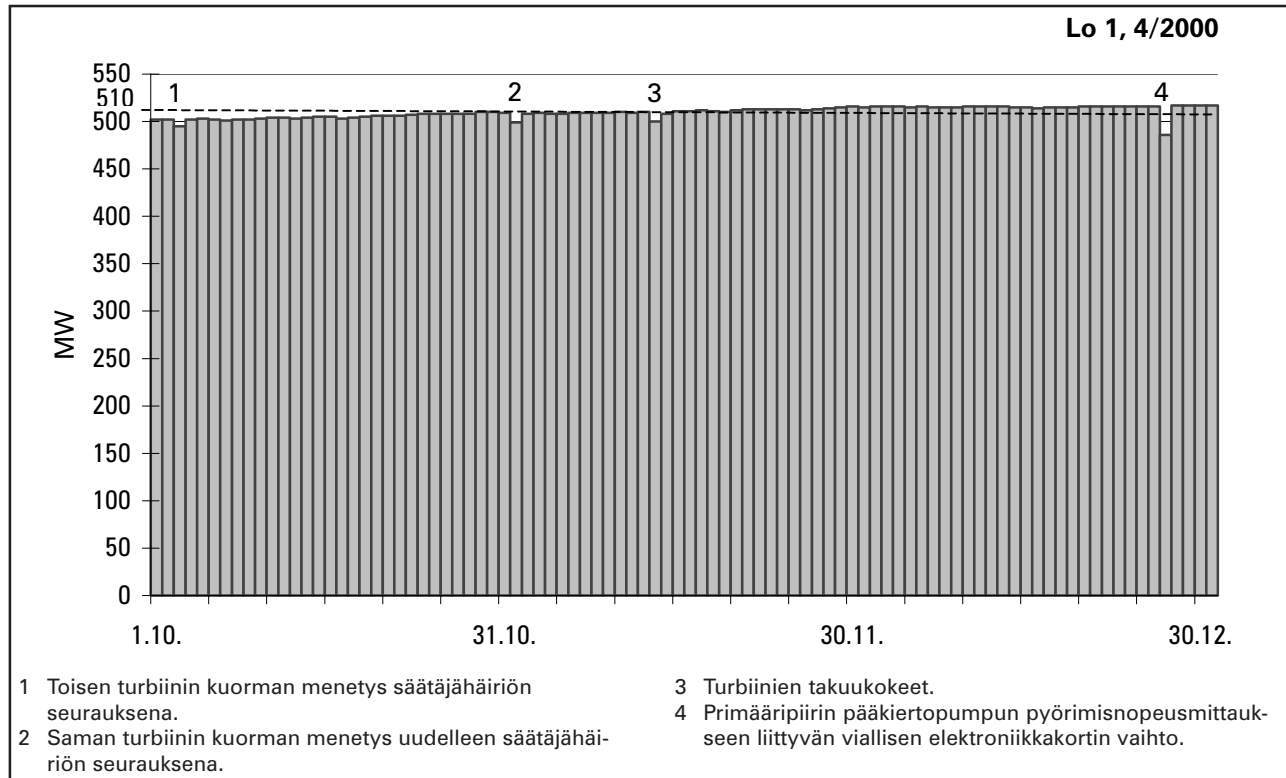
##### **Työntekijöiden säteilyaltistus**

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2000 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2000 on esitetään taulukossa I. Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 18,4 mSv. Annos oli kertynyt työskentelystä sekä Loviisa 1:n että 2:n vuosihuolloissa. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 16,5 mSv ja Loviisa 2:n seisokissa 7,9 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa. Viisivuotisjaksolla 1996-2000 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos 93,2 mSv on saatu Loviisan ydinvoimalaitoksella.

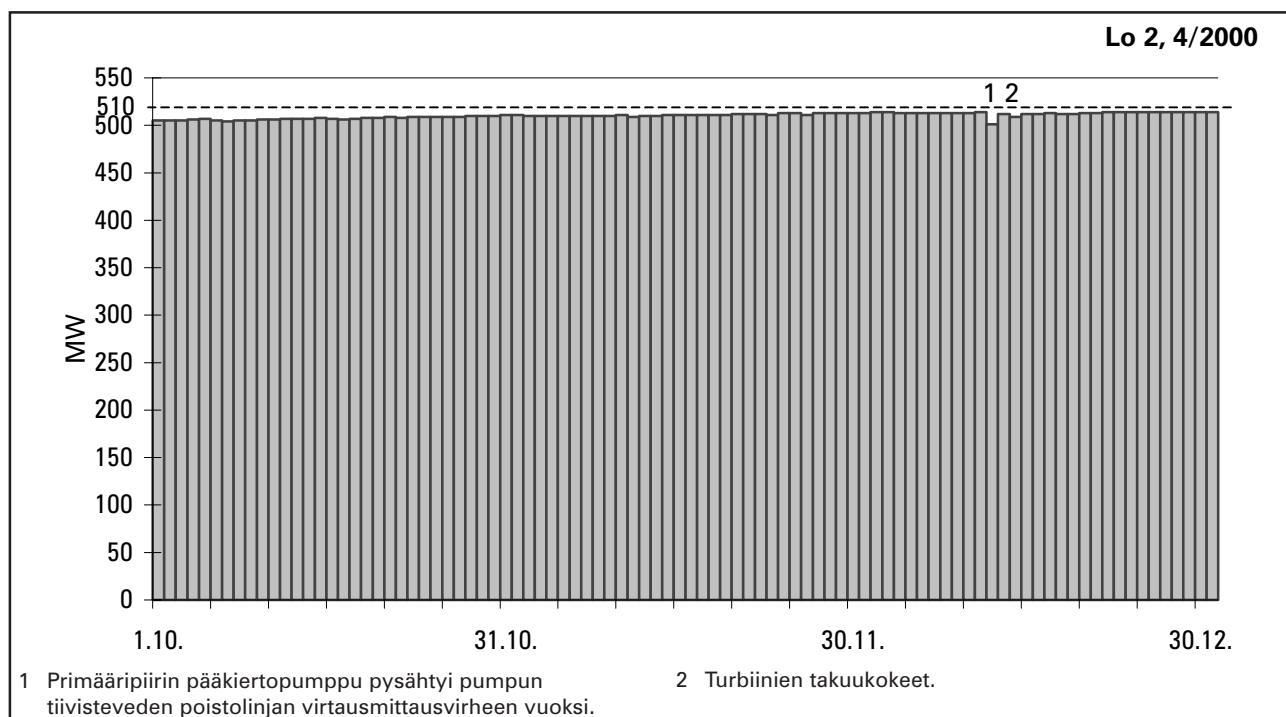
Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos vuonna 2000 oli Loviisan molemmilla laitosyksi-

köillä yhteensä 2,26 manSv. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 3. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 1,67 manSv ja Loviisa 2:lla 0,47 manSv. Vuoden

2000 kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli edellisvuosia suurempi, mikä johtui suunnitellusta, tavanomaista suuremmasta työmäärästä ja ennakoimattomista töistä sekä pidentyneestä vuosiuollosta. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Loviisan yhdelle laitospöytäyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden



**Kuva 1.** Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka-joulukuussa 2000.



**Kuva 2.** Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka-joulukuussa 2000.

**Taulukko I.** Loviisan ja Olkiluodon laitousyksiköiden työntekijöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2000.

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

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

keskiarvona 1,22 manSv. Vuonna 1999 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,80 manSv ja Loviisa 2:lla 0,56 manSv. Siten Loviisa 1:llä tämä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona määritelty ohjearvo ylittyi 0,04 manSv:llä.

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2000 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat

0,03 % asetetuista rajoista. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja biologisen suojan välisessä ilmatilassa luonnostaan olevan argonin aktivointituote argon 41. Radioaktiiviset jodipäästöt olivat alle havaitsemisrajan. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 11 TBq on noin 7 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,1 GBq, mikä on noin 0,01 % päästörajasta. Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt vuonna 2000 esitetään taulukossa II.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellystä raja-arvosta 100 mSv. Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 4.

### Ydinvoimalaitosympäristön säteilyvalvonta

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

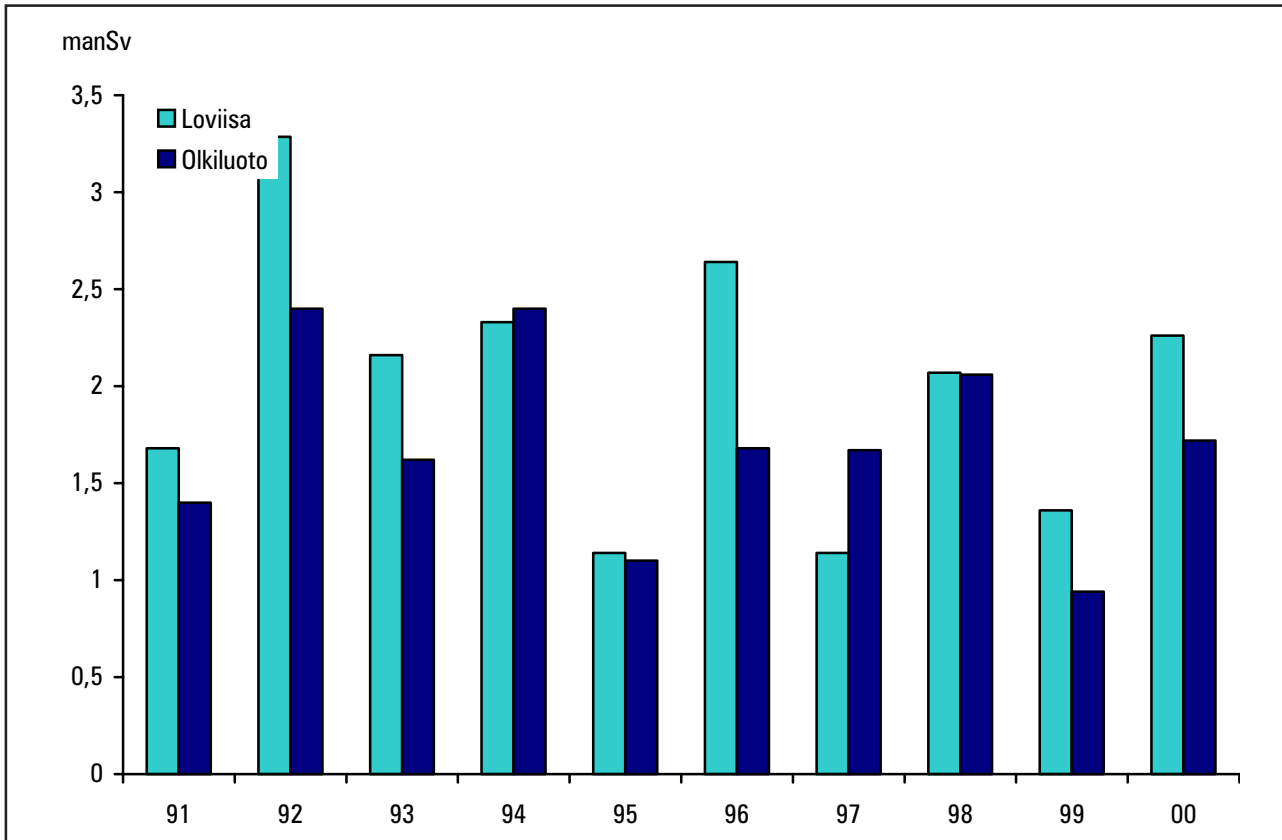
Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti vuonna 2000 yhteensä 324 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdessä ilmanäytteessä, kuudessa laskeumanäytteessä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, 11 vesikasvinäytteessä, seitsemässä sedimentoituvan aineksen näytteessä ja viidessä merivesinäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa paitsi ilmassa. Havaintoja oli yhteensä 25. Seuraavaksi yleisimpiä olivat mangaanin ja hopean radioaktiiviset isotoopit (hopea 110m 16 havaintoa) ja (mangaani 54 12 havaintoa). Muutamissa vesiympäristön näytteissä esiintyi lisäksi seuraavia radioaktiivisia aineita (suluissa havaintojen lukumäärä): tritium (5) kromi 51 (1), koboltti 58 (7), strontium 89 (1), zirkonium 95 (1), niobium 95 (2), telluuri 123m (3) ja antimoni 124 (5).

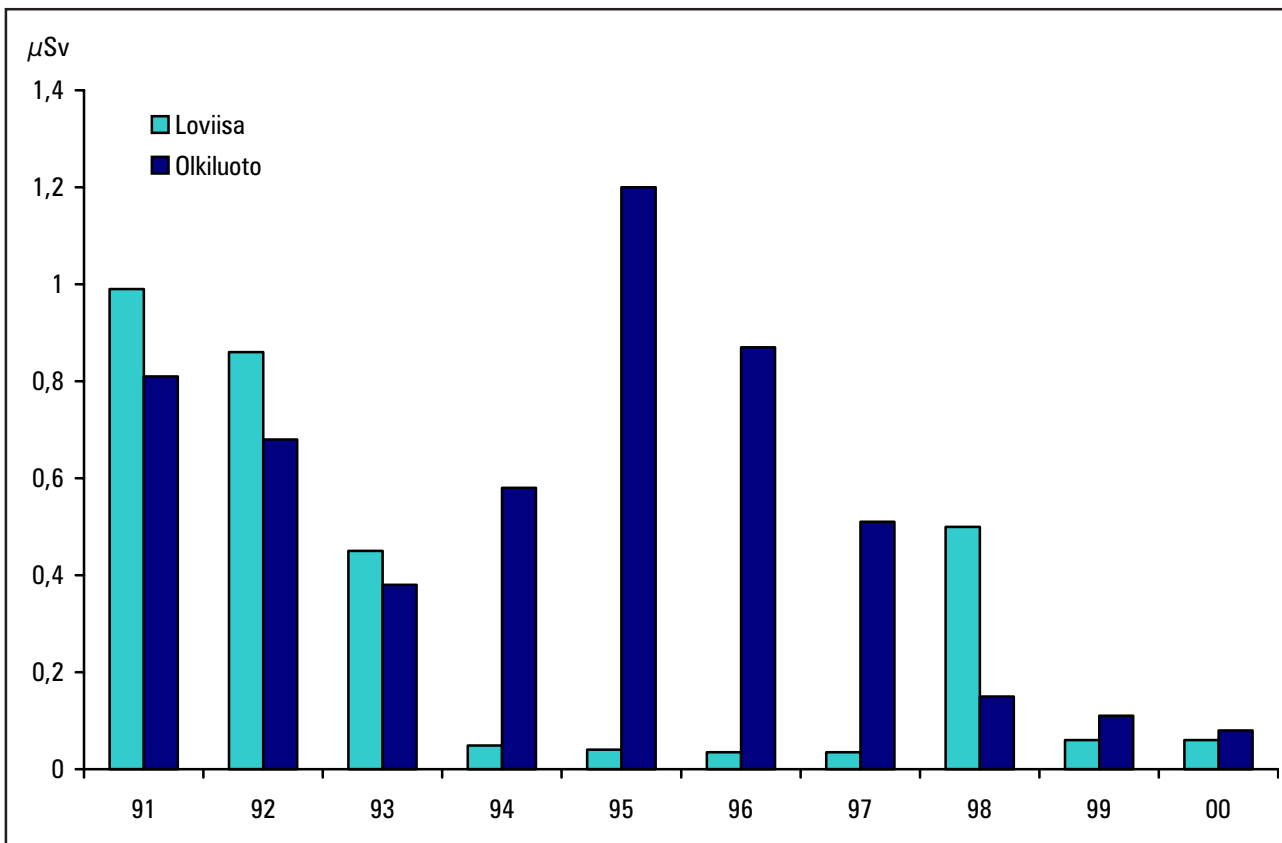
Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös





**Kuva 3.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.



**Kuva 4.** Altistuneimman väestönosan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristössä.

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

Päästöt ilmaan nuklidiryhmittäin (Bq) a)					
Laitospaikka	Jalokaasut (krypton 87 -ekviva- lenteina)	Jodit (jodi 131 -ekviva- lenteina)	Hiukkas- maiset aineet	Tritium	Hiili 14
<b>Loviisa</b>					
Vuonna 2000	$5,4 \cdot 10^{12}$	$5,7 \cdot 10^3$	$6,2 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^{11}$	$2,8 \cdot 10^{11}$
<b>Olkiluoto</b>					
Vuonna 2000	$3,0 \cdot 10^{11}$	$7,9 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^{11}$	b)
<b>Vuosipäästörajat</b>					
Loviisa	$2,2 \cdot 10^{16}$ c)	$2,2 \cdot 10^{11}$ c)			
Olkiluoto	$1,8 \cdot 10^{16}$	$1,1 \cdot 10^{11}$			
Päästöt veteen nuklidiryhmittäin (Bq) a)					
Laitospaikka	Tritium	Muut nuklidit			
<b>Loviisa</b>					
Vuonna 2000	$1,1 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^8$			
<b>Olkiluoto</b>					
Vuonna 2000	$1,0 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^9$			
<b>Vuosipäästörajat</b>					
Loviisa	$1,5 \cdot 10^{14}$	$8,9 \cdot 10^{11}$ c)			
Olkiluoto	$1,8 \cdot 10^{13}$	$3,0 \cdot 10^{11}$			

a) Radioaktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq): 1 Bq = 1 ydinmuutos sekunnissa.  
b) Kokeelliseen tutkimukseen perustuva hiili 14 -päästöarvio Olkiluodossa oli vuonna 2000  $7,6 \cdot 10^{11}$  Bq.  
c) Lukuarvo ilmoittaa laitosaluetta koskevan nuklidiryhmäkohtaisen päästörajan olettaen, että muita päästöjä ei tapahtuisi. Kokonaispäästöraja lasketaan siten, että eri ryhmien päästörajojen summa on enintään 1.

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

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on ydinvoima-

laitosten ympäristöön sijoitettu annosmittareita noin kahteenkymmeneen pisteeseen 1–10 km etäisyydelle laitoksista sekä 25 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon (ks. luku 3.2). Valvontaa täydennetään annosnopeuden tarkistusmittauksilla sekä spektrometrisillä mittauksilla. Loviisan laitoksen ympäristössä tehtiin 12 tällaista ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

## 2.2 Olkiluodon voimalaitos

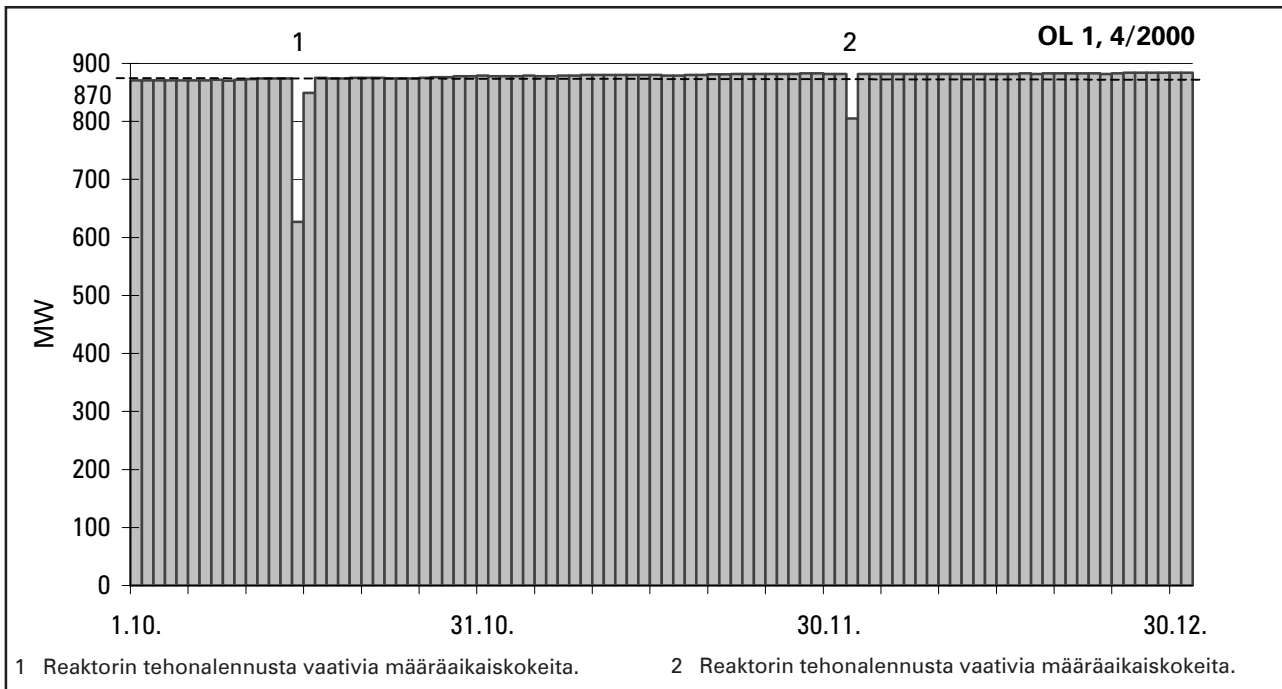
### 2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat yksiköt olivat tuotantokäytössä koko neljännen vuosineljänneksen. Kummankin Olkiluodon laitosesikön energiakäyttökerroin oli vuosineljänneksellä 100,6 %. Koko vuodelle 2000 energiakäyttökertoimet olivat Olkiluoto 1:llä 95,7 % ja Olkiluoto 2:lla

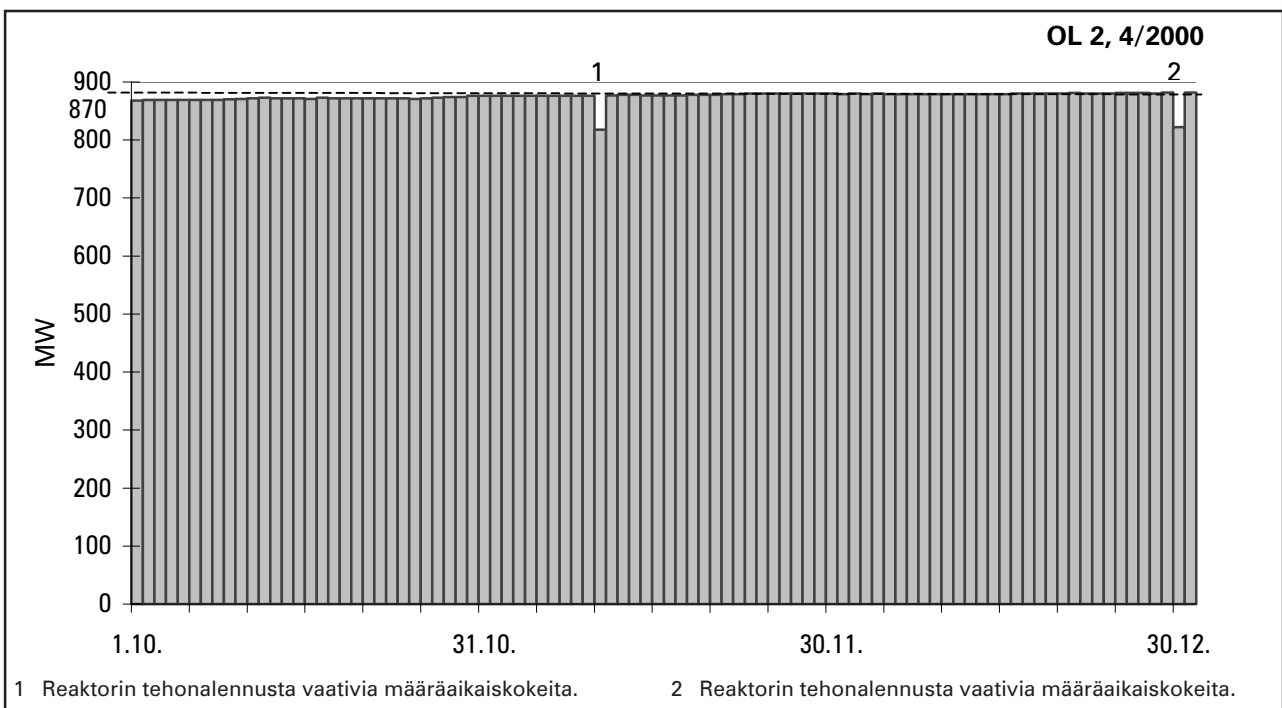
95,5 %. Laitosesiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 5 ja 6.

### Venttiilitoimilaitteiden hammaspyörien vaurioituminen

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän venttiilien toimilaitteiden bakeliittimuovisia hammaspyöriä on murtunut määräaikaikokeissa. Ensimmäi-



**Kuva 5.** Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka-joulukuussa 2000.



**Kuva 6.** Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho loka-joulukuussa 2000.

nen murtumistapaus oli Olkiluoto 1:llä 14.8.2000 tehdyssä määräaikaikokeessa. Toimilaitte vaihdettiin varastosta vastaavaan toimilaitteeseen, jossa oli bakeliittinen hammaspyörä. Järjestelmän toisen venttiilin määräaikaikokeessa 11.12.2000 toimilaitte ei toiminut täydellisesti ja hammaspyörän todettiin olevan vaurioitunut. Vaurioituneen hammaspyörän tilalle tehtiin uusi messinkinen hammaspyörä, koska bakeliittimuovisia hammaspyöriä ei ollut saatavana.

Bakeliittimuovisten hammaspyörien toistuvien vikautumisten vuoksi voimayhtiö päätti asentaa kummallekin laitosyksikölle messinkisiä hammaspyöriä reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän venttiilien toimilaitteisiin. Vaihtoja alettiin tehdä vuodenvaihteen jälkeen ja niiden yhteydessä tehdyissä kokeissa ja tutkimuksissa ilmeni vauriota muidenkin järjestelmän venttiilien toimilaitteissa. Tapahtumaa ja sen turvallisuusmerkitystä selvitetään vuoden 2001 ensimmäisen neljänneksen raportissa.

## 2.2.2 Säteilyturvallisuus

### Työntekijöiden säteilyaltistus

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työkennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2000 alittivat vuosiansosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2000 on esitetään taulukossa I. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 14,9 mSv. Annos oli kertynyt työskentelystä sekä Olkiluoto 1:n että 2:n vuosihuolloissa. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 11,4 mSv ja Olkiluoto 2:n vuosihuollossa 11,9 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltä 100 mSv annosrajaa.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyaltistus vuonna 2000 oli 1,72 manSv. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 3. Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 0,87 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,67 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Vuonna 1999 työntekijöiden kol-

lektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 0,49 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,45 manSv.

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

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

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,08 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 µSv). Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 4.

### Ydinvoimalaitosympäristön säteilyvalvonta

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

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin vuonna 2000 yhteensä 295 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa laskeumanäytteessä, yhdessä sadevesinäytteessä, yhdessä jäkälänäytteessä, kahdessa pohjelaennäytteessä, yhdessä merivesinäytteessä, 16 vesikasvinäytteessä ja 15 sedimentoituvan aineksen näytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa paitsi sadevedessä. Havaintoja oli yhteensä 37. Seuraavaksi yleisin oli mangaani 54, jota havaittiin vesikasveissa yhteensä yhdeksän kertaa. Kolmessa vesikasvinäytteessä esiintyi lisäksi koboltin toista radioaktiivisia isotooppia (koboltti 58). Yhdessä sade- ja yhdessä merivesinäytteessä oli kohonnut tritiumpitoisuus.

Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten ai-

neiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä tehtiin lisäksi 12 ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

## 2.3 Valvontatoiminta

### Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset

STUK teki sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla tarkastusohjelmaansa kuuluvia tarkastuksia. Ohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuoden 2000 tarkastusohjelma sisälsi 16 tarkastusta Loviisan laitokselle ja 17 Olkiluodon laitokselle. Loviisan voimalaitoksella tehtiin tällä vuosineljänneksellä seitsemän tarkastusta ja Olkiluodon laitoksella viisi tarkastusta.

Vuosineljänneksellä tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita Loviisan eikä Olkiluodon laitostyöyksiköiden käyttötoiminnassa.

### Käyttötapahtumien tutkinta

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

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

Vuonna 2000 STUKissa tutkittiin seuraavat kaksi tapahtumaa:

### *Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet*

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vastaisen laitostilanteiden määrän oli todettu vuonna 1999 lisääntyneen edellisiin vuosiin verrattuna sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla. Tutkinnalla selvitettiin näiden laitostilanteiden taustalla olevia yhteisiä tekijöitä sekä mahdollisia tapahtumien lisääntymiseen johtaneita syitä.

Tapahtumien lisääntymisen syiksi ei löydetty mitään yksiselitteistä tekijää. Tapahtumien määrittelyssä TTKE:n vastaisiksi oli havaittavissa tulokinnanvaraisuutta, millä on saattanut olla vaikutusta tapahtumien määrän kasvuun. TTKE:n vastaisista laitostilanteista on yleisesti todettavissa, että inhimilliset ja organisatoriset tekijät ovat kaikkien tapahtumien taustalla. Merkittävimpänä yhteisenä tekijänä voitiin osoittaa muutostilanteiden hallintaan liittyvät asiat. Viidessä tapahtumassa tilanteen kehittymiseen TTKE:n vastaisiksi on oleellisesti vaikuttanut alkuperäisten suunnitelmien muuttuminen ja tämän riittämättömän huomiointi töiden uudelleensuunnittelussa. Syynä tapahtumiin eivät olleet puutteet TTKE:n selkeydessä, tuntemisessa tai tulkinnessa. Tilanteet eivät myöskään aiheutuneet tietoisista TTKE-rikkomuksista.

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

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

*Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteiden jäähtymisen syötön varmentaminen*

Tutkinnalla selvitettiin Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeän muutostyön viivästyminen. Suunnitellulla muutoksella oli tarkoitus varmentaa primääripiirin pääkiertopumppujen tiivisteiden jäähtymistä pumppujen tiiveyden varmistamiseksi. Muutostyön tärkeys oli todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien (PSA) perusteella noussut merkittäväksi osaksi sydänvaurioriskiä, kun laitosyksiköillä vuosien mittaan tehtyjen turvallisuutta parantavien muutosten seurauksena jäähtymisveden menetystä merkittävämmät riskitekijät on eliminoitu.

Tiivisteitä jäähtytetään primääripiirin vedellä, jota puolestaan jäähtytetään välijäähtytyspiirissä kiertävällä vedellä. Välijäähtytyspiiriä jäähtytetään sivumerivesipiirillä. Loviisa 1:llä oli vuonna 1998 sivumerivesipiirin vuoto, jonka eristämisen yhteydessä aiheutettiin häiriö välijäähtytyspiirin toimintaan. Häiriön seurauksena pääkiertopumppujen tiivisteveden lämpötila nousi ohjeissa asetettua rajaa korkeammaksi (STUK-B-YTO 188, 1999).

Suunnitellulla parannuksella mahdollistetaan boorijärjestelmän veden käyttö tiivisteiden jäähtyttämiseen. Järjestelmän vesi on niin kylmää, ettei sitä tarvitse erikseen jäähtyttää. Jäähtymisveden syöttö kääntyisi automaattisesti tapahtumaan boorijärjestelmästä tiivisteveden lämpötilan noustessa. Parannus vaatii myös muutoksia suojaus- ja säätöjärjestelmiin sekä uusia lämpötilamittauksia.

Voimayhtiössä oli tehty aloite muutostyöstä kesällä 1998 ja muutossuunnitelma vuotta myöhemmin. Muutostyö oli tarkoitus toteuttaa Loviisa 2:lla vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa. STUK hyväksyi voimayhtiön toimittaman järjestelmätason ennakkotarkastusaineiston keväällä 2000. Muutostyöhön liittyvän automaatioteknisen ennakkotarkastusaineiston valmistuminen voima-

yhtiössä viivästyi ja STUKille se toimitettiin hyväksyttäväksi heinäkuun lopulla. Aineiston tarkastuksessa havaittiin, ettei se kaikilta osin täytännyt STUKin ohjeissa asetettuja vaatimuksia. Kesken asian käsittelyn voimayhtiöstä ilmoitettiin STUKille, että muutostyötä ei ehditä tehdä seisokissa, koska ennakkotarkastusaineiston hyväksymistä ei ollut saatu STUKilta ajoissa.

Tutkinnassa tuli esille puutteita sekä voimayhtiön että STUKin toiminnassa. Voimayhtiössä merkittävimpiä syitä suunnitelmien myöhäiseen valmistumiseen oli toteutus päätösten lykkääntyminen. Muutoksen suunnitteluun käytetyt aika- ja henkilöresurssit olivat riittämättömiä ja muutoksen suunnittelussa tarvittavien analyysien määrä aliarvioitiin alun perin.

STUKissa asiakirja-aineistojen käsittelyn viivästyminen vaikutti niiden myöhäinen saapuminen STUKiin ja aineistojen käsittelyn ajoittuminen päällekkäin kaksi viikkoa suunniteltua pitemmäksi venyneen Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokin valvonnan kanssa. Muutostyön tärkeyttä ei STUKissa tunnettu riittävän laajasti ja muutostyön eri osa-alueita oli käsitelty yksittäisinä asioina kokonaisvaltaisen käsittelyn sijasta.

Puutteiden poistamiseksi STUKissa kehitetään laajojen muutostöiden valvontamenettelyä. Voimayhtiön puolestaan edellytetään kiinnittävän huomiota siihen, että muutostöiden suunnittelussa otetaan huomioon STUKin ohjeissa asetetut vaatimukset ja perustellaan mahdolliset poikkeamiset vaatimuksista.

### **Muu valvontatoiminta**

Edellä esitetyn ydinvoimalaitostapahtumia koskevan valvonnan lisäksi STUKissa tarkastettiin erilaisia voimayhtiöiden toimittamia suunnitelmia, analyyskejä ja raportteja. STUK hyväksyi myös voimayhtiöiden hakemuksesta voimayhtiöiden palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä.

## 3 STUKIN VALMIUSTOIMINTA

Anne Weltner

### 3.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat

Vuoden 2000 viimeisellä neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, joissa olisi ollut aiheutta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä 34 tapahtuman johdosta. Yksi yhteydenotto koski Suomen ydinvoimalaitostapahtumia ja neljä yhteydenottoa liittyi ulkomaisiin tapahtumiin, joista yksi koski seismisiä havaintoja. Muut päivystäjän vastaanottamat ilmoitukset liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla, raja-asemilla ja kuljetusten yhteydessä sekä yhteyskokeiluihin ja valmiusharjoituksiin.

#### Suomen ydinvoimalaitostapahtumat

Loviisan ydinvoimalaitos otti 12.12.2000 yhteyttä päivystäjään. Ilmoitus koski Loviisa 2:n primääripiirin pääkiertopumpun pysähtymistä. Itse pumpu ei ollut viallinen, vaan pumpun tiivisteveden poistolinjassa oleva virtausmittaus toimi virheellisesti. Tapahtumalla ei ollut merkitystä laitosyksikön turvallisuudelle.

#### Tapahtumat ulkomailla

Marraskuussa Suomen tiedostusvälineet ottivat yhteyttä STUKin päivystykseen tietotoimisto AFP:n uutisen johdosta. Uutisen mukaan Siperiassa sijaitsevaan Tom-jokeen on päästetty suuria määriä radioaktiivista jätettä. Asiaa selvitettyäessä osoittautui, että Severskin ydinenergiakompleksista oli tiettävästi päässyt Tom-jokeen radioaktiivisia aineita jo usean vuoden ajan.

Joulukuussa tiedotusvälineet uutisoivat radioaktiivisesta vuodosta venäläisessä Novovoronezhin ydinvoimalaitoksessa. STUK tiedusteli asi-

aa IAEA:lta, joka välitti venäläisten antamat tiedot tapauksesta: ”Venäjällä Novovoronezhin ydinvoimalaitoksen läheisyydestä on löytynyt radioaktiivinen esine. Tapauksesta ei aiheutunut vaaraa laitoksen henkilökunnalle tai yleisölle. Tapahtuma on luokiteltu INES-luokkaan 1.”

#### Radioaktiiviset rannekellot

IAEA tiedotti 4.12.2000 kaikille yhteyspisteilleen ympäri maailmaa, että Ranskassa oli myyty radioaktiivisia rannekelloja. Havainto oli tehty jo 9.11.2000, kun Tricastinin ydinvoimalaitoksessa ohjaajan radioaktiivisuusmittauksissa löytyi koboltti 60:tä. Se ei ollut peräisin ydinvoimalaitoksesta, vaan radioaktiivisuus havaittiin rannekelon hihnassa. Ranskan säteilyturvallisuusviranomaisen keräsi välittömästi analyysiä varten kyseisiä rannekelloja niitä myyvän liikeketjun myymälöistä

Yli 3000 kellon radioaktiivisuus mitattiin. Mittauksissa todettiin, että noin puolet kelloista sisälsi koboltti 60:tä. Radioaktiivisuus oli kellon rannekkeessa olevissa liitostapeissa. Kukin tappi painoi 0,2 grammaa ja sisälsi koboltti 60:tä 1000 Bq. Tappeja oli rannekkeessa 2–6 kappaletta. IAEA:sta saadun tiedon mukaan rannekkeen aiheuttama altistus on suuruudeltaan 30–40 µSv/h. Noin vuoden aikana ihoannos on suuruusluokkaa 300 mSv. Vertailun vuoksi todettakoon, että Suomessa säteilyasetuksen mukainen työntekijöiden ihoannosraja on 500 mSv ja väestön 50 mSv.

Ranskassa rannekelloja myytiin 26.10.–9.11.2000 välisenä aikana tuotemerkillä TROPHY. Liikeketju oli ehtinyt myydä kyseisiä kelloja noin 1500 kappaletta. Kellot oli valmistettu Hongkongissa. IAEA:lta saadun tiedon mukaan Kiinan viranomaiset olivat ryhtyneet toimiin Hongkongissa ongelman selvittämiseksi.

STUK selvitti yhdessä Kuluttajaviraston kanssa tilannetta Suomessa. Kuluttajaviraston mukaan radioaktiivisia osia sisältäneitä rannekelloja ei löytynyt Suomesta. Kuntien terveystarkastajat tarkastivat noin neljäkymmentä kelloliikettä ympäri maan. Myynnissä ei ollut TROPHY-merkkisiä kelloja. Myöskään Suomen Kelloseppäliiton mukaan kyseisiä kelloja ei ole ollut myynnissä Suomessa.

### *Seismiset tapahtumat*

Marraskuussa seismologian laitos ilmoitti seismisistä havainnoista Barentsin merellä elokuussa uponneen ydinsukellusvene Kurskin uppoamispaikan läheisyydessä. Seismologian laitoksen mukaan signaalit näyttivät vedenalaisten räjähdysten tuottamilta. Räjähdysten suuruus oli noin sadan dynamiittikilon luokkaa eli kyseessä oli suhteellisen pieni ilmiö.

## 3.2 Ympäristön säteilyvalvonta

Ympäristön säteilyvalvonta on STUKin tehtävä. Säteilytilannetta tarkkaillaan jatkuvasti koko maassa ja pienistä muutoksista saadaan tieto välittömästi. Loka-joulukuussa säteilytilanne Suomessa oli normaali.

### Ulkoisen säteilyn annosnopeus Suomessa

Ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämällä valvontaverkolla, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mittaussasemaa (kuva 7). Jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon, niin STUKin päivystäjä saa heti viestin hakulaitteeseen ja gsm-puhelimeen. Loka-joulukuun aikana päivystäjä sai yhden ilmoituksen vikautuneesta mittarista.

Suomessa taustasäteily vaihtelee 0,04–0,30  $\mu\text{Sv/h}$ . Suomen automaattiset mittaussasemat hälyttävät, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää 0,4  $\mu\text{Sv/h}$ . Vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin Suomessa mitattu ulkoisen säteilyn annosnopeus oli lyhytaikaisesti 5  $\mu\text{Sv/h}$ . Sisätiloihin on aiheellista suojautua, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus on yli 100  $\mu\text{Sv/h}$ .

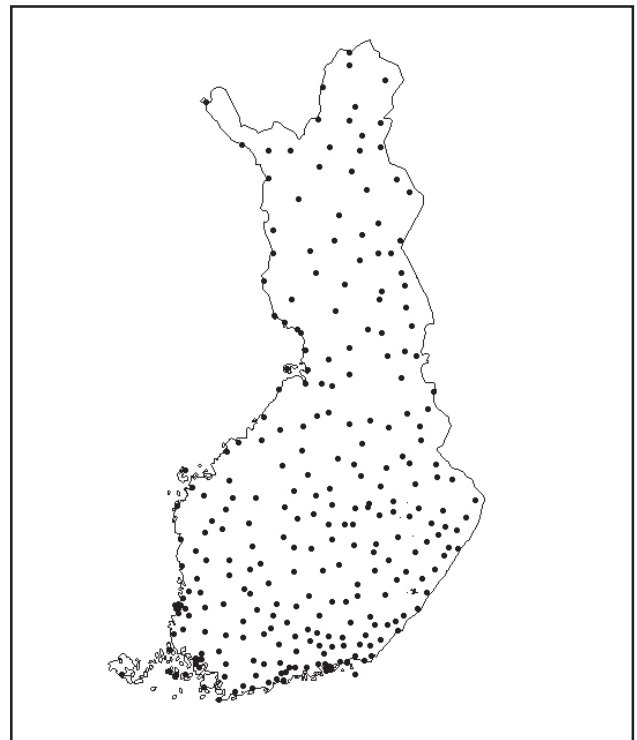
Yhdeksän automaattisen aseman mittaustulokset raportoidaan päivittäin STUKin internetsivuilla [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

### Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 25 ulkoisen säteilyn mittaussasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Myös näiltä asemilta STUKin päivystäjä saa heti viestin hakulaitteeseen ja gsm-puhelimeen, jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon.

Laitosalueella sijaitseva jatkuvatoiminen mittari hälytti 11.10.2000 useita kertoja. Annosnopeus vaihteli 2,6–8,7  $\mu\text{Sv/h}$ . Saadun tiedon mukaan syynä oli käytetyn polttoaineen siirto kolmosyksiköllä. Laitosalueen mittareista saatiin hälytys myös 30.11.2000, kun kaksi mittaria hälytti. Toisen mittarin annosnopeuslukema oli 9,5  $\mu\text{Sv/h}$  ja toisen 2,9  $\mu\text{Sv/h}$ . Hälytykset aiheutuivat koboltti 60 -lähteestä, jota vietiin seisokissa olevalta nelosyksiköltä käytetyn polttoaineen varastoaltaaseen.

STUKin päivystäjä sai 28.–29.12.2000 välisenä yönä useita annosnopeushälytyksiä Voronkan mit-



**Kuva 7.** Automaattiset ulkoisen säteilyn mittaussasemat.



tausasemalta, joka on noin 5 km:n etäisyydellä laitoksesta. Asema on uusi, ja hälytykset aiheutuivat laiteviasta.

### Ulkoilman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisten aineiden pitoisuus ulkoilmassa määritetään keräämällä näyte ilman hiukkasista. Ilmassa olevat hiukkaset kerätään suodattimelle ja suodatin analysoidaan laboratoriossa. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa.

STUKilla on kerääjiä kahdeksalla paikkakunnalla (kuva 8). Erittäin pieni määrä radioaktiivista jodia havaittiin Jyväskylässä viikon pituisella jaksolla. Havainto esitetään taulukossa III. Vastaavanlaisia havaintoja tehdään yleensä toista-kymmentä kertaa vuodessa. Havaittujen radioaktiivisten aineiden määrät ovat niin vähäisiä, että niistä ei aiheudu terveyshaittoja. Esimerkiksi joditablettien nauttimista suositellaan, jos  $^{131}\text{I}$ -pitoisuus on tuhansia becquerelejä kuutiometrissä ilmaa ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) eli miljardikertainen havaittuihin määriin nähden. Pienten määrien alkuperää on usein vaikea osoittaa.

STUK seuraa radioaktiivisten aineiden pitoisuutta myös laskeumassa ja elintarvikkeissa. Ihmisen elimistöön joutuneet radioaktiiviset aineet havaitaan kokokehomittauksilla. Kaikki valtakunnallisen säteilyvalvonnan tulokset esitetään STUKin raporttisarjassa STUK-B-TKO.

### 3.3 Rajavalvonta ja kuljetukset

Tullin säteilyvalvonta kattaa rautatieliikenteen, maantieliikenteen, laiva- ja lentoliikenteen, mukaan lukien matkatavarat ja postilähettykset. Tarkoituksena on estää luvattomien kuljetusten saapuminen maahan.

Tulli ilmoittaa STUKin yhdyshenkilölle poikkeavista säteilyhavainnoista. Virka-ajan ulkopuolella yhteydenottoja tulee myös päivystäjälle.

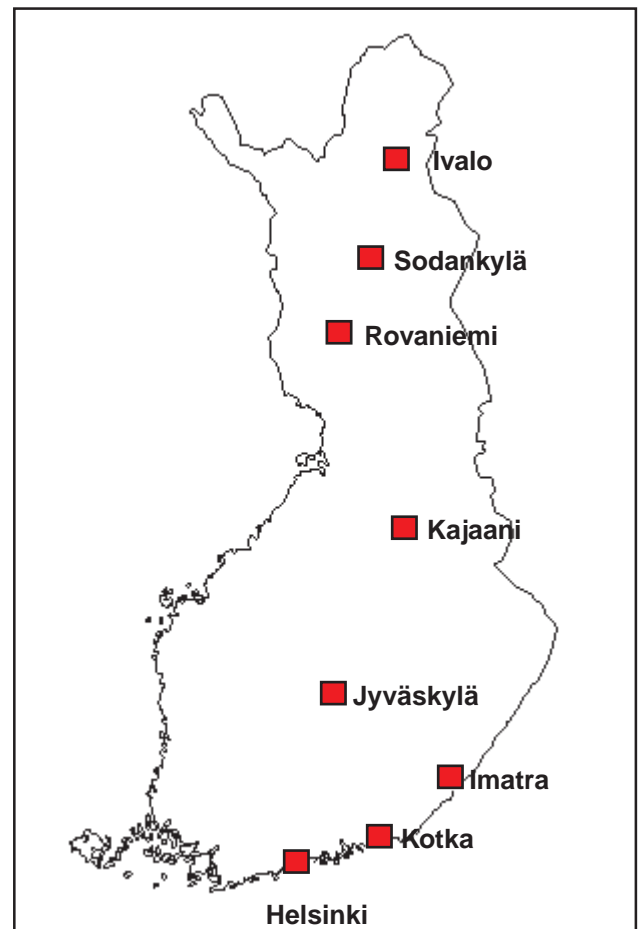
Marraskuussa ilmoitettiin Helsingin maaliikennekeskuksesta, että heillä on hallussaan metallilaatikko, jonka pinnalta on mitattu annosnopeus  $0,7 \mu\text{Sv}/\text{h}$ . Paketti oli osoitettu suomalaiselle yritykselle, joka oli lähettänyt metalliromua Koreaan. Sieltä säteilevä paketti oli palautettu takaisin Suomeen. Lähettyksen rahtikirjat eivät olleet

**Taulukko III.** STUKin keräysasemilla loka–joulukuussa tehdyt poikkeavat havainnot. Radionuklidien pitoisuus on ilmoitettu yksikössä  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ . Mitausepäätarkkuus on suluissa.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radionuklidi	Pitoisuus $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
16.–23.10.2000	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,3 (16 %)

paketin yhteydessä. Kyseessä oli säteilysuojus ja cesium 137 -lähde, jonka aktiivisuus oli 185 MBq. Säteilylähteen alkuperästä ei ole tietoa. Tällaisia laitteita on käytetty muun muassa paperitehtaiden pumppujen kuivakäynnin estolaitteissa ilmaisemaan sellaista tilannetta, jossa putkesta loppuu neste. Laite sijoitetaan STUKin pienjätevarastoon.

Joulukuussa Niiralan tulli otti yhteyttä STUKin päivystäjään. Yhteydenotto koski junanvaunua, jossa oli kuusitukkeja. Tukkien alta läheltä vaunun lattiaa mitattu säteilyarvo oli  $2,8 \mu\text{Sv}/\text{h}$ . Vaunu palautettiin takaisin Venäjälle.



**Kuva 8.** STUKin keräysasemat ilmanäytteiden keräämistä varten.

### 3.4 Yhteyskokeilut ja valmiusharjoitukset

#### Yhteyskokeilut

Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa sopimuksia säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta. Tavoitteena on, että tieto mahdollisesta onnettomuudesta saadaan ennen kuin säteilymittarit hälyttävät Suomessa. Yhteyksiä testataan säännöllisesti. Vuoden 2000 viimeisen neljänneksen aikana STUKin päivystäjä sai yhteensä 13 yhteydenottoa, jotka liittyivät yhteyskokeiluihin ja valmiusharjoituksiin. STUKin päivystäjä vastasi yhteyskokeiluihin.

Kuolan ydinvoimalaitos testasi yhteyksiä ja harjoitteli sanomien lähettämistä kerran kuukaudessa; jakson aikana yhteensä kolme kertaa. Leningradin ydinvoimalaitos teki jakson aikana kaksi testiä. Murmanskin ydinkäyttöisten alusten telakka- ja huoltolaitos teki yhden testin samoin kuin Ignalinan ydinvoimalaitoskin.

Loka-joulukuussa STUK vastasi viiteen ulkomaiseen yhteyskokeiluun. Kokeilujen lähettäjinä olivat Ruotsi, Tanska, Pietarin valmiuskeskus, EU ja kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA. STUK puolestaan testasi yhteyksiä Pietarin valmiuskeskukseen.

STUKissa tehtiin joulukuussa hakulaitteiden haltijoille ennalta ilmoittamatta tavoitettavuuskokeilu virka-ajan ulkopuolella. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 70 henkilöä eli 76 % testatuista. Noin tunnissa yhteydenotosta työpaikalla olisi ollut 66 henkilöä eli 72 % testatuista. Hakulaitteiden haltijoiden (noin 120 STUKin henkilöä) tavoitettavuutta sekä laitteiden toimintakuntoa testataan vähintään neljä kertaa vuodessa.

#### Valmiusharjoitukset

##### *Olkiluodon yllätysharjoitus*

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valmiusharjoitus pidettiin yllätysharjoituksena 16.10.2000 virka-ajan jälkeen. STUKlaisilla oli etukäteen tiedossa ainoastaan harjoituskuukausi. Harjoituksessa testattiin STUKin valmiusorganisaation tavoitettavuutta ja käynnistymistä. Harjoitustilanteessa STUKin toiminta valmiuskeskuksessa olisi käynnistynyt 40 minuutin kuluessa hälytyksestä ja tehostunut edelleen tunnin kuluessa.

##### *Loviisan valmiusharjoitus*

Loviisan ydinvoimalaitoksen valmiusharjoitus pidettiin 30.11.2000. STUKista harjoitukseen osallistui noin 20 henkilöä.

## 4 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET

*Heikki Reponen*

### **Leningradin ydinvoimalaitos**

Reaktorisydämen laajojen korjaustöiden takia Leningradin ydinvoimalaitoksen nelosyksikkö on poissa käytöstä vielä vuoden 2001 puoliväliin kestävässä pitkässä seisokissa. Vuosihuoltoseisokit muilla yksiköillä saatiin päätökseen lokakuussa ja lähes täysi teho kolmesta käyvästä yksiköstä oli käytettävissä kylmän vuodenajan alkaessa. Kolmen yksikön keskimääräinen energiakäyttökerroin marraskuussa oli 91,0 % ja joulukuussa 100,9 %. Marraskuun käyttökerrointa laski 30 prosentin tuotantorajoitus, joka toteutettiin 9.–19.11.2000 kaikilla kolmella käyväällä yksiköllä protestiksi verkkoyhtiön maksamatta jättämiä maksuja vastaan. Protesti johti toivottuun tulokseen, ja verkkoyhtiö lupasi hoitaa velkansa.

Leningradin ydinvoimalaitoksen ykkösyksiköllä tiivistettiin marraskuussa ykkösturbiinin ejektoria ja joulukuussa korjattiin lauhduttimen vuotavia tuubeja. Ykkös- ja kakkosyksiköillä on selvitetty uudentyypin polttoaineen käyttöönottoa. Tarkastelut osoittivat, että siirtyminen uudentyypin polttoaineen käyttöön on mahdollista.

Kakkosyksikön vuosihuoltoseisokki päättyi 15.10.2001, minkä jälkeen yksikkö kävi yhtä lauhduttimen vuodon korjaamista lukuun ottamatta häiriöittä.

Kolmosyksikön turbiinin matalapaineosan roottorin tasapainotusta jouduttiin korjaamaan marraskuussa. Muuten käyttö sujui ilman häiriöitä.

Nelosyksikön pitkässä korjausseisokissa valmistauduttiin polttoainekanavien vaihtoon mitaamalla ja tarkastamalla kanavia. Tärkeimpien putkilinjojen hitsausaumojen kunnan tarkastamista jatkettiin.

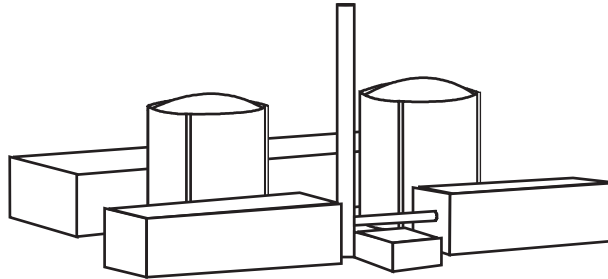
### **Kuolan ydinvoimalaitos**

Kuolan ydinvoimalaitoksen käyttö jatkui vuoden viimeisellä neljänneksellä ilman häiriöitä. Laitosyksiköiden käyttöä vähentävät sähköverkon rajoitukset. Runsaiden vesivarojen ja vähäisen sähkönsyynän vuoksi Kuolan laitoksen täyttä tehoa ei tarvita Kuolan alueella kylmimpänäkään vuodenaikana eivätkä siirtoyhteydet mahdollista sähkön siirtoa sähkön tarpeessa oleville alueille.

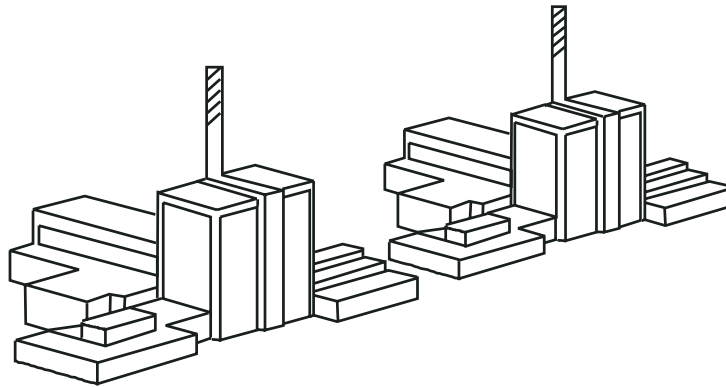
<b><i>Valtioneuvoston päätökset</i></b>	<b>Säteilyturvakeskuksen valvonnan ja tarkastustoiminnan kohteet</b>
<b><i>Periaatepäätös</i></b>	<p style="text-align: center;"><b>Ydinvoimalaitoshankkeen valmistelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alustavat laitossuunnitelmat ja turvallisuusperiaatteet</li> <li>• Sijaintipaikka ja ympäristövaikutukset</li> <li>• Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestäminen</li> </ul>
<b><i>Rakentamislupa</i></b>	<p style="text-align: center;"><b>Suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alustava turvallisuusseloste laitoksen suunnitellusta rakenteesta ja toiminnasta sekä alustavat turvallisuusanalyysit</li> <li>• Laitteiden ja rakenteiden turvallisuusluokittelu</li> <li>• Laadunvarmistussuunnitelma</li> <li>• Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuoltoa koskevat suunnitelmat</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> </ul>
<b><i>Käyttölupa</i></b>	<p style="text-align: center;"><b>Rakentaminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmat, valmistajat, lopullinen rakenne ja asennus paikoilleen</li> <li>• Järjestelmien toimintakokeet</li> <li>• Lopullinen turvallisuusseloste laitoksen rakenteesta ja toiminnasta ja lopulliset turvallisuusanalyysit</li> <li>• Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi</li> <li>• Käyttöorganisaatio ja sen pätevyys</li> <li>• Turvallisuustekniset käyttöehdot</li> <li>• Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta</li> <li>• Ydinjätehuollon menetelmät</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Käyttö</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koekäyttö eri tehotasoilla</li> <li>• Laitteiden ja rakenteiden kunnossapito, tarkastukset ja testaukset</li> <li>• Järjestelmien ja koko laitoksen käyttö</li> <li>• Käyttöorganisaatio ja johtaminen</li> <li>• Henkilökunnan koulutus</li> <li>• Henkilöiden pätevyys</li> <li>• Poikkeukselliset käyttötapahtumat</li> <li>• Korjaus- ja muutostyöt</li> <li>• Uudet polttoainelataukset</li> <li>• Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta</li> <li>• Ydinjätehuolto</li> <li>• Säteilysuojelu ja ympäristön turvallisuus</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> <li>• Palontorjunta</li> </ul>

## SUOMEN YDINVOIMALAITOSTEN LAITOSTIEDOT

## LIITE 2



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



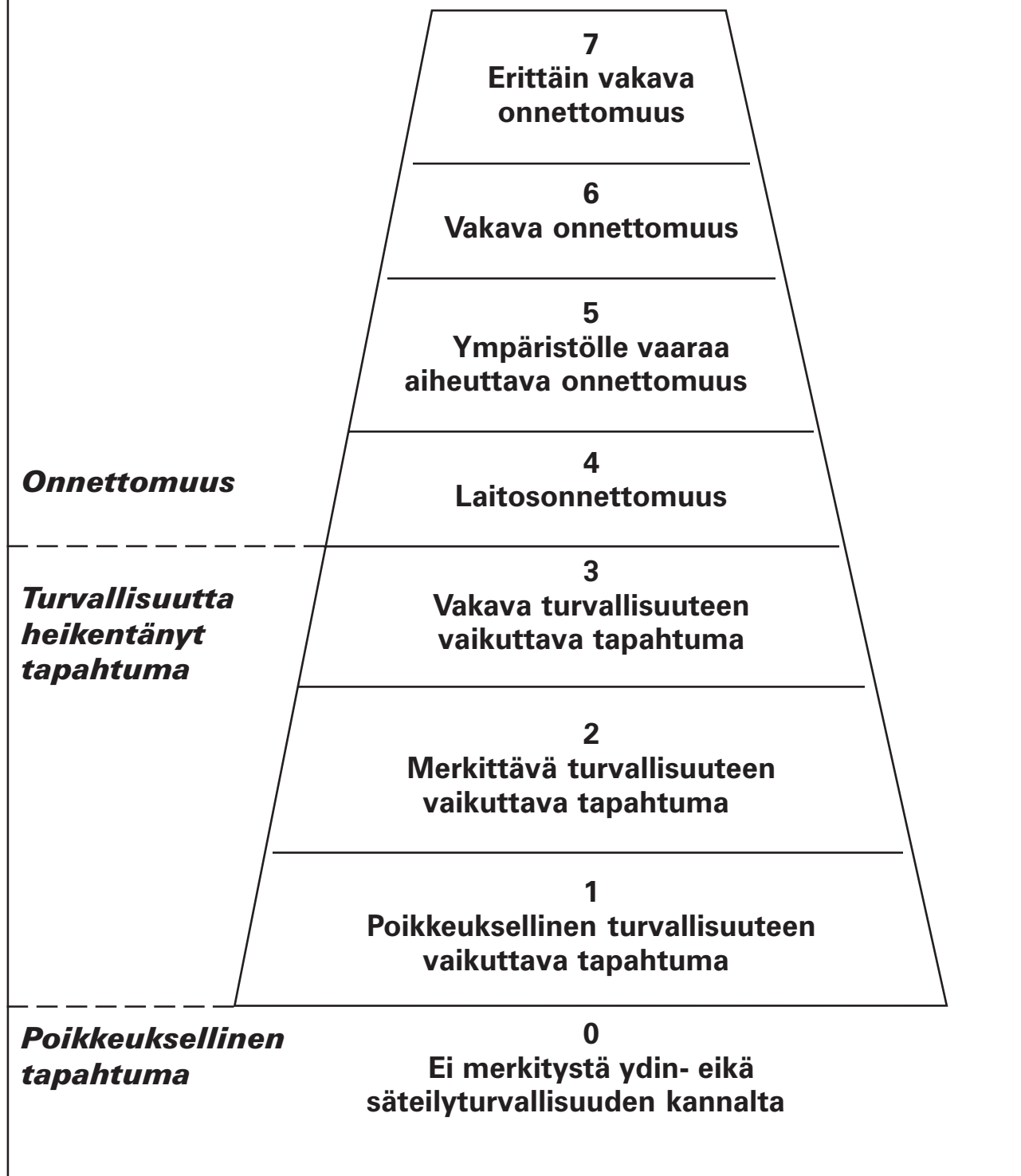
Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom

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

Ydinräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueella voi aiheuttaa säteilyvaaratilanteen, jonka seuraukset pahimmassa tapauksessa vaikuttavat koko yhteiskuntaan. Eri viranomaisten vastuualueiden ja tehtävien selkeä jako on olennaista tilanteen aiheuttamien haittojen torjunnassa.

- Suomessa STUK ottaa vastaan kaikki säteilyyn liittyvät hälytykset ja ilmoitukset. Viestin vastaanottaminen on varmistettu ympäri vuokautisella päivystyksellä. Toiminta käynnistyy 15 minuutissa.
- STUK muodostaa tilannekuvan onnettomuudesta ja säteilytasoista, määrittää vaara-alueen ja arvioi tilanteen aiheuttamat haitalliset vaikutukset väestölle ja ympäristölle sekä antaa suositukset suojelutoimista.
- STUK välittää tietoa tilanteesta koti- ja ulkomaisille yhteistyötahoille ja tiedotusvälineille.
- STUK neuvoo muun muassa teollisuutta, kauppaa sekä liikenne- ja tulliviranomaisia haittavaikutusten vähentämisessä ja selvittää tarpeen elintarvikkeiden käyttörajoituksille.
- STUK vastaa säteilyasiantuntemukseen liittyvästä kansainvälisestä avusta.

## Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)



## STUK-B-YTO-sarjan julkaisuja

**STUK-B-YTO 206** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2000.

**STUK-B-YTO 205** Karila K, Martikka E (toim.). Ydinmateriaalivalvonta. Vuosiraportti 2000.

**STUK-B-YTO 204** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian käyttö, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 3/2000.

**STUK-B-YTO 203** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian käyttö, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 2/2000.

**STUK-B-YTO 202** Tossavainen K (ed.). Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 1999.

**STUK-B-YTO 201** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian käyttö, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 1/2000.

**STUK-B-YTO 200** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 1999.

**STUK-B-YTO 199** Tossavainen K (toim.). Suomen ydinvoimalaitosten käyttö. Neljännesvuosiraportti, 4. neljännes 1999.

**STUK-B-YTO 198** Ruokola E (ed.). Posiva's application for a decision in principle concerning a disposal facility for spent nuclear fuel. STUK's statement and preliminary safety appraisal.

**STUK-B-YTO 197** Tossavainen K (toim.). Suomen ydinvoimalaitosten käyttö. Neljännesvuosiraportti, 3. neljännes 1999.

**STUK-B-YTO 196** Tossavainen K (ed.). Operation of Finnish nuclear power plants. Quarterly report, 2nd quarter 1999.

**STUK-B-YTO 195** Government Decision on the safety of disposal of spent nuclear fuel (478/1999).

**STUK-B-YTO 194** Tossavainen K (ed.). Operation of Finnish nuclear power plants. Quarterly report, 1st quarter 1999.

**STUK-B-YTO 193** Tossavainen K (toim.). Suomen ydinvoimalaitosten käyttö. Neljännesvuosiraportti, 2. neljännes 1999.

**STUK-B-YTO 192** Tossavainen K (ed.). Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 1998.

**STUK-B-YTO 191** Tossavainen K (toim.). Suomen ydinvoimalaitosten käyttö. Neljännesvuosiraportti, 1. neljännes 1999.

**STUK-B-YTO 190** Tossavainen K (ed.). Operation of Finnish nuclear power plants. Quarterly report, 4th quarter 1998.

**STUK-B-YTO 189** Tossavainen K (toim.). Ydinenergian käytön valvonta. Vuosiraportti 1998.

**STUK-B-YTO 188** Tossavainen K (toim.). Suomen ydinvoimalaitosten käyttö. Neljännesvuosiraportti, 4. neljännes 1998.

**STUK-B-YTO 187** Martikka E (toim.). Ydinmateriaalivalvonta 1998–1999.

**STUK-B-YTO 186** Tarvainen M (ed.). Finnish support programme to IAEA Safeguards. Annual Report 1998.

**Täydellisen listan STUK-B-YTO-sarjan julkaisuista saa Säteilyturvakeskuksesta.**

**Tämä raportti Internetissä:**

**<http://www.stuk.fi/ydinvoimalaitokset/nvr/nvr4-2000.html>**