

SÄTEILYN KÄYTTÖ JA MUU SÄTEILYLLE ALTISTAVA TOIMINTA

Vuosiraportti 2002

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Eero Illukka

Kari Jokela

Hannu Järvinen

Helinä Korpela

Antti Kosunen

Jorma Kuusisto

Maaret Lehtinen

Jouni Loimi

Asko Miettinen

Markku Pirinen

Tuija Rahikainen

Erkki Rantanen

Petri Sipilä

Eija Venelampi

Reijo Visuri

Seppo Väisälä

ISBN 951-712-668-9 (sid.)

ISBN 951-712-669-7 (pdf)

ISSN 1235-6719

Dark Oy, Vantaa 2003

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. STUK-B-STO 50. Helsinki 2002. 42 s. + liitteet 5 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säteilyn käyttöhenkilöstön päteyttäminen, poikkeustapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2002 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 820 turvallisuuslupaa. Ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 2 037 toiminnan harjoittajaa. STUKin rekisterissä oli 14 120 säteilylaitetta ja 262 radionuklidilaboratoriota.

Vuonna 2002 STUK teki 401 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta ja 25 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Yhdelle laitteelle asetettiin käyttörajoitus. Korjausmääräyksiä annettiin 116 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 55 tarkastuksessa. Huomautettavaa ei ollut 254 tarkastuksessa.

Radioaktiivisten aineiden tuonti maahan oli 110 157 GBq ja vienti maasta 22 359 GBq. Suomessa valmistettiin lyhytikäisiä radioisotooppeja 42 487 GBq. STUKin radioaktiivisen jätteen välivarastoon tuotiin 65 pienjätelähetystä.

Annostarkkailussa oli 11 190 työntekijää ja 1 176 työpaikkaa. Työntekijöistä noin 32 % toimi luokan A säteilytyössä ja 67 % luokan B säteilytyössä. Annosrajat eivät ylittyneet yhdelläkään työntekijällä. Annosrekisteriin kirjattu työntekijöiden kokonaisannos säteilyn ja ydinenergian käytöstä oli 6,35 Sv.

Fantomimittausten perusteella tavanomaisista röntgentutkimuksista määritetyt keskimääräiset annokset olivat EU:n ja IAEA:n sekä STUKin asettamia vertailutasoja pienemmät. Sädehoidossa hyvän hoitotuloksen perustana oleva hoitoannoksen tarkkuus on säilynyt hyväksyntärajojen sisäpuolella eikä hoidon turvallisuutta vaarantaneita yliannoksia ole esiintynyt.

Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonnassa lähetettiin 145 yritykselle tarkastuspöytäkirja, jossa vaadittiin radonkorjauksia tai lisäselvityksiä. Radontarkastus tehtiin neljässä maanalaisessa kaivoksessa ja seitsemällä maanalaisella louhintatyömaalla. Avaruussäteilystä lentotyötä tekeville työntekijöille aiheutunut efektiivinen annos oli keskimäärin 1,6 mSv.

STM:n asetus ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta tuli voimaan vuonna 2002. Ionisoimattoman säteilyn valvontatoimien kohteina olivat erityisesti solariumit, kiinteistömuuntamot, metallinpaljastimet ja tukiasemat ja tutkimuksen kohteina radiotaajuisten kenttien dosimetria ja pulssimaiset magneettikentät. Matkapuhelimien markkinavalvontaa varten STUK hankki SAR-testauslaitteiston.

Vuonna 2002 STUK tutki 10 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeustapahtumaa. Tapahtumista 3 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 5 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, 1 radioaktiivisten aineiden kuljetusta ja 1 ionisoimattoman säteilyn käyttöä.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 YLEISTÄ	5
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTTÖ	6
2.1 Turvallisuusluvut ja säteilylähteet	6
2.2 Säteilyn käytön tarkastukset	11
2.3 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	12
2.4 Röntgendiagnostiikka	14
2.5 Sädehoito	20
2.6 Annostarkkailu	21
2.7 Radioaktiiviset jätteet	25
3 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTTÖ	27
3.1 Valvontatoiminta	27
3.2 Tutkimustoiminta	27
3.3 Muu toiminta	28
4 LUONNONSÄTEILY	30
4.1 Radon	30
4.2 Avaruussäteily	32
4.3 Muu luonnonsäteily	33
5 MITTANORMAALITOIMINTA	34
5.1 Ionisoiva säteily	34
5.2 Ionisoimaton säteily	37
6 POIKKEUSTAPAHTUMIA	41
LIITE 1 SÄTEILYTOIMINTAAN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ	43
LIITE 2 EUROOPAN YHTEISÖJEN SÄTEILYSUOJELUSÄÄDÖKSIÄ JA -SUOSITUKSIA	44
LIITE 3 STUKIN JULKAISEMAT ST-OHJEET	45
LIITE 4 KOULUTUSORGANISAATIOT, JOTKA ON HYVÄKSYTTY JÄRJESTÄMÄÄN SÄTEILYN KÄYTÖN TURVALLISUUDESTA VASTAAVAN JOHTAJAN JA KÄYTTÖHENKILÖSTÖN PÄTEVYYSKUULUSTELUJA	46

1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä terveydenhuollossa, teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden maahantuontia, maastavientiä, valmistusta ja kauppaa. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan turvallisuutta valvoo säteilylain (592/1991) nojalla Säteilyturvakeskus (STUK). Valvonta koskee myös ionisoimattoman säteilyn käyttöä siltä osin kuin valvonta ei kuulu muille viranomaisille. Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat lähinnä STUKin Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja Ionisoimattoman säteilyn (NIR) laboratorio.

Tässä vuosiraportissa esitetään ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön ja muuhun säteilylle altistavaan toimintaan sekä niiden valvontaan liittyviä tapahtumia vuodelta 2002.

Lisäksi esitetään STO:n ja NIR-laboratorion valvontansa yhteydessä keräämiä tilastotietoja vuodelta 2002 sekä tietoja näiden yksiköiden mittanormaali- ja tutkimustoiminnasta. Säteilyn käyttöön liittyviä poikkeustapahtumia selostetaan raportissa esimerkkitapauksina, jotta samankaltaisilta tapahtumilta voitaisiin välttyä vastaisuudessa.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) antoi vuonna 2002 ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamista koskevan asetuksen (294/2002). Tämä asetus tuli voimaan 1.5.2002.

Liitteessä 1 esitetään voimassa oleva säteilytoimintaan liittyvä lainsäädäntö, liitteessä 2 tärkeimmät Euroopan yhteisöjen (EY) säteilysuojelusäädökset ja -suositukset ja liitteessä 3 STUKin julkaisemat ST-ohjeet. Liitteessä 4 on lueteltu ne koulutusorganisaatiot, jotka STUK on säteilylain 18 §:n mukaisesti hyväksynyt järjestämään säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan ja muiden säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyyskuulusteluja.

2 Ionisoivan säteilyn käyttö

2.1 Turvallisuusluvut ja säteilylähteet

Säteilylain mukaan säteilyn käyttöä varten on oltava turvallisuuslupa. Luvan myöntää STUK hakemuksesta. Vuoden 2002 lopussa oli voimassa 1 820 turvallisuuslupaa. STO ylläpitää kaikista myönnettyistä luvista ja niissä mainituista säteilylähteistä turvallisuusluparekisteriä. Turvallisuuslupien ja niissä määriteltyjen säteilytoimintojen lukumäärät on esitetty taulukossa I.

Turvallisuusluvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 2 037 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenlaitteiden käyttö on vapautettu turvallisuusluvasta STUKin päätöksellä 202/310/99 seuraavin ehdoin:

- 1) laitteessa on oltava terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista annetun lain (1505/1994) mukainen CE-merkintä (direktiivi 93/42/ETY)
- 2) laitteen käyttöpaikan suojukset ovat ohjeessa ST 3.1 esitettyjen vaatimusten mukaiset
- 3) laitteen käyttöä johtaa ja käytön turvallisuudesta vastaa hammaslääkäri tai lääkäri.

Jos hammasröntgenlaitteen käyttö ei täytä STUKin päätöksessä mainittuja ehtoja, käyttöä varten on oltava turvallisuuslupa. Ehtojen täyttyminen tutkitaan STUKille ilmoitettujen laitteiden rekisteröimisen yhteydessä.

Taulukoissa II–IV on esitetty tietoja turvallisuusluparekisterissä vuoden 2002 lopussa olleista säteilylaitteista ja -lähteistä sekä radionuklidilaboratorioista. Rekisteriin oli merkittynä 14 120 säteilylaitetta ja 262 radionuklidilaboratoriota. Edelliseen vuoteen verrattuna säteilylaitteiden lukumäärä kasvoi noin 4 %, mutta radionuklidilaboratorioiden lukumäärä pieneni noin 2 %. Terveydenhuollossa käytössä olleista 7 011 säteilylaitteesta suurin osa oli hammasröntgenlaitteita. Eläinröntgenlaitteita oli käytössä yhteensä 213. Teollisuus-, tutkimus- ja opetuskäytössä olleista 7 109 säteilylaitteesta suurin osa oli teollisuudessa käytettäviä, umpilähteen sisältäviä laitteita. Alle vapaarajan olevia pienlähteitä (esimerkiksi laboratorioissa käytettäviä kalibrointilähteitä) ja maahantuojien varastoissa olevia säteilylähteitä ei rekisteröidä lähdekohtaisesti.

Taulukko I. Turvallisuuslupien ja luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät vuoden 2002 lopussa.

Säteilyn käyttö	Turvallisuusluvut (kpl)	Toiminnot (kpl)
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa <ul style="list-style-type: none"> • röntgentutkimus • hammasröntgentutkimus • eläinröntgentutkimus • avolähteiden käyttö • umpilähteiden käyttö • sädehoito • muu säteilyn käyttö 	728	464 10 ^{*)} 186 59 21 13 16
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa, asennus ja huolto <ul style="list-style-type: none"> • umpilähteiden käyttö (muu kuin gamma-radiografia) • avolähteiden käyttö • tuonti, vienti ja kauppa • asennus, koekäyttö ja huolto • röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia) • röntgenradiografia • gammaradiografia • radioaktiivisten aineiden valmistus • muu säteilyn käyttö 	1 092	651 138 257 138 183 82 8 5 15
Turvallisuuslupia yhteensä	1 820	
^{*)} Lupa myönnetty hammasröntgenlaitteille, joita kuitenkin käytetään pääosin muuhun kuin hammasröntgentoimintaan.		

Taulukko II. Terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä käytössä olleiden säteilylaitteiden ja radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2002 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 598
Röntgenputket, joista	1 864
• mammografia (ei seulonta)	105
• seulontamammografia	101
• tietokonetomografia	69
• angiografia (ei DSA)	20
• digitaalinen subtraktioangiografia (DSA)	82
• luuntiheysmittaus	51
Hammasröntgenlaitteet	5 055
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 388
• panoraamaröntgenlaitteet	667
Sädehoidon laitteet	85
• kiihdyttimet	26
• kobolttikeilahoitolaiteet	0
• jälkilataushoitolaiteet	12
• röntgenhoitolaiteet tai -kuvauslaitteet	17
• hoitolaiteen simulaattorit	9
• BNCT-laite	1
• muut laitteet	20
Radioaktiivisia aineita sisältävät laitteet	60
• verensäteilytyslaitteet	7
• kalibrointilähteet ja muut laitteet	53
Eläinröntgenlaitteet	213
Radionuklidilaboratoriot	87
• B-typin laboratoriot	18
• C-typin laboratoriot	63
• muut laboratoriot	6
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampia röntgenputkia sekä yksi tai useampia tutkimustelineitä.	

Taulukko III. Teollisuus-, tutkimus- ja opetuskäytössä olleiden säteilylaitteiden ja radionuklidilaboratorioiden lukumäärät vuoden 2002 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet <ul style="list-style-type: none"> • pintakytkimet • pinnankorkeusmittarit • tiheysmittarit • pintapainomittarit • kuljetinväät • kosteus- ja tiheysmittarit • fluoresenssianalysaattorit • paksuusmittarit • radiografialaitteet • muut laitteet 	6 277 2 432 1 017 1 013 621 534 133 130 63 22 312
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet <ul style="list-style-type: none"> • radiografialaitteet • diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit • läpivalaisulaitteet • paksuusmittarit • hiukkaskiihdyttimet • tuhkamittarit • muut röntgenlaitteet • muut analyysilaitteet 	832 348 169 189 32 16 18 31 29
Radionuklidilaboratoriot <ul style="list-style-type: none"> • A-typin laboratoriot • B-typin laboratoriot • C-typin laboratoriot • muut laboratoriot 	175 2 28 126 19

Taulukko IV. Umpilähteissä yleisimmin käytössä olevat radionuklidit sekä lähteiden lukumäärät ja kokonaisaktiivisuudet vuoden 2002 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)	Kokonaisaktiivisuus^{*)} (GBq)
Aktiivisuus < 400 GBq		
Cs-137	3 806	10 864
Co-60	1 458	1 451
Kr-85	414	5 134
Am-241 (gammalähteet)	342	2 561
Pm-147	172	4 489
Fe-55	164	473
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	122	1 272
Sr-90	67	212
Cd-109	65	40
Cm-244	30	131
Aktiivisuus 400–400 000 GBq		
Cs-137	24	660 800
Ir-192	15	55 800
Co-60	8	168 700 ^{**)}
H-3	1	3 700
Pu-238 (PuBe-neutronilähde)	1	888
Aktiivisuus > 400 000 GBq		
Co-60	1	32 900 000 ^{**)}
^{*)} Käyttöönottaessa ilmoitettujen nimellisaktiivisuuksien summa. Lyhytikäisille radionuklideille (esimerkiksi Ir-192) käytössä oleva aktiivisuus on huomattavasti pienempi kuin nimellisaktiivisuus. ^{**)} Aktiivisuus 31.12.2002.		

$$1 \text{ GBq} = 1 \text{ gigabecquerel} = 10^9 \text{ Bq}$$

2.2 Säteilyn käytön tarkastukset

Säteilyn käyttöpaikoille tehtävillä tarkastuksilla STUK valvoo, että säteilylainsäädäntöä ja turvallisuusluvuissa mainittuja ehtoja noudatetaan ja että toimintaa muutoinkin harjoitetaan turvallisesti ja hyväksyttävällä tavalla.

Tarkastuksissa varmistetaan muun muassa, että

- laitteet ja toiminta täyttävät niitä koskevat vaatimukset
- säteilyuojukset sekä laadunvarmistus- ja turvallisuusjärjestelyt ovat riittävät
- asetettuja enimmäis- tai toimenpidearvoja ei ylitetä
- työntekijöiden säteilyaltistuksen seuranta ja terveystarkkailu on järjestetty ohjeiden mukaisesti
- radioaktiivisista aineista ja jätteistä huolehditaan asianmukaisesti
- käyttäjillä on riittävä koulutus ja pätevyys ja riittävät ohjeet säteilylähteiden käyttöä varten ja onnettomuustilanteiden varalta.

Jokaisesta tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja.

Säteilylähteet ja niiden käyttö tarkastetaan ensimmäisen kerran yleensä toiminnan alkaessa. Käyttöönottotarkastuksen jälkeen tehtäviä määräaikaistarkastuksia tehdään toiminnan laadusta riippuen 1–5 vuoden välein. Uusintatarkastuksista mainitaan tarvittaessa pöytäkirjassa.

Vuonna 2002 tehtiin säteilyn käyttöpaikoille 401 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta ja 25 ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastusta. Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on esitetty taulukossa V. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset toiminnan tyyppin mukaan eriteltyinä on esitetty taulukossa VI.

Yhdelle turvallisuusluvan alaiseen toimintaan käytettävälle laitteelle asetettiin käyttörajoitus. Turvallisuusluvan alaisessa toiminnassa annettiin korjausmääräyksiä 103 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 52 tarkastuksessa. Ilmoitusvelvollisuuden alaisessa hammasröntgentoiminnassa annettiin korjausmääräyksiä 13 tarkastuksessa ja korjaussuosituksia 3 tarkastuksessa. Huomautettavaa ei ollut 245:ssä turvallisuusluvan alaisessa tarkastuksessa eikä 9:ssä ilmoitusvelvollisuuden alaisessa hammasröntgentoiminnan tarkastuksessa.

Taulukko V. Säteilyn käytön tarkastukset vuonna 2002.

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)	
	Turvallisuusluvan alainen toiminta	Ilmoitusvelvollisuuden alainen hammasröntgentoiminta
Käyttöönottotarkastus	136	0
Määräaikaistarkastus	240	6
Uusintatarkastus	17	0
Muu tarkastus tai mittaus	8	19
Tarkastuksia yhteensä	401	25

Taulukko VI. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2002.

Toiminnan tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	
• röntgentutkimus	164
• hammasröntgentutkimus	1
• eläinröntgentutkimus	43
• avolähteiden käyttö	14
• umpilähteiden käyttö	1
• sädehoito	37
• muu säteilyn käyttö	1
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa, asennus ja huolto	
• umpilähteiden käyttö (muu kuin radiografia)	95
• avolähteiden käyttö	13
• kauppa ja huolto	0
• röntgensäteilyn käyttö (muu kuin radiografia)	21
• gamma- ja röntgenradiografia	11
• muu säteilyn käyttö	0
Tarkastuksia yhteensä	401

2.3 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

STUK kokoaa vuosittain radioaktiivisten aineiden maahantuojilta ja valmistajilta valvontaa varten tiedot radioaktiivisten aineiden kaupasta. Euroopan unionin (EU) sisältä Suomeen tuoduista radioaktiivisista aineista saadaan tiedot myös suoraan lähettäjiltä neuvoston asetuksen (Euratom) N:o 1493/93 nojalla^{*)}. Tiedot vuonna 2002 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty taulukoissa VII–IX. Taulukoiden luvut perustuvat turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät ole mukana radioaktiiviset aineet, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Vuonna 2002 maahan tuotujen radioaktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuus oli 110 157 GBq (taulukot VII ja VIII). Umpilähteitä käytetään teollisuuden mittaus- ja tutkimuslaitteissa ja avolähteitä terveydenhuollon isotooppitutkimuksissa

ja -hoidoissa. Taulukossa VII eivät ole mukana amerikumia (²⁴¹Am) sisältävät palovaroittimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan yhteensä 260 516 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 8 GBq.

Maasta vietyjen radioaktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuus oli 22 359 GBq (taulukot VII ja VIII). Maasta vietiin tritiumia sisältäviä suuntimalaitteita, umpilähteen sisältäviä analyysilaitteita, radioaktiivisia lääkeaineita ja valmistajalle palautettavia, käytöstä poistettuja säteilylähteitä.

Vuonna 2002 Suomessa valmistettiin avolähteinä käytettäviä lyhytikäisiä radioaktiivisia aineita yhteensä 42 487 GBq (taulukko IX). Hiukkaskiihdyttimillä valmistettavia lyhytikäisiä isotooppeja käytetään pääasiassa lääkeaineiden leimaamiseen.

Vuonna 2002 STUK osallistui Euratom-sopimuksen artiklassa 31 tarkoitetun asiantuntijaryhmän alaryhmän työhön, jonka aiheena oli kulutustavaroiden radioaktiivisuus.

^{*)} EU:n jäsenmaiden välisestä radioaktiivisten aineiden tuonnista, viennistä ja kauttakuljetuksesta käytetään termiä "radioaktiivisten aineiden siirto". Tässä luvussa on käytetty "tuonti"- ja "vientit"-termejä riippumatta radioaktiivisen aineen lähtö- tai määrämaasta.

Taulukko VII. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2002.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	45 567	29	8 451	30
H-3	9 033	3 690	2 240	1 718
Kr-85	1 105	84	907	64
Pm-147	531	37	133	28
Cs-137	175	119	13	19
Fe-55	119	81	169	85
Am-241	64	69	10	522
I-125	39	2 341	- ^{*)}	-
Po-210	30	50	-	-
Co-60	27	61	-	-
Cd-109	14	94	44	95
Gd-153	14	36	-	-
Cr-51	4	116	-	-
Cm-244	-	-	3	2
muut yhteensä ^{**)}	10	99	1	472
Yhteensä	56 732	6 906	11 971	3 035

^{*)} Merkintä "-" tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut.
^{**)} Tuonti, nuklidit: Co-57, Cm-244, Ni-63, Ge-68, Sr-90, I-131, Cf-252, Ra-226, Ba-133, Na-22, Eu-152, Ce-139, Mn-54 ja Sn-113.
Vienti, nuklidit: Co-60, Gd-153, Sr-90, C-14 ja Eu-152.

Taulukko VIII. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2002.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	41 883	8 091
I-131	7 921	1 828
Sm-153	2 000	193
Ho-166	426	46
I-125	260	7
W-188	256	178
P-32	190	- ^{*)}
I-123	161	30
Tl-201	98	-
Kr-85	67	-
S-35	54	-
H-3	37	2
In-111	22	-
Cr-51	16	7
F-18	-	5
muut yhteensä ^{**)}	34	1
Yhteensä	53 425	10 388

^{*)} Merkintä "-" tarkoittaa, ettei tuontia/vientiä ole ollut.
^{**)} Tuonti, nuklidit: Y-90, C-14, Ga-67, P-33, Xe-133, Ir-192, Ge-68, Ca-45, Cu-64, Sr-89, Fe-55, Co-57, Se-75, Po-210, Sr-85, Eu-152, Na-22, Sr-90 ja Ni-63.
Vienti, nuklidit: C-14, Y-90, Cu-64, P-32, Eu-152 ja Pu-236.

Taulukko IX. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2002.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
O-15	23 700
C-11	8 718
F-18	6 024
I-123	2 098
Br-82	1 832
La-140	74
Na-24	30
Cu-64	7
Ar-41	3
muut yhteensä ^{*)}	2
Yhteensä	42 487
^{*)} Nuklidit: Sm-153, Au-198, Cs-129, Cs-132 ja Cs-136.	

2.4 Röntgendiagnostiikka

Vuonna 2002 STUKin tekemissä röntgendiagnostiikkaan kohdistetuissa tarkastuksissa ei todettu yhtään vakavaa puutetta turvallisuusjärjestelyissä eikä yhtään vaaratilanneilmoitusta tehty. Yleisesti ottaen röntgendiagnostiikan turvallisuustasoa voidaan pitää suhteellisen hyvänä, vaikka potilasannoksissa oli edelleenkin todettavissa huomattavia, jopa monikymmenkertaisia käyttöpaikkakohtaisia eroja. Näitä voidaan tutkimustoimpiteen tarkoituksen kärsimättä yleensä pienentää. Tämä edellyttää aiempaa turvallisuustietoisempia toimintatapoja ja tutkimusmenetelmien optimointia.

Suurimmat potilasannokset ovat annettujen suositusten perusteella tuntuvasti pienentyneet lähes kaikissa todetuissa tapauksissa. Tietokone-tomografialaitteiden potilasannosten pienentäminen ei eräissä tapauksissa laiteteknisistä syistä ole mahdollista kuvanlaatua selvästi huonontamatta.

STUK ei todennut oikeutusperiaatteen vastaista toimintaa röntgendiagnostiikassa vuonna 2002 lukuunottamatta poikkeuksia seulontamamografiatoiminnassa.

STUK osallistuu pohjoismaisten säteilyturvallisuuslaitosten röntgendiagnostiikkaa käsittelevään työryhmään. Säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevan direktiivin kansallista toimeenpanoa esiteltiin Pohjoismaisen säteilysuojeluyhdistyksen (NSFS) kokouksessa Turussa loppukesällä 2002.

Läpivalaisulaitteiden tarkastukset

Vuonna 2002 tarkastettiin 17 läpivalaisulaitetta (noin 3 % kaikista laitteista). Kaikkien laitteiden ilmakermanopeus ja läpivalaisukuvan laatu olivat ohjeessa ST 3.3 esitettyjen arvostelurajojen perusteella riittäviä. Tarkastustulokset vuosilta 1996–2002 on esitetty taulukossa X.

Potilasannos- ja kuvanlaatuselvitykset

STUKin tekemien tarkastusten yhteydessä on useana vuonna selvitetty potilaiden säteilyannoksia ja tutkimusten kuvanlaatua tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Tarkastusten kohteina olleissa röntgentoimipaikoissa on käytössä olevalla kuvaustekniikalla otettu röntgenkuva fantomista (potilasvastine) ja mitattu samalla säteilyannos fantomin pinnalla. Kuvanlaatu- ja annosmittauksia on tehty lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa. Vuonna 2002 tehtiin tällaisia mittauksia noin 10 %:ssa röntgentoimipaikoista.

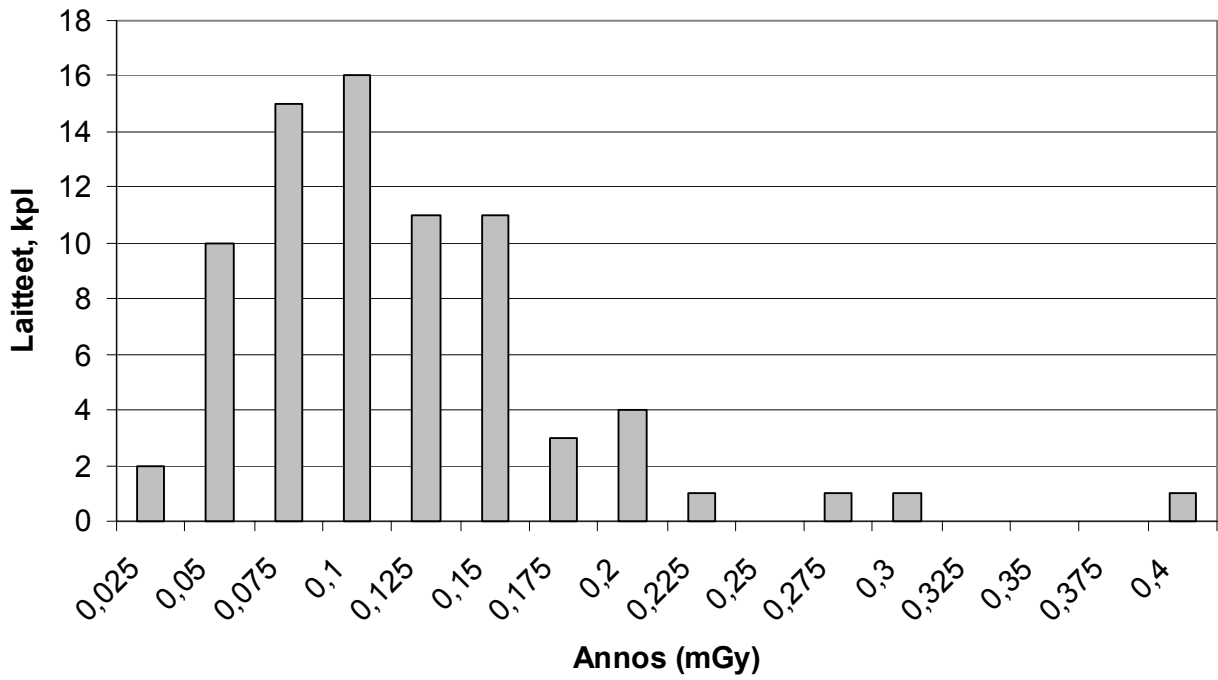
Taulukossa XI on esitetty vuosina 1996–2002 tehtyjen tarkastusten yhteydessä mitatut annokset. Taulukossa on esitetty myös EU:n asiantuntijaryhmän suosittelemat ja STUKin antamat vertailutasot (vertailutasoista ks. Säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan vuosiraportti 2000, STUK-B-STO 43). Keskimääräiset annokset alitavat STUKin vertailutasot kyseisille tutkimuksille. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty vuoden 2002 mittauksissa saadut annosjakaumat.

Taulukko X. Lämpivalaisulaitteiden ilmakermanopeus ja kuvanlaatu vuosina 1996–2002.

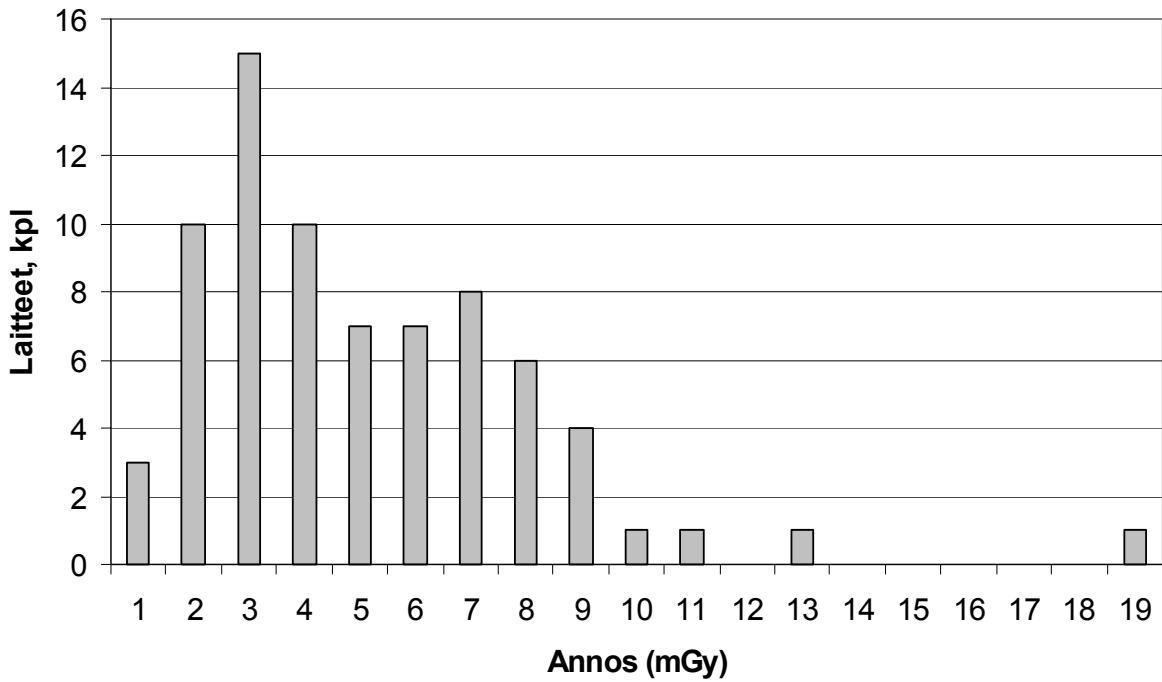
Vuosi	Tarkastettujen laitteiden lukumäärä (kpl)	Ilmakermanopeus ^{*)} ($\mu\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$) Keskiarvo (vaihteluväli)	Kuvanlaatu	
			Kontrastikynnys (mm Al) Keskiarvo (vaihteluväli)	Erotuskyky (viivaparia- mm^{-1}) Keskiarvo (vaihteluväli)
1996	22	0,43 (0,16–0,76)	**)	**)
1997	18	0,39 (0,15–0,66)	0,24 (0,20–0,40)	1,25 (0,70–1,80)
1998	28	0,34 (0,08–0,70)	0,30 (0,20–0,60)	1,23 (< 0,60–2,20)
1999	14	0,44 (0,11–1,60)	0,27 (0,20–0,40)	1,16 (< 0,70–1,60)
2000	18	0,31 (0,13–0,63)	0,23 (0,20–0,30)	1,30 (0,90–1,80)
2001	21	0,37 (0,18–0,87)	0,22 (0,20–0,30)	1,49 (0,90–2,20)
2002	17	0,37 (0,17–0,65)	0,26 (0,20–0,70)	1,30 (0,60–0,180)
Ohjeen ST 3.3 vaatimus		< 0,8	$\leq 0,6$	$\geq 0,7$
^{*)} Ilmakermanopeus on mitattu kuvanvahvistimen etupinnalla. ^{**)} Kuvanlaatuarvojen mittaustuloksia ei ole koottu vuodelta 1996.				

Taulukko XI. Fantomin pinnalla mitatut annokset lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa vuosina 1996–2002.

Vuosi	Annos ^{*)} (mGy) Keskiarvo (vaihteluväli)	
	Lanneranka AP	Keuhko PA
1996	6,0 (2,3–16)	0,14 (0,06–0,36)
1997	4,7 (1,1–12)	0,12 (0,03–0,30)
1998	6,0 (0,4–26)	0,12 (0,03–0,47)
1999	5,4 (1,1–11)	0,13 (0,03–0,33)
2000	5,9 (0,7–23)	0,13 (0,04–0,44)
2001	5,8 (1,1–21)	0,13 (0,04–0,37)
2002	5,6 (1,5–19)	0,13 (0,04–0,40)
EU:n vertailutaso ^{**)}	10	0,3
STUKin vertailutaso	8	0,2
^{*)} Annos fantomin pinnalla (Entrance Surface Dose). ^{**)} Normaalikokoinen, 70 kg:n painoinen potilas.		



Kuva 1. Annosjakauma vuoden 2002 keuhkokuvausmittauksissa.



Kuva 2. Annosjakauma vuoden 2002 lannerankakuvausmittauksissa.

EU:n asiantuntijaryhmä on antanut myös röntgenkuvien laatua koskevia suosituksia. Nämä suositukset koskevat kuitenkin kliinisiä röntgenkuvia. Tekniselle kuvanlaadulle ei ole olemassa kansainvälisiä vertailuarvoja. Kansallista tilannetta voidaan arvioida vertaamalla eri vuosina tehtyjen kuvanlaatumittausten tuloksia.

Taulukossa XII on esitetty STUKin vuosina 1996–2002 tekemien kuvanlaatumittausten tulokset. Mittaukset on tehty käyttäen ohjeessa ST 3.5 esitettyjä fantomeita ja mittausmenetelmiä. Kuvanlaadussa ei näiden tulosten perusteella voida havaita tapahtuneen olennaisia muutoksia.

Hammasröntgenlaitteiden valvonta

Hammasröntgenlaitteille tehdään 3–5 vuoden välein valvontamittaus postitse lähetettävän testipaketin avulla. Mittauksilla saadaan tiedot muun muassa käytössä olevista säteilyannoksista. Valvontamittauksia on tarkemmin esitetty vuoden 1995 vuosiraportissa (STUK-B-STO 33).

Vuonna 2002 mitattiin 844 hammasröntgenlaitteen tuottama säteilyannos poskihampaan röntgenkuvauksessa. Annokset vastaavat posken pinnalle tulevaa annosta hammasta kuvattaessa. Mitattujen annosten jakauma on esitetty kuvassa 3. Käytettyjen annosten keskiarvo oli 2,9 mGy ja

vaihteluväli 0,7–12,9 mGy. Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) suositus^{*)} hammasröntgenkuvan vertailutasoksi on 7 mGy (Entrance Surface Dose). STUKin asettama vastaava vertailutaso on 5 mGy. Vuonna 2002 mitatuista laitteista 7 % ylitti 5 mGy:n vertailutason. 5 mGy:n annos hammaskuvauksessa vastaa noin 7 μ Sv:n suuruista efektiivistä annosta.

Vuosina 1995–2002 on mitattu yhteensä 214 panoraamaröntgenlaitteen pinta-ala-annokset. Kuvassa 4 on esitetty mitattujen pinta-ala-annosten jakauma. Annosten keskiarvo on 93,3 mGy·cm² ja vaihteluväli 34–254 mGy·cm². STUKin asettama pinta-ala-annoksen vertailutaso on 120 mGy·cm².

Mammografia

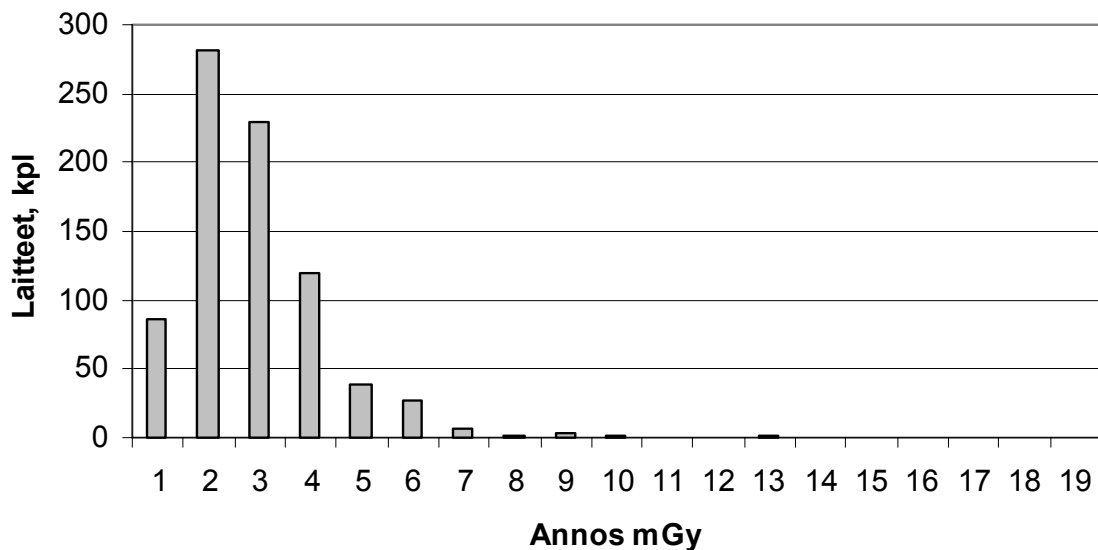
STUK saattoi vuoden 2002 aikana päätökseen seulontamammografiaohjelmien tarkastamisen. Näistä annettiin 127 päätöstä.

Tämän lisäksi mammografialaitteet ovat olleet STUKin tarkastusprojektina vuosina 2000–2002. Tarkastettujen mammografialaitteiden fantomin (4,5 cm pleksi) pinnalla mitattujen annosten jakauma on esitetty kuvassa 5. Annosten keskiarvo on 7,2 mGy. STUKin asettama annoksen vertailutaso on 10 mGy.

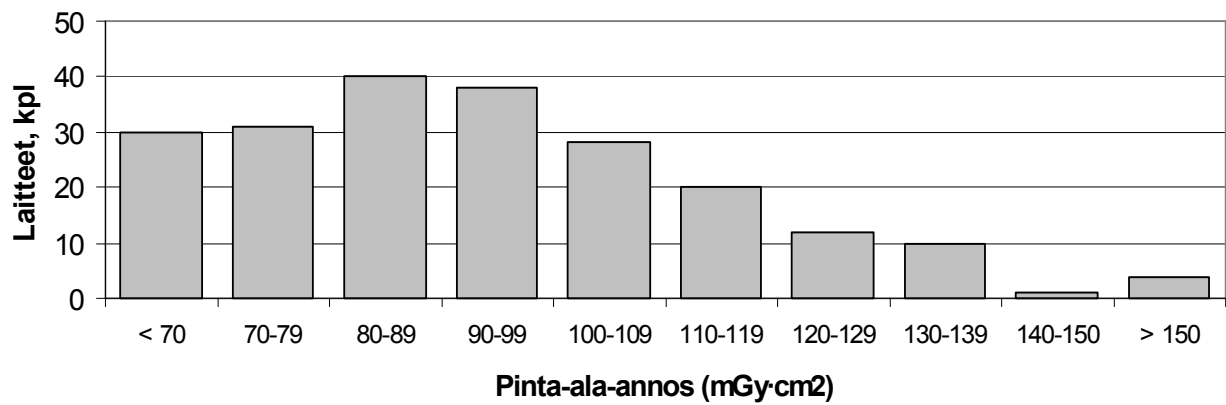
^{*)} International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No. 115, Schedule III, p. 279, International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna 1996.

Taulukko XII. Kuvanlaatu lannerangan AP- ja keuhkojen PA-kuvauksissa vuosina 1996–2002.

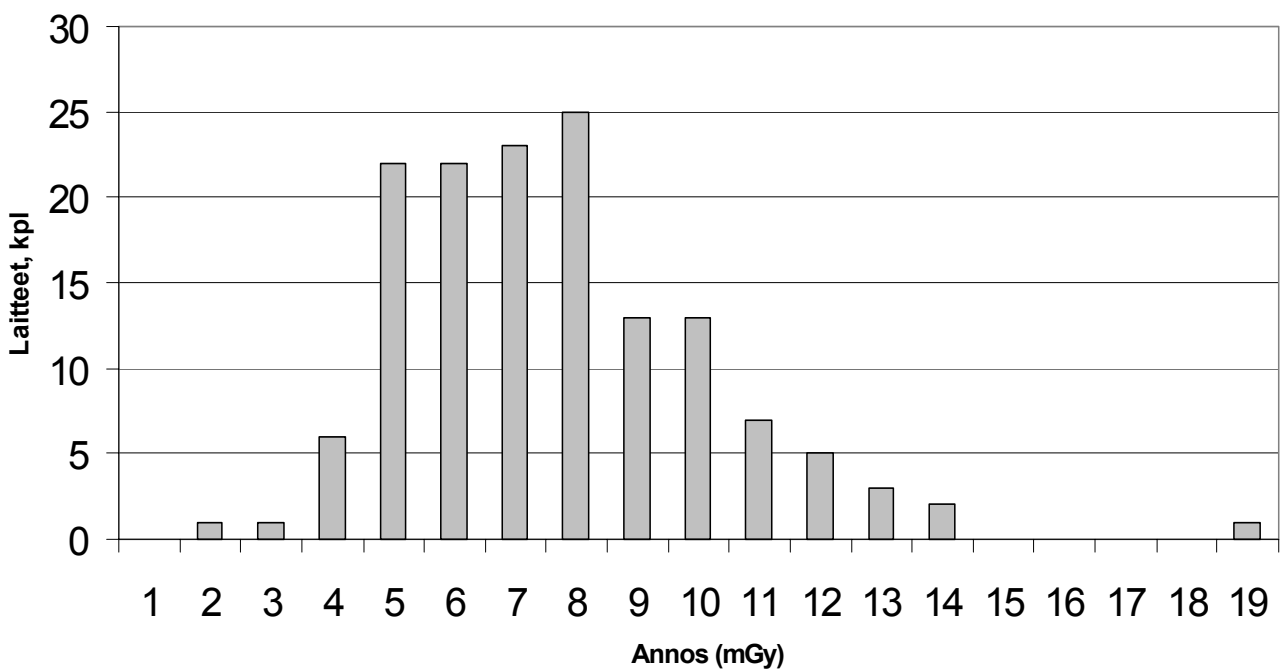
Vuosi	Filmin mustuma (OD)		Kontrasti (OD)		Erotuskyky (viivaparia-mm ⁻¹)	
	Keskiarvo (vaihteluväli)		Keskiarvo (vaihteluväli)		Keskiarvo (vaihteluväli)	
	Lanneranka AP	Keuhko PA	Lanneranka AP	Keuhko PA	Lanneranka AP	Keuhko PA
1996	1,24 (0,67–2,16)	1,53 (0,72–2,35)	0,21 (0,11–0,29)	0,33 (0,24–0,49)	2,0 (1,2–2,8)	3,9 (2,6–5,0)
1997	1,23 (0,67–1,83)	1,43 (0,63–2,21)	0,24 (0,12–0,40)	0,32 (0,20–0,47)	2,2 (1,2–4,0)	3,8 (2,0–5,0)
1998	1,31 (0,52–2,27)	1,60 (0,43–2,39)	0,22 (0,06–0,50)	0,31 (0,10–0,52)	2,2 (1,0–4,3)	3,9 (2,2–5,0)
1999	1,26 (0,66–1,97)	1,64 (1,06–2,33)	0,25 (0,06–0,47)	0,30 (0,13–0,54)	2,0 (0,8–3,1)	3,7 (1,4–5,0)
2000	1,22 (0,58–1,88)	1,67 (0,60–2,26)	0,22 (0,08–0,39)	0,30 (0,08–0,52)	2,2 (0,9–4,3)	3,9 (1,8–5,0)
2001	1,24 (0,71–2,37)	1,76 (0,75–2,69)	0,22 (0,07–0,51)	0,30 (0,15–0,62)	2,0 (1,0–3,4)	3,7 (1,6–5,0)
2002	1,34 (0,82–2,13)	1,76 (0,77–2,40)	0,23 (0,08–0,45)	0,30 (0,10–0,78)	2,1 (1,0–5,0)	4,0 (1,8–5,0)



Kuva 3. Annosjakauma vuoden 2002 hammasröntgenmittauksissa.



Kuva 4. Pinta-ala-annosjakauma vuosien 1995–2002 panoraamaröntgenlaitteiden mittauksissa.



Kuva 5. Annosjakauma vuosien 2000–2002 mammografialaitemittauksissa.

Tutkimus

STUK osallistuu EU:n rahoittamaan, digitaalista radiografiaa, radiologisia toimenpiteitä ja dosimetriaa käsittelevään DIMOND III -projektiin. Projektissa tutkitaan ja kehitetään röntgentutkimusten kliinisiä, teknisiä ja fysikaalisia laatukriteereitä ja -parametreja, potilasannosten määrittämistä, tutkimuskohtaisten vertailuannostasojen asettamista sekä toimenpideradiologiaan ja mammografiatutkimuksiin liittyviä erityiskysymyksiä. Vuonna 2002 projektissa kerättiin muun muassa tietoa suomalaisten kardiologisten röntgentutkimusten potilasannoksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä mittaamalla kardiologisia tutkimuksia tekevien keskusten kuvaustekniikkaan ja potilaiden säteilyannoksiin liittyviä parametreja. STUKin osuutena kehitettiin myös läpivalaisukuvan laadun analysoinnissa käytettävää matemaattisista menetelmää ja tehtiin esitys potilasannosten määrittämisestä vertailuannoksia varten. Henkilökunnan altistusta toimenpideradiologiassa mitattiin tutkimuskohtaisesti ja testattiin herkkien, diodipohjaisten säteilymittarien soveltuvuutta annostarkkailuun. DIMOND III -projektin tuloksia on esitetty Euroopan radiologikongressissa, Kansainvälisen säteilysuojelujärjestön (IRPA) kongressissa, projektin kokousraporteissa, Pohjoismaisen säteilysuojeluyhdistyksen kokouksessa ja Sädeturvapäivillä.

Röntgentutkimusten potilasannoksen (pinta-annos) laskentaan kehitetty ohjelma valmistui ja se toimitettiin koekäyttöön röntgenklinikoille. Ohjelmaa esiteltiin röntgendiagnostiikan laatupäivillä ja Pohjoismaisen säteilysuojeluyhdistyksen kokouksessa.

STUKin myymästä, röntgentutkimuksista aiheutuvien elinannosten ja efektiivisen annoksen laskemiseen tarkoitettu PCXMC-ohjelmasta valmistui uusi, aiemmasta parannettu versio (1.5). Myös säteilyriskin arviointimenetelmää ja siihen liittyvää tietokoneohjelmaa kehitettiin.

STUKin aiemmat mittaustulokset säteilyannoksista lasten röntgentutkimuksissa Suomessa koottiin yhteen. Säteilyannosten pienentämiseen tähtäävää tutkimusyhteistyötä sairaaloiden kanssa jatkettiin. Tuloksia esiteltiin Pohjoismaisen säteilysuojeluyhdistyksen kokouksessa ja muissa alan koulutustilaisuuksissa.

2.5 Sädehoito

Yleistä

Sädehoidossa pyritään tuhoamaan paikallinen syöpäkasvain siten, että tervettä kudosta vaurioitetaan mahdollisimman vähän. Tämän onnistumiseksi on säteily kohdistettava määrätulle kohdealueelle mahdollisimman tarkasti ja oikean suuruisena. Kansainvälisten, muun muassa ICRUn (International Commission on Radiation Units and Measurements), antamien suositusten mukaan hoitoannoksen epävarmuus ei saisi keskimäärin olla suurempi kuin 5 %. Oikeutus- ja optimointiperiaatteen toteutumisen valvonnassa päähuomio on tämän vuoksi kohdistettu niihin seikkoihin, jotka vaikuttavat potilaan saaman sädehoitoannoksen tarkkuuteen eli annoksen oikeaan suuruuteen ja oikeaan kohdistumiseen potilaassa.

Sädehoitoannoksen hyvän tarkkuuden varmistamiseksi sädehoitoyksiköiltä on vaadittu hoitolaitteiden käyttöä koskevat laadunvarmistusohjelmat. Säteilyn lääketieteellisestä käytöstä vuonna 2000 annetussa STM:n asetuksessa (423/2000) säädetään säteilyn käyttäjille monia uusia velvoituksia, joiden toimeenpano sädehoitoyksiköissä merkitsee teknisten laadunvarmistusohjelmien lisäksi koko sädehoitotoiminnan laadunhallinnan tarkastelua. Käytännössä tämä tarkoittaa laadunhallintastandardien mukaisen laatujärjestelmän perustamista. Sädehoidon valvonnassa on tämän vuoksi kiinnitetty huomiota myös kokonaisvaltaisten sädehoidon laatujärjestelmien kehittämiseen sädehoitoyksiköissä.

Tarkastukset

Laadunvarmistusohjelmien toimivuutta ja tuloksia arvioidaan säännöllisin väliajoin STUKin suorittamien tarkastusten avulla. Vuonna 2002 kaikki sädehoitoyksiköt toteuttivat laadunvarmistusta vaatimusten mukaisesti. Yli vuoden käytössä olleilla sädehoidon laitteilla oli yksityiskohtainen STUKin hyväksymä laadunvalvontaohjelma.

Vuonna 2002 tarkastettiin sädehoitoyksiköissä kaikkiaan 40 laitetta, joista kaksi oli uusien laitteiden käyttöönottotarkastuksia. Tarkastusten ja niihin sisältyvien mittausten perusteella voidaan arvioida hoitohenkilökunnan ja potilaiden säteily-

turvallisuuden sädehoitotoiminnassa säilyneen hyvänä. Sädehoidon laitteiden (hoitolaitteet ja sädehoidon simulaattorit) tarkastukset ja vertailumittaukset osoittavat myös hoitoannoksen tarkkuuteen vaikuttavien toimintojen ja laitteiden ominaisuuksien yleensä täyttäneen niille asetetut vaatimukset. Huomautuksia turvajärjestelmien, sädehoidon laitteiden tai laadunvalvontamenetelmien puutteista kirjattiin viisi kappaletta. Hoitolaitteiden tuottaman annoksen vertailumittauksissa fotonisäteilyn toimenpideraja (1 %) ja elektronisäteilyn toimenpideraja (2 %) eivät ylittyneet. Annossuunnittelulaitteistoja tarkastettiin 22 laitetarkastuksen yhteydessä ja niissä toimenpideraja (5 %) ei ylittynyt. Hoitoannoksen tarkkuuden perusteella voidaan oikeutus- ja optimointiperiaatteen toteutumista sädehoidossa pitää hyvänä.

Tutkimus

Boorineutronikaappaussädehoidon (BNCT) dosimetriaan liittyvässä, osaksi EU:n rahoittamassa tutkimuksessa (A Code of Practice for Dosimetry of Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) in Europe) tavoitteena on eurooppalaisen mittaussuosituksen laatiminen ja julkaiseminen BNCT-sädehoidon dosimetrian yhtenäistämiseksi. STUKin vastuut ja velvoitteet projektissa liittyvät lähinnä metrologisesti hyväksyttävän annosmittausmenetelmän perustamiseen eurooppalaiseen BNCT-dosimetrian ohjeistoon sekä koko ohjeiston saattamiseen julkaisukelpoiseen muotoon. Projekti on jatkunut mittaussuunnitelmia koskevan testaus- ja vertailuohjelman suunnittelulla. Eurooppalaisen ohjeiston on tarkoitus valmistua vuonna 2003.

Ulkoisen sädehoidon annosmittauksissa aloitettiin vertailumittaukset uudella mittaussuunnitelmällä, jonka perustana on veteen absorboitunut annos (IAEA:n annosmittausohjeisto TRS 398, 2000).

Kotimainen yhteistyö ja koulutus

Sädehoitofysikoiden vuotuiset neuvottelupäivät järjestettiin vuonna 2002 Lappeenrannassa. Neuvottelupäivien pääaiheina olivat uusien hoitotekniikoiden käyttöönottoon liittyvät asiat, kliininen auditointi ja sädehoidon tilastointi sekä sairaalafysikoiden koulutusasiat. Lisäksi käsiteltiin sädehoidon valvontaan liittyviä muutoksia ja STUKin tutkimusprojekteja.

Kansainvälinen yhteistyö

STUKin edustajat ovat jäsenenä IEC:n (International Electrotechnical Commission) SC 62C -komitean standardisoimistyöryhmissä WG 1 ja WG 3.

STUKin asiantuntija osallistui ESTRO:n (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) fysiikan komitean työhön sekä ESTRO:n EU:n tuella perustamaan työryhmään sädehoidon vertailumittausten kehittämiseksi.

Vuonna 2002 STUKin asiantuntijat osallistuvat IAEA:n nimeäminä asiantuntijoina Tallinnan sädehoitoklinikan tarkastuksiin. Lisäksi Norjan säteilyturvallisuuksilaitoksen kanssa suoritettiin pohjoismaisena yhteistyönä tarkastuksia kolmella norjalaisella sädehoitoklinikalla.

2.6 Annostarkkailu

Yleistä

Säteilytyöksi luokitellaan työ, jossa työntekijän vuosittainen efektiivinen annos voi olla suurempi kuin 1 mSv, silmän mykiön ekvivalenttiansnos suurempi kuin 15 mSv tai ihon ekvivalenttiansnos suurempi kuin 50 mSv. Säteilylain mukaan toiminnan harjoittajan on järjestettävä säteilytyötä tekeville henkilöille säteilyaltistuksen seuranta. Seurannan on oltava henkilökohtaista (annostarkkailu) säteilytyöluokassa A. Usein myös säteilytyöluokkaan B kuuluvien henkilöiden altistuksen seuranta on tarkoituksenmukaisuussyistä järjestetty annostarkkailuna. Säteilytyöluokkaan A kuuluu työ, jossa vuosittainen efektiivinen annos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv tai silmän mykiön, ihon, käsien tai jalkojen ekvivalenttiansnos suurempi kuin 3/10 niille säädetyistä annosrajoista. Kaikki muu säteilytyö kuuluu luokkaan B.

STUK pitää säteilylain (muutos 1142/1998) 34 §:n mukaisesti annosrekisteriä säteilytyössä toimivien työntekijöiden säteilyaltistuksesta. Annosrekisteriin tallennetaan annostarkkailussa olevien työntekijöiden altistustiedot. Rekisteriin lähettilävät vuonna 2002 tietoja ydinvoimalaitokset ja Doseco Oy (entinen STUKin annosmittauspalvelu, joka yksityistettiin vuoden 2001 lopussa) sekä Finnair Oyj, joka on ilmoittanut annosrekisteriin lentohenkilöstölle avaruussäteilystä aiheutuneet annokset vuodesta 2001 lähtien. Tietoja tallennetaan myös ulkomailta työskennelleiden

henkilöiden säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjoista ja Ruotsin annosrekisteristä saaduista raporteista.

Työntekijöille ulkoisesta säteilystä aiheutuneet annokset mitataan henkilökohtaisilla annosmittareilla. Mittaustulokset ilmoitetaan suureina syväannos $H_p(10)$ ja pinta-annos $H_p(0,07)$, jotka ovat efektiivisen annoksen ja ihon ekvivalenttiansnoksen riittävän tarkkoja likiarvoja (useimmiten). Jos syväannos tai pinta-annos on suuri, selvitetään altistustilanne ja arvioidaan henkilön efektiivinen annos tai ihon ekvivalenttiansnoksen. Työntekijöille sisäisestä säteilystä aiheutuneet annokset määritetään eritenäytteistä tai kokokehomittauslaitteistolla tehdyistä kehon aktiivisuusmittauksista. Mitatusta aktiivisuudesta lasketaan työntekijän efektiivinen annos, joka tallennetaan annosrekisteriin. Lentohenkilöstölle avaruussäteilystä aiheutuneet annokset määritetään laskennallisesti työaikatietojen perusteella.

Pienin annosrekisteriin kirjattava annos (kirjauskynnys) syväannokselle on ydinvoimalaitoksissa työskenteleville 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen. Pinta-annoksen kirjauskynnys on vastaavasti joko 2 mSv/kk tai 6 mSv/3 kk.

EU:n alueelle säteilytyöhön lähtevät, työluokkaan A kuuluvat työntekijät tarvitsevat säteilypassin. Säteilypassi koostuu STUKin antamasta säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjasta (ote annosrekisteristä) ja terveystarkkailusta vastaavan lääkärin antamasta todistuksesta. Seuranta-asiakirja on esitettävä ulkomaiselle toiminnan harjoittajalle, joka merkitsee siihen säteilytyön kestoa, säteilyaltistusta ja mahdollista terveystarkastusta koskevat tiedot. Kun ulkomailla tehty säteilytyö on päättynyt, asiakirja palautetaan STUKille tietojen annosrekisteriin siirtämistä varten.

Annostarkkailu vuonna 2002

Annostarkkailussa vuonna 2002 oli 11 190 työntekijää. Työntekijöiden työsuhteista 32 % on kirjattu säteilytyöluokkaan A ja 67 % säteilytyöluokkaan B. Luokitusta ei ole ilmoitettu 1 %:ssa työsuhteista.

Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain on esitetty taulukossa XIII. Seurannassa olevien työpaikkojen lukumäärä oli 1 176. Työntekijöistä 2 979:lla (27 %) oli kirjauskynnyksen ylittävä annos. Annosrekisteriin kirjattujen annosten summa (eli kokonaisannos) oli 6,35 Sv, josta ydinvoimalaitostyöntekijöiden (suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaalaiset) osuus oli 4,12 Sv (65 %) (taulukko XIV). Taulukossa XV on esitetty annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät eräissä työntekijäryhmissä sekä näiden ryhmien kokonais- ja keskiarvoannokset vuonna 2002. Lentohenkilöstön annokset on esitetty erikseen kohdassa 4.2 taulukossa XIX.

Suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevien työntekijöiden kokonaisannos oli 3,7 Sv. Tästä 3,0 Sv kirjattiin ulkopuolisille työntekijöille ja 0,7 Sv voimalaitosten omille, vakituisille työntekijöille. Suomen ydinvoimalaitoksilla työskenteli annostarkkailussa olleita vakituisia työntekijöitä 891, joista 435:llä oli kirjauskynnyksen ylittävä annos. Ulkopuolisia työntekijöitä oli 2 337, joista 1 422:llä oli kirjauskynnyksen ylittävä annos. Sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuvia, yli 0,1 mSv:n ylittäviä annoksia oli 19 ydinvoimalaitostyöntekijällä ja 2:lla teollisuudessa työskentelevällä. Sisäisestä altistuksesta aiheutuva yhteenlaskettu annos oli 4,7 mSv.

Vuonna 2002 ei ollut yhtään tapausta, jossa efektiivinen annos olisi ylittänyt yksittäisen vuoden vuosiansnosrajan 50 mSv. Vuosina 1998–2002 ei ollut myöskään yhtään tapausta, jossa efektiivinen annos olisi ylittänyt viiden vuoden vuosiansnosrajan 100 mSv.

Suurin henkilökohtainen syväannos vuonna 2002 oli 55,4 mSv. Se mitattiin sairaalassa työskennelleellä kardiologilla. Efektiivisen annoksen vuosiansnosraja ei suojaimien käytön ansiosta kuitenkaan ylittynyt. Suurin efektiivinen annos viiden vuoden jaksolla 1998–2002 oli 84,6 mSv. Altistunut henkilö työskenteli ydinvoimalaitoksessa siivoustehtävissä.

Annosrekisteristä annettiin 45 säteilyaltistuksen seuranta-asiakirjaa vuonna 2002.

Taulukko XIII. Annostarkkailussa vuonna 2002 olleiden työntekijöiden lukumäärä toimialoittain annoksen mukaan ryhmiteltynä.

Annosväli (mSv)	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain (kpl)					
	Terveystenhuolto	Eläinlääkintä	Teollisuus	Tutkimus	Ydinenergian käyttö	Yhteensä ^{*)}
< 0,3	4 855	257	1 057	1 173	1 632 ^{**)}	8 864
0,3– < 0,5	185	10	29	10	206	426
0,5– < 5,0	459	26	85	23	979	1 556
5,0– < 10,0	51	2	7	0	147	206
10,0– < 20,0	26	1	3	2	89	123
≥ 20,0	12	0	0	1	2	15
Yhteensä	5 588	296	1 181	1 209	3 055	11 190

^{*)} Koska muutamat työntekijät ovat työskennelleet useammalla kuin yhdellä toimialalla, eivät tässä sarakkeessa esitetyt luvut välttämättä ole samoja kuin kunkin luvun kanssa samalla rivillä esitettyjen toimialakohtaisten työntekijälukumäärien summa.

^{**)} 1 262 työntekijällä alle 0,1 mSv.

Taulukko XIV. Toimialakohtaiset kokonaisannokset annostarkkailussa vuonna 2002.

Toimiala	Kokonaisannos (Sv)
Terveystenhuolto	1,82
Eläinlääkintä	0,07
Teollisuus	0,24
Tutkimus	0,09
Ydinenergian käyttö	4,12
Yhteensä	6,36

Taulukko XV. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2002.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä (kpl)	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen ^{*)} ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Radiologit	598	0,48	1,9	0,8	25,1
Kardiologit	140	0,63	5,2	4,5	55,4
Toimenpideradiologit	22	0,18	8,5	8,1	42,8
Kirurgit	248	0,09	2,5	0,3	31,0
Röntgenhoitajat	2 515	0,14	0,5	0,1	3,0
Teollisuuskuvaajat	343	0,10	1,0	0,3	9,4
Tutkijat	953	0,04	1,8	0,0	23,4
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt	773	1,24	2,2	1,6	13,2
• aineenkoetus	239	0,47	2,4	2,0	16,0
• käyttöhenkilökunta	231	0,11	0,9	0,5	6,5
• siivous	184	0,59	5,3	3,2	20,8
• eristetyöt	82	0,45	6,2	5,5	19,1
• säteilysuojelu	72	0,29	4,5	4,0	14,7
^{*)} Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk mittausjakson pituudesta riippuen.					

Säteilytyössä henkilökohtaisilla annosmittareilla mitatusta syväannoksesta voidaan arvioida työntekijän efektiivinen annos. Käytännössä syväannos on hyvä yläkiiarvo työntekijän efektiiviselle annokselle. Poikkeuksena tästä ovat terveydenhuollon röntgentutkimukset, koska tutkimusta tekevien työntekijöiden annokset mitataan säteilyltä hyvin suojaavan lyijykumiesiliinan päältä. Tämän vuoksi terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä röntgensäteilylle altistuvien työntekijöiden syväannokset on jaettava kertoimella 10–60, kun halutaan arvioida heidän efektiivinen annoksensa.

Kansainvälinen yhteistyö

Vuonna 2002 STUK osallistui työntekijöiden henkilökohtaisten annosten mittausten menetelmien harmonisointia koskevaan työhön EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) työryhmässä. Työryhmän tehtävä on antaa suosituksia henkilöannosmittausten harmonisoimiseksi EU:ssa ja muun muassa laatustandardien käyttöönottamiseksi, tärkeimpänä näistä ISO 17025.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää kansallista pienjätevarastoa, jonne varastoidaan kiinteitä radioaktiivisia jätteitä

loppusijoitusta varten. Pienjätevarasto sijaitsee Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluodon ydinvoimalan keski- ja vähäaktiivisen voimalajätteen loppusijoitustilan yhteydessä. Varasto on erillinen pienjätteiden varastointiin kunnostettu osa Olkiluodon jäteluolastosta ja vuokrattu STUKille. Varasto otettiin käyttöön keväällä 1997. Sinne on kuljetettu vuoden 2002 loppuun mennessä 147 jätepakkausta. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden aktiivisuus tai massa on esitetty taulukossa XVI.

Ennen jätteiden toimittamista Olkiluodon pienjätevarastoon ne kuljetetaan väli-varastoon, joka sijaitsee STUKin Roihupellon toimitilojen yhteydessä. Kuljettamisesta vastaa säteilylähteen käyttäjä, joka on säteilylainsäädännön mukaan muutoinkin velvollinen huolehtimaan toiminnassaan syntyvien radioaktiivisten jätteiden vaaratomaksi tekemisestä. Jätekuljetuksissa noudetaan vaarallisten aineiden kuljetuslainsäädäntöä (ADR-sopimuksen mukaiset määräykset).

Vuonna 2002 STUKin väli-varastoon otettiin vastaan 65 pienjätelähetystä, joissa oli yhteensä 156 kolia. Taulukossa XVII on esitetty STUKiin vuonna 2002 toimitettujen jätteiden aktiivisuus tai massa.

Taulukko XVI. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet Olkiluodon varastossa (joulukuu 2002).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	19 020
Co-60	227
Kr-85	835
Sr-90	144
Cs-137	1 564
Ra-226	229
U-238	164 kg
Pu-238	1 383
Am-241	616

Taulukko XVII. STUKiin vuonna 2002 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	148
Co-60	31,7
Ni-63	0,33
Kr-85	351
Cs-137	679
Pm-147	61,0
Ra-226	0,01
U-238	160 kg
Pu-238	258
Am-241	84,5

3 Ionisoimattoman säteilyn käyttö

3.1 Valvontatoiminta

Ionisoimattoman säteilyn valvontaa toteutetaan säteilylain (592/1991) sekä sen nojalla annettujen ionisoimattoman säteilyn valvontaa koskevan asetuksen (1306/1993) ja STM:n päätöksen (1474/1991) ja STM:n asetuksen (294/2002) mukaisesti.

Valvontatoimien ja turvallisuusarviointien kohteina vuonna 2002 ovat olleet erityisesti solariumit, kiinteistömuuntamot, metallinpaljastimet ja tukiasemat.

STM:n uusi asetus ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta tuli voimaan vuonna 2002. Asetuksessa tiukennettiin muun muassa solariumeista saatavaa UV-vuosiannosta ja vahvistettiin määräystasolla kieltö käyttää muita kuin UV-3 -tyypin laitteita rusketustarkoitukseen. Näistä tiedotettiin asetuksen julkistamisen yhteydessä julkiselle sanalle. Ne ovat mukana myös solariumien käyttöpaikoille tehdyssä ”Solariumin käyttäjälle” -julisteesa. Juliste jaettiin tiedossa oleviin solariumien käyttöpaikkoihin niihin tehtyjen tarkastusten yhteydessä tai postitse.

Markkinoilla olevien matkapuhelimien säteilyominaisuuksien valvomiseksi NIR-laboratorioon hankittiin SAR-testauslaitteisto, joka sijoitettiin vaimennusmateriaalilla ja häiriösuojauksella varustettuun testaushuoneeseen. Laitteisto saatiin tekniseen toimintavalmiuteen testauksien aloittamiseksi vuonna 2003.

Valvontaan liittyviä tarkastuksia (käyttöpaikka- ja markkinavalvontatarkastuksia) tehtiin vuonna 2002 yhteensä 32 kpl ja päätöksiä annettiin 1 kpl. Lisäksi annettiin 4 lausuntoa.

Vuonna 2002 sattui ionisoimattoman säteilyn käytössä yksi poikkeustapahtuma, jossa sterilointiin tarkoitettujen UVC-säteilyä tuottavien lamp-

pujen väärinkäyttö aiheutti nuorille pojille kasvojen ihon palamisen ja silmiin sarveiskalvon tulehduksen (ks. luku 6).

3.2 Tutkimustoiminta

Pääosa STUKin ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuravassa esitettyjen yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien puitteissa:

Säteilytysjärjestelmien kehittäminen eläintutkimuksia varten (CEMFEC)

EU:n osaksi rahoittaman CEMFEC -projektin tarkoituksena oli kehittää ja toimittaa Kuopion yliopistolle 900 MHz:n taajuudella toimiva rottien altistuslaitteisto, jossa suuri määrä koe-eläimiä voidaan altistaa samanaikaisesti siten, että kukin eläin voi liikkua vapaasti häkissään ja eläinten kokokehon SAR on tarkasti määritetty. Altistuslaitteistolle tehtiin asennuspaikalla suunnitelman mukaiset laadunvalvontamittaukset. Lisäksi annettiin teknistä tukea ongelmatilanteissa.

Solualtistuskammion kehitystyö (LaVita)

LaVita-projekti on STUKin Tutkimus ja ympäristövalvonta -osaston (TKO) projekti, jossa NIR-laboratorio on mukana. Utta horisontaalista solualtistuskammiota parannettiin vaihtamalla pleksisirakenteinen lämpö- ja kosteuseristyssuoja styroksisirakenteiseksi, jotta altistusaikaa voitiin pidentää tunneista vuorokausiin. Soluvaljelmien lämpötilan tutkimiseksi laadittiin FD-pohjainen numeerinen malli. Vanhan pystykammion SAR-dosimetriaa parannettiin aiempaa tarkemmilla numeerisilla malleilla ja lämpötilamittauksilla. Päättarkoituksena oli selvittää, miksi lasketut SAR-arvot ovat kolminkertaisia mitattuihin ver-

rattuna. Pystykammion dosimetriaa koskevan tieteellisen artikkelin käsikirjoituksen laadinta aloitettiin, mutta se voidaan saada valmiiksi vasta, kun SAR-määrittelyn ongelmat on ratkaistu.

Matkapuhelimien pulssimaisten akkuvirtojen magneettikentän aiheuttamaa altistumista koskeva tutkimus (AMEST)

TEKESin osittain rahoittamaan AMEST-projektiin liittyvässä tutkimuksessa laadittiin tieteellinen artikkeli Health Physics -lehteen. SAR-mittapäiden kalibroinnin siirtämiseen STUKista matkapuhelimien SAR-testauksia suorittaville testauslaboratorioille suunniteltiin siirtonormaali. Matkapuhelimien pulssimaisten akkuvirtojen magneettikentän aiheuttaman altistumisen määrittämistä varten kehitettiin numeerinen pään malli ja laskentaohjelman kehitystyö aloitettiin.

UV-valohoitolaitteiden laadunvarmistuksen käytännön menetelmien kehittäminen (UV-hoito)

Lääkelaitoksen osittain rahoittama UV-hoito -projekti eteni vuoden 2002 aikana suunnitellusti. UV-hoitolaiteissa käytettäviä lamppeja mitattiin ja laadunvalvontakysely tehtiin, mutta tulosten käsittelyt ovat kesken. Sairaaloitten UV-mittareita kalibroitiin ja todistukset toimitettiin asiakkaille. Spektroradiometrisen mittausten menetelmän kehittäminen edistyi.

Muu tutkimustoiminta

Yhteisrahoitteisten tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana perustoimintaa. Siihen kuuluvana tutkimuksena suunniteltiin, rakennettiin ja testattiin pientaajuisten magneettikentän mittarin ensimmäinen prototyyppi. Käyttökokemukset kiinteistömuuntamoiden ja metallinpaljastimien kenttien mittauksista osoittivat, että mittari toimii odotetulla tavalla.

Solariumien käyttöpaikkojen säteilyturvallisuuden kehittämistä mittaavan tutkimuksen tiedot kerättiin STUKin tarkastusten ja terveystarkastajilta saatujen ilmoitusten pohjalta.

3.3 Muu toiminta

Tiedotus ja koulutus

STM:ää avustettiin ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamista koskevan asetuksen julkistamisessa ja asetuksista tiedottamisessa. Asetuksen valmistelussa ja asiantuntijaraportin laadinnassa STUKilla oli myös merkittävä osuus. Asetuksesta ja sen toimeenpanosta kirjoitettiin muun muassa Ympäristö ja Terveys -lehteen sekä STUKin julkaisemaan ALARA-lehteen.

Tiedotusvälineille annettiin haastatteluja ja osin tehtiin itse artikkeleita matkapuhelimien ja voimajohtojen sähkömagneettisten kenttien turvallisuudesta, solariumeista ja auringon UV-säteilystä. Kansalaisia, kansalaisjärjestöjä, säteilyn käyttäjiä sekä poliittisia päättäjiä informoitiin kirjallisesti, puhelimitse ja internetin välityksellä.

Yhteistyössä STUKin tiedotusyksikön kanssa laadittiin Solariumin käyttäjälle -julistee, joka lähetettiin yhteensä noin 500:lle solariumtoiminnan harjoittajalle ja laitteiden maahantuojille. Osa julisteista jaettiin käyttöpaikatarkastusten yhteydessä. Julistee tavallaan korvaa käyttöpaikkojen aiemmat hyvin hajanaiset ohjeet. Sen tarkoituksena on varmistaa, että solariumin käyttäjät saisivat STM:n uuden asetuksen ja eurooppalaisen solariumstandardin vaatimusten mukaiset käyttöohjeet ja tiedot UV-säteilyn haittavaikutuksista.

Vuonna 2002 jatkettiin vuonna 2000 aloitettua internet-palvelua, jossa on näkyvillä touko-syyskuun välisenä aikana UV-indeksi edellisestä vuorokaudesta tarkasteluhetkeen. Indeksii perustuu tarkasti määritettyyn UV-säteilyn irradianssiin, joka on mitattu STUKin Roihupellon toimitilan katolla.

Ionisoimatonta säteilyä koskeva säteilysuojelukirjahanke edistyi. SM-kenttiä koskevan kirjan käsikirjoitus on suurimmaksi osaksi valmis.

Yhteistyössä STUKin tiedotusyksikön kanssa laadittiin ajankohtaistiedotteita sekä Ionisoimatonta säteilyä ja ihminen -katsaus. Matkapuhelimia ja tukiasemia koskeva katsaus on viivästynyt,

mutta sen tekeminen on aloitettu. Sen sijaan laadittiin rakennusten magneettikenttien mittaamista koskevan katsauksen käsikirjoitus. Valmiit katsaukset ovat nähtävillä myös STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi).

NIR-laboratorion asiantuntijat luennoivat toimintavuonna NIR-turvallisuudesta (Tampereen teknisen korkeakoulun säteilyturvallisuuskurssi), magneettikuvauksen turvallisuudesta (alan koulutuspäivät), UV-säteilyn vaikutuksista (Sädeturvapäivät), UV-valohoitolaitteiden käytön turvallisuudesta (Psoriasisliitto) ja solariumlaitteiden säteilyturvallisuudesta ja valvonnasta (tuoteturvallisuusvalvonnan koulutuspäivä). Lisäksi laboratorion johtaja luennoi Teknillisessä korkeakoulussa (TKK) kurssin Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mitaukset.

Kansainvälinen ja kotimainen yhteistyö

STUKin edustajat osallistuivat vuonna 2002 seuraaviin kansainvälisiin yhteistyökokouksiin:

- NEWRAD-konferenssi Washingtonissa
- UVNet 5 -Workshop Halkidikissa
- Biosähkömagneetiikan seuran vuosikokous Quebecissä
- Solariumtyöryhmän kokous Lontoossa
- Pohjoismaisen otsoni- ja UV-työryhmän kokous Boråsissa
- Pohjoismaisen säteilysuojeluyhdistyksen kokous Turussa.

STUK osallistuu ionisoimattoman säteilyn altistumis- ja laitenormeja valmisteleviin kansainvälisiin IEC:n ja CENELECin komiteoihin ja työryhmiin IEC TC 61/MT 16, IEC TC 106 ja CENELEC TC 106X sekä kotimaisiin SESKOn komiteoihin SK 106, SK 76 ja SK 61. Lisäksi STUKin edustaja osallistuu ICNIRPin (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) pysyvän komitean SC 3 työhön.

4 Luonnonsäteily

Säteilylain 45 §:n mukaan toiminnan harjoittaja, joka käyttää luonnossa olevia maa-, kivi- tai muita aineksia elinkeinotoiminnassa, on velvollinen selvittämään toiminnasta aiheutuvan säteilyaltistuksen, jos ilmenee tai perustellusti epäillään, että toiminta on säteilytoimintaa. Sama velvollisuus on työnantajalla, jonka työtiloissa tai muussa työskentelypaikassa todetaan tai perustellusti epäillään, että luonnonsäteilystä kohdistuu ihmiseen säteilyaltistusta, joka aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

4.1 Radon

Radon työpaikoilla

Työpaikoilla suurimman luonnonsäteilyaltistuksen aiheuttaja on hengitysilman radon. STUKin valvontakohteita ovat maanalaiset kaivokset, louhintatyömaat ja muut maanalaiset työtilat samoin kuin muutkin työpaikat, joiden ilmassa on huomattavan suuri radonpitoisuus. Radonpitoisuuden toimenpidearvo säännöllisessä työssä on $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$.

STUKin valvonnassa oli vuoden 2002 aikana yhteensä 145 työpaikkaa, joissa oli mitattu $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ ylittäviä radonpitoisuuksia. Valvottavat yritykset teettivät vuoden aikana yhteensä 1 053 radonpurkkimittausta ja 50 työnaikaisen radonpitoisuuden selvitystä jatkuvatoimisella mittalaitteella. Suurimmassa osassa mittauksista oli kyse ensimmäisestä radonpitoisuuden selvityksestä työpaikalla, mutta osa oli aiemmin tehtyihin mittauksiin liittyviä lisäselvityksiä. Useimmat uudet mittaukset työnantajat tekivät työsuojelupiirien antamien mittauskehotusten perusteella.

Radonmittausten tulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 180 tarkastuspöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 132 työpisteessä ja tarkistusmittaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 36 työpisteessä. Vaikka radonpitoisuus olikin 66 työpisteessä suurempi kuin $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, vaatimuksia ei asetettu, koska vuotuinen työaika oli normaalia lyhyempi. Tehtyjen korjausten tai lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella valvonta lopetettiin yhteensä 62 työpisteen osalta. Muiden syiden perusteella valvonta lopetettiin 20 työpisteessä. Näitä syitä olivat esimerkiksi tilan käytöstä poistaminen tai se, että työpaikka on omassa kodissa eikä siellä työskentele ulkopuolisia palkattuja henkilöitä. Tekemättä jätettyjen korjaustoimenpiteiden tai ilmoitusten takia kehoituksia annettiin 13 työpaikalle. Lisäksi yhdelle työpaikalle määrättiin työaikakirjanpito ja säännölliset radonmittaukset työntekijöiden altistuksen seuraamiseksi. Vuoden lopussa valvonnassa oli yhteensä 95 työpaikkaa ja 143 työpistettä.

Radontarkastus tehtiin neljässä maanalaisessa kaivoksessa. Keskimääräiset radonpitoisuudet alittivat toimenpidearvon $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ kaikissa kaivoksissa. Radontarkastuksia tehtiin myös seitsemällä maanalaisella louhintatyömaalla. Näistä kahdessa keskimääräiset radonpitoisuudet ylittivät toimenpidearvon. Louhintatyömaille vaadittiin tehtäväksi korjaustoimenpiteitä sekä uusintamittaukset sen toteamiseksi, että radonpitoisuudet saatiin pienennettyä alle toimenpidearvon. Toiselle työmaalle määrättiin lisäksi työaika-seuranta työntekijöiden altistuksen seuraamiseksi.

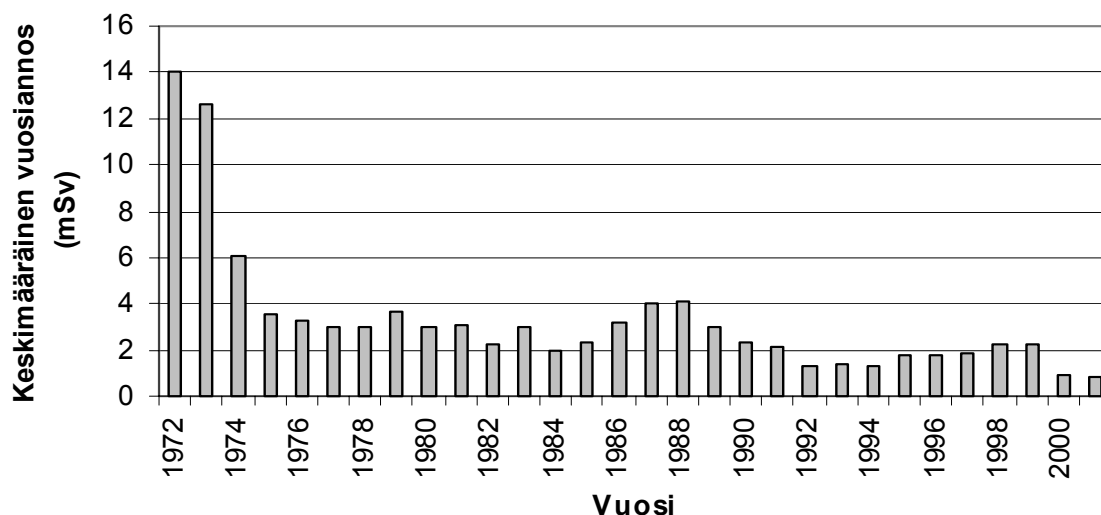
Vuonna 2002 tehtiin kolme vuosikymmentä kattava selvitys radonista kaivosmiehille aiheutuneesta säteilyaltistuksesta Suomessa^{*)}. 1970-luvun alussa, jolloin säännölliset radonmittaukset maanalaisissa kaivoksissa aloitettiin, pitoisuudet saattoivat olla hyvin korkeita lähinnä huonon ilmanvaihdon vuoksi. Nykyään radonpitoisuudet kaivoksissa ovat pääsääntöisesti melko pieniä, keskiarvon ollessa noin $110 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Kokemukset muun muassa Mullikkorämeen kaivokselta ovat kuitenkin osoittaneet säännöllisten radonmittausten olevan yhä tarpeen. Kyseinen kaivos lopetti toimintansa vuonna 2000, jolloin pitoisuudet olivat $1\ 000\text{--}2\ 000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ (STUK-B-STO 43). Radontarkastukset maanalaisissa kaivoksissa tehdään yleensä kahden vuoden välein. Kuvassa 6 on esitetty kaivosmiehille radonista aiheutuneet kes-

kimääräiset vuosittaiset säteilyannokset suomalaisissa kaivoksissa vuosina 1972–2001.

Radonmittalaitteiden hyväksyntä

Radonpitoisuuden mittalaitteella tai mittausmenetelmällä, jota käytetään työntekijöiden altistuksen määrittämiseen, on oltava STUKin hyväksyntä. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaite on asianmukaisesti kalibroitu. Kalibrointi on pääsääntöisesti tehtävä kahden vuoden välein. Taulukossa XVIII on lueteltuna organisaatiot (yritys, yhteisö, laitos tai vastaava), joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen ja joiden laitteilla on voimassaoleva kalibrointi. Taulukossa on päivämäärä, johon mennessä mittalaite on kalibroitava uudelleen, jotta hyväksyntä olisi voimassa.

^{*)} Annanmäki M, Venelampi E, Markkanen M. Radon in Finnish mines – regular monitoring since 1972. Book of Abstracts. Seventh International Symposium of Natural Radiation Environment (NRE VII), Rhodes, Greece, 20–24 May 2002: 250.



Kuva 6. Kaivosmiehille radonista aiheutuneet keskimääräiset vuosittaiset säteilyannokset suomalaisissa kaivoksissa vuosina 1972–2001.

Taulukko XVIII. Organisaatiot, joiden mittalaitteet on hyväksytty työntekijöiden radonaltistuksen määrittämiseen.

Organisaatio	Mittalaite	Kalibrointi voimassa	Huomautus
Gammadata Mättek- nik i Uppsala AB/ Gammadata Finland Oy, Helsinki	Alfajälki-ilmaisimeen perustuva radonmit- tauspurkki	1.7.2003	Purkkimittausmenetelmällä voidaan määrittää radonpitoisuuden pitkän aikavälin keskiarvo. Menetelmä ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen. Menetelmä on hyväksytty myös asuntojen radonmittauksiin.
Kata-Electronics Oy	Radon-Box 10	25.3.2003	Mittalaite, jolla voidaan määrittää radonpitoisuuden lyhyen aikavälin (7 vrk) keskiarvo. Laitte ei sovellu radonpitoisuuden ajallisten vaihteluiden selvittämiseen.
<ul style="list-style-type: none"> • Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu • Janakkalan kunta • Kuopion yliopisto • Kymenlaakson ammattikorkeakoulu • Lahden kaupunki • Turun ammattikorkeakoulu • Tampereen ammattikorkeakoulu 	<ul style="list-style-type: none"> • Pylon AB-5 • Ionisaatiokammio • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 • Pylon AB-5 ja Alpha Guard 	<ul style="list-style-type: none"> • 28.10.2004 • 16.3.2003 • 9.2.2003 • 22.8.2003 • 18.7.2004 • 13.6.2004 • 23.10.2004 • 23.10.2004 	Jatkuvatoimiset mittalaitteet, joilla voidaan rekisteröidä radonpitoisuuden ajalliset vaihtelut. Laitteet soveltuvat työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksiin.

4.2 Avaruussäteily

Jos lentotyötä tekevien työntekijöiden efektiivinen annos voi ylittää vuodessa arvon 1 mSv, on heille säteilyasetuksen (1512/1991, muutos 1143/1998) 28 a §:n mukaan järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta ja terveystarkkailu samojen periaatteiden mukaan kuin säteilytyötä tekeville työntekijöille.

Avaruussäteilystä lentotyötä tekeville aiheutuvaa altistusta on Suomessa seurattu vuodesta 1992 lähtien. Finnair Oyj arvioi vuosittain palveluksessaan oleville lento- ja matkustamohenkilöstön kuuluville avaruussäteilystä aiheutuvan efektiivisen annoksen. Annos arvioidaan laskennallisesti siten, että otetaan huomioon henkilöi-

den lentoreitit ja lentoajat sekä avaruussäteilyn annosnopeuden muutokset 8–12 km:n lentokorkeuksilla.

Vuonna 2002 arvioinnissa oli mukana 692 Fin'nairin palveluksessa olevaa kapteenia ja lentoperämiestä sekä 1 799 matkustamohenkilöstön kuuluvaa työntekijää. Tulokset arvioinnista on esitetty taulukossa XIX.

Suurin lentäjän ja matkustamohenkilöstön kuuluvan työntekijän saama vuosiannos oli 4,2 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo oli 1,5 mSv ja matkustamohenkilöstön 1,6 mSv. Lentohenkilöstön kokonaisannos oli 1,07 Sv ja matkustamohenkilöstön 2,93 Sv.

Taulukko XIX. Finnair Oyj:n lento- ja matkustamohenkilöstön avaruussäteilystä saamat efektiiviset annokset vuonna 2002.

Tehtävä	Lento- tuntien keski- arvo (h)	Suurin lentotun- tien määrä (h)	Henki- löiden luku- määrä (kpl)	Efektiiviset annokset		
				Kokonais- annos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)	Suurin annos (mSv)
Lentäjät (lentokapteenit ja lentope- rämiehet)	434	884	692	1,07	1,5	4,2
Matkustamohenkilöstö (muun muassa purserit, liikematkustamoluokan henkilöstö, lentoemännät, stuerit)	461	889	1 799	2,93	1,6	4,2
Kaikki yhteensä	452		2 491	4,00	1,6	

4.3 Muu luonnonsäteily

Talousveden radioaktiivisuutta valvotaan ohjeen ST 12.3 perusteella. Ohje koskee sellaisten vesilaitosten jakamaa vettä, jota enemmän kuin 50 henkilöä tai 10 asuinhuoneistoa käyttää talousvetenä, sekä ammattimaisia juoman ja elintarvikkeiden valmistajia, jotka käyttävät omaa kaivoa tai vedenottamoaa. Vuoden 2002 aikana laadittiin tarkastuspöytäkirja 31 vesilaitokselle ja kolmelle pakatun veden valmistajalle yhteensä 54 vesinäytteen aktiivisuusmittauksesta. Viidelle vesi-

laitokselle annettiin kehoitus pienentää vedessä olevien radioaktiivisten aineiden määrää. Useimmissa tapauksissa pääasiallisena syynä pitoisuusrajojen ylittymiseen oli veden radon. Korjaustoimille asetettiin vuoden määräaika.

Lisäksi annettiin kolme lausuntoa luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien materiaalien käsittelystä ja kaatopaikkakelpoisuudesta sekä yksi lausunto rakennusmateriaalina käytettyjen luonnonkivien radioaktiivisuudesta.

5 Mittanormaalityöiminta

Säteilylain (muutos 1334/1994) 23 §:n mukaan STUKin tehtävänä on ylläpitää säteilymittausten luotettavuuden varmistamiseksi tarpeellisia mittanormaaleja. Säteilyllä tarkoitetaan tässä sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä. Mittanormaalityöiminnan tarkoituksena on säteilymittausten riittävän tarkkuuden ja kansainvälisen vertailukelpoisuuden varmistaminen. Mittanormaalit voidaan jäljittää mittayksiköiden määritelmiin joko suoraan tai kansainvälisesti hyväksytyin mittanormaalin välityksellä.

5.1 Ionisoiva säteily

Mittanormaalit, jäljitettävyyden ja mittausepävarmuudet

STUKin ionisoivan säteilyn mittanormaalit ovat ionisaatiokammioita tai säteilylähteitä. Ne ovat pääosin sekundaarinormaaleita, jotka on kalibroitu primaarinormaalien avulla Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) Ranskassa tai Englannin tai Saksan kansallisessa mittanormaalilaboratoriossa (NPL tai PTB) tai joiden kalibrointi on jäljitettävissä Yhdysvaltain kansalliseen mittanormaalilaboratorioon (NIST).

Kansallisia mittanormaaleja ylläpidetään suureille ilmakerma, absorboitunut annos, kertymänopeus, referenssi-ilmakermanopeus ja aktiivisuuskate. Kalibrointeja ja säteilytyksiä annetaan lisäksi annosekvivalenttisuureille, jotka voidaan laskennallisesti johtaa edellämäinuituista suureista. Suureiden mittausepävarmuudet (nk. laajennettu epävarmuus kattavuuskertoimella 2) ovat:

ilmakerma 1–3 %, absorboitunut annos 3–5 %, kertymänopeus ja annosekvivalentti 2–10 %, referenssi-ilmakermanopeus 2–3 % ja aktiivisuuskate noin 10 %. Ionisoivan säteilyn annossuureiden ja kertymänopeuden mittanormaalien, kalibrointiin ja säteilytysten jäljitettävyydenkaaviot on esitetty kuvissa 7 ja 8.

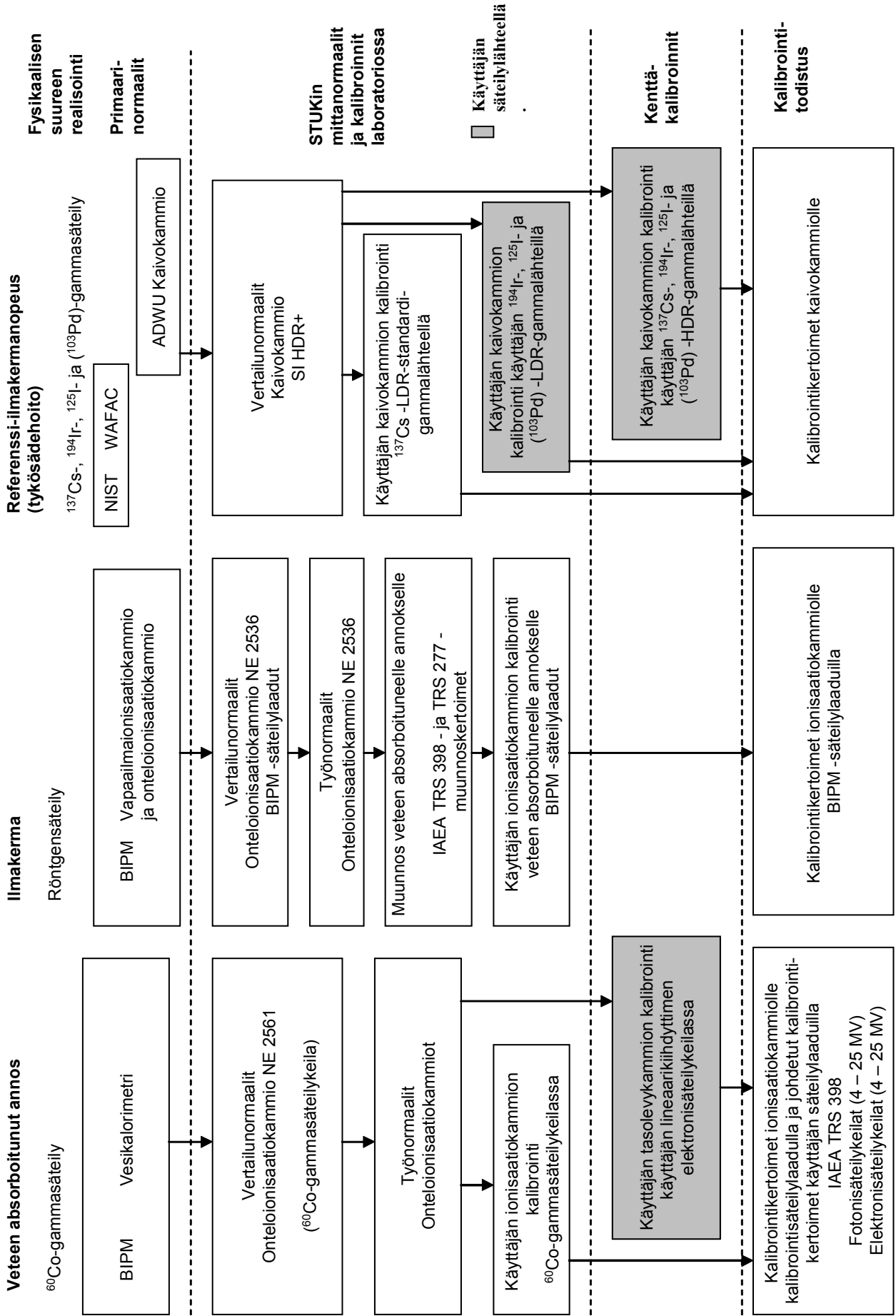
STUKilla on seuraavat säteilylaitteet ja -lähteet ionisoivan säteilyn mittanormaalien ylläpitoa ja mittalaitteiden kalibrointiin varten:

- Gammasäteilylaitteet: ^{60}Co - ja ^{137}Cs -gamma-lähteet (useita aktiivisuuksia)
- Röntgenlaitteet: 160 kV:n ja 320 kV:n röntgenputket
- Beetasäteilyn sekundaarinormaali: ^{147}Pm -, ^{204}Tl - ja $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -beetalähteet
- Neutronisäteilyn sekundaarinormaali: AmBe-neutronilähteet
- Alfa- ja beetasäteilyn pintalähteet: $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -, ^{36}Cl - ja ^{14}C -beetalähteet sekä ^{241}Am -alfalähde.

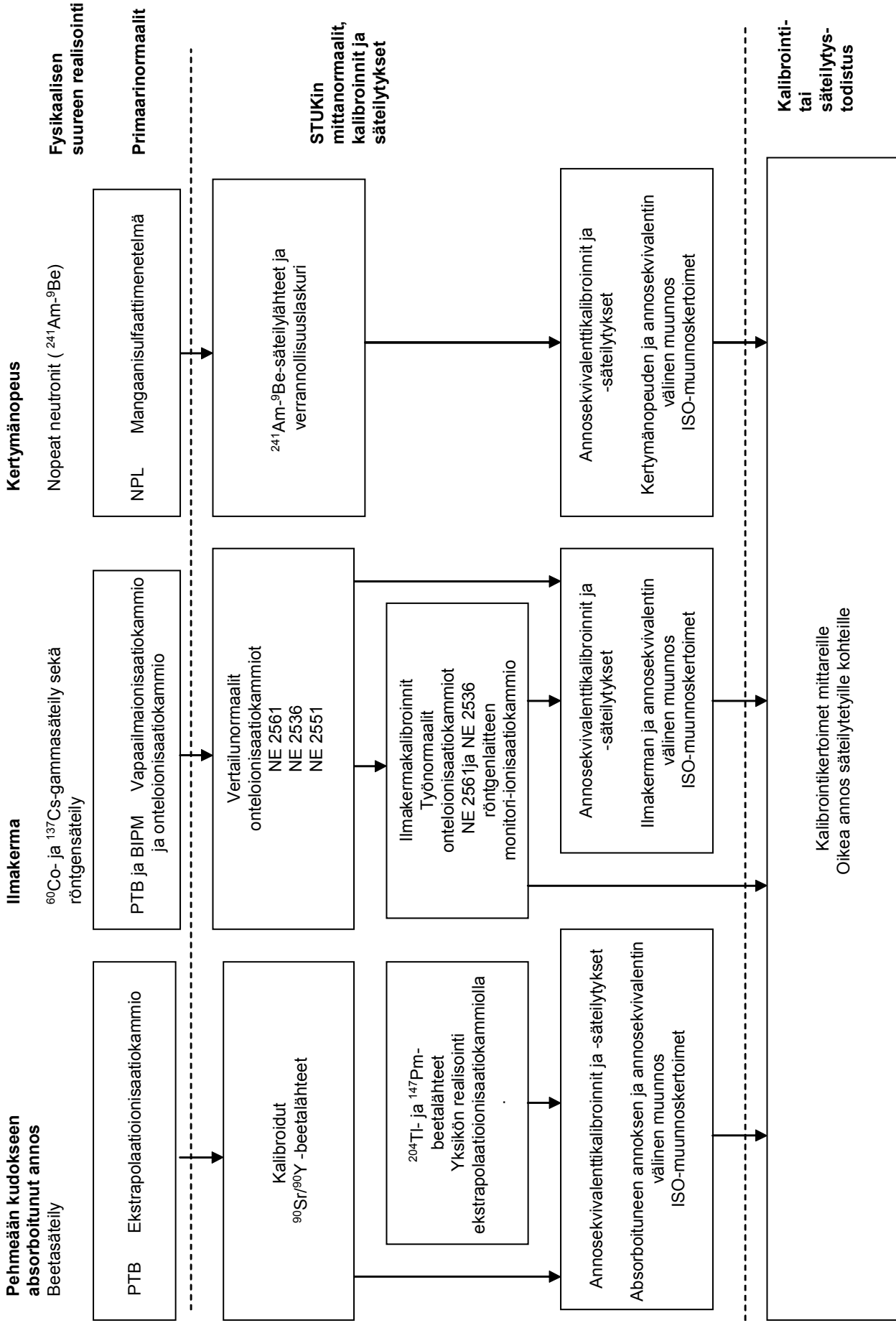
Mittanormaalien ylläpito

Vuonna 2002 STUKin ionisoivan säteilyn mittanormaaleja ylläpidettiin aikaisemmassa laajuudessaan. Mittanormaalien laadunvarmistusmittauksissa (vakioisuustesteissä) ei todettu toimenpiderajojen ylityksiä. Ionisoivan säteilyn mittanormaalityöiminnan laatujärjestelmään kuuluvaa ohjeistoa täydennettiin.

Ionisoivan säteilyn annossuureiden kalibroinneissa tarvittavien säteilylähteiden ja -laitteiden uudistamistarve selvitettiin ja uudistamissuunnitelma laadittiin.



Kuva 7. STUKin ionisoivan säteilyn mittanormaalien ja kalibrointien jäljitettävyyshaavo (sädehoidon ionisaatiokammiot).



Kuva 8. STUKin ionisoivan säteilyn mittanormaalien, kalibrointien ja säteilytysten jäljitettävyyshaavo (säteilysuojelun säteilymittarit ja säteilytykset).

Kansainväliset vertailut

STUK osallistui vuonna 2002 IAEA/WHOn järjestämään vuosittaiseen TLD-annosmittausvertailuun. STUKin tulokset olivat hyvin vertailun toimenpiderajojen (3,5 %) sisällä. Yhtäpitävyys oli ^{60}Co -gammäsäteilyllä 0,5 % ja 15 MV:n fotonisäteilyllä 0,6 % IAEA:n vertailuarvoon nähden.

Kahden vuonna 2001 EA:n (European Co-operation for Accreditation) järjestämän vertailun alustavat tulokset olivat myös käytettävissä:

- Calibration of a radiation protection dosimeter (IR3)
- Calibration of a personal dosimeter for personal dose equivalent $H_p(10)$ (IR4).

Molemmissa vertailuissa STUKin tulokset olivat selvästi sekä ilmoitettujen epävarmuuksien että vertailun toimenpiderajojen sisällä.

STUKin edustaja osallistui vuonna 2001 EUROMETin (European Collaboration on Measurement Standards) toteuttaman kalibroitiverailun (Calibration of dosimeters used in mammography with different X-ray qualities (20 kV to 50 kV) (526)) tulosten arviointiin. Vertailun tulosten odotetaan tulevan julkaistaviksi vuonna 2003. Alustavien tulosten mukaan STUKin tulokset ovat myös tässä vertailussa toimenpiderajojen sisällä.

Säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset

Säteilymittarien kalibroititodistuksia annettiin 75 kpl ja säteilytystodistuksia 51 kpl. Kalibroinneista noin kolmasosa ja säteilytyksistä suurin osa tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

Mittanormaalien ja kalibroitimenetelmien kehitystyö

Mittanormaalityö ja kansainväliseen MRA-sopimukseen (Mutual Recognition Arrangement) liittyen järjestettiin Mittatekniikan keskuksen ja STUKin edustajien kesken neuvottelutilaisuus. Neuvottelussa sovittiin STUKin kansallisen mittanormaalityön laatujärjestelmän esittelystä EUROMETin arvioitavaksi vuonna 2003. Lisäksi järjestettiin STUKin sisäinen keskustelu- ja tiedotustilaisuus kansallisesta mittanormaalityöstä ja MRA-sopimuksen vaikutuksista.

Vuosina 2001–2003 STUK siirtyi sädehoidon annosmittarien kalibroinnissa käyttämään IAEA:n suosituksiin perustuvaa uutta menetelmää, jossa kalibroinnin perussuureena käytetty ilmakerma korvataan suurella veteen absorboitunut annos. Tähän liittyen aloitettiin myös sädehoidon elektronisäteilykeilojen mittauksissa käytettävien ionisaatiokammioiden kenttäkalibroinnit sairaaloissa. Ensimmäiset kalibroinnit asiakkaiden mittareille tehtiin joulukuussa 2002.

Röntgendiagnostiikassa annoksen ja pinta-alan tuloa mittaavien mittarien (DAP-mittarit) kalibroitimenetelmän kokeilut aloitettiin. Luonnos kalibroitimenetelmästä esitettiin lääketieteellisen röntgentekniikan asiantuntijoiden neuvottelupäivillä syyskuussa 2002.

STUKin ilmakerman ja annosekvivalentin mittaamista varten hankkimien uusien mittanormaali-ionisaatiokammioiden koekäyttöön liittyvät testaukset aloitettiin.

Kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö

Mittanormaalityö liittyen STUK on jäsenenä IAEA:n ja Maailman terveysjärjestön (WHO) ylläpitämässä ionisoivan säteilyn mittanormaalityöryhmien verkossa ja osallistuu näiden SSDL-laboratorioiden kesken vuosittain tehtäviin vertailumittauksiin.

STUKin edustaja osallistui vuonna 2002 EUROMETin ionisoivan säteilyn työryhmän, Metrologian neuvottelukunnan ja pohjoismaisten säteilyturvallisuuksilaitosten dosimetriatyöryhmän kokouksiin. Standardisointijärjestöjen komiteoiden ja työryhmien toimintaan osallistuttiin standardiluonnoksia kommentoimalla.

STUKin järjestämään Baltian tullivirkailijoiden säteilysuojelukoulutukseen osallistuttiin järjestämällä ja ohjaamalla koulutukseen liittyvät säteilymittausten harjoitustyöt.

5.2 Ionisoimaton säteily

STUK ylläpitää valvonta- ja tutkimustoiminnalleen tarpeellisia ionisoimattoman säteilyn mittanormaaleja. Kansallisen tason normaaleja ylläpidetään spektriselle UV-irradianssille sekä voimakkaalle sähkö- ja magneettikentille turvallisuuden kannalta keskeisimmillä taajuusalueilla.

Spektrisen UV-irradianssin mittanormaali (1 kW:n kvartsihalogeenilampun) on jäljitetty suo-

raan NISTin primäärinormaaliin ja akkreditoitun laboratorion (lampun valmistaja) kautta PTB:n primäärinormaaliin vuonna 1995 sekä Teknillisen korkeakoulun (TKK) mittaustekniikan laboratorion primäärinormaaliin vuonna 1998 (ks. kuva 9). TKK:ssa tehty kalibrointi on tarkistettu vuonna 1999.

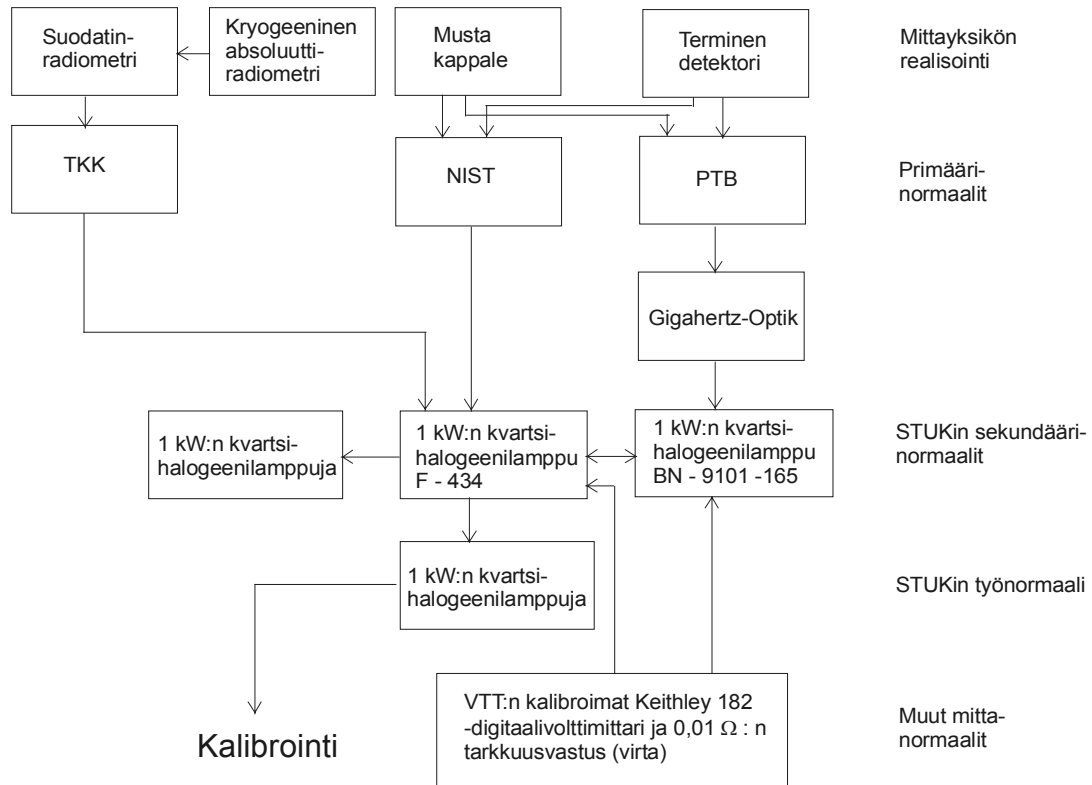
Vuonna 2002 STUK osallistui auringon UV-säteilyn mittausten tarkkuuden parantamista koskevaan tutkimukseen, joka oli osa laajaa NPL:n koordinoimaa SMT-ohjelmaan (standardit, mittaukset ja testaukset) kuuluvaa EU-projektia. STUKin osaprojektin tavoitteena oli kehittää yhteistyössä TKK:n mittaustekniikan laboratorion kanssa aurinkoa monitoroiville spektroradiometreille kvartsihalogeenilamppuihin perustuva kenttäkalibraattori (siirtonormaali), joka on stabiiloitu puolijohdedetektoreiden avulla ja kalibroitu TKK:n suodatinradiometriä välityksellä kryogeenista absoluuttiradiometriä vastaan. Vuoden 2002 aikana UV-spektroradiometriä kenttäkalibraattorille hankittiin suora kalibrointijälki TKK:sta; tällöin käytössä oleva kalibrointijälki on lyhin mahdollinen. Lisäksi siirrettävästä UV-kalibraattorilampusta laadittiin yhteistyössä TKK:n kanssa kaksi artikkelia Metrologia-lehteen ja yksi artikkeli UVNews-lehteen, joka on UV-mittauksia koskevan temaattisen verkoston uutislehti. Met-

rologia- ja UVNews-lehden artikkeleissa käsiteltiin laitteen suunnittelua ja testaustuloksia ja toisessa Metrologia-lehden artikkelissa esiteltiin tuloksia kalibraattorissa käytettävien DXW-lampujen testauksista. Elektroniikkayksikön suunnittelu aloitettiin. Kalibraattori toimii odotetulla tavalla.

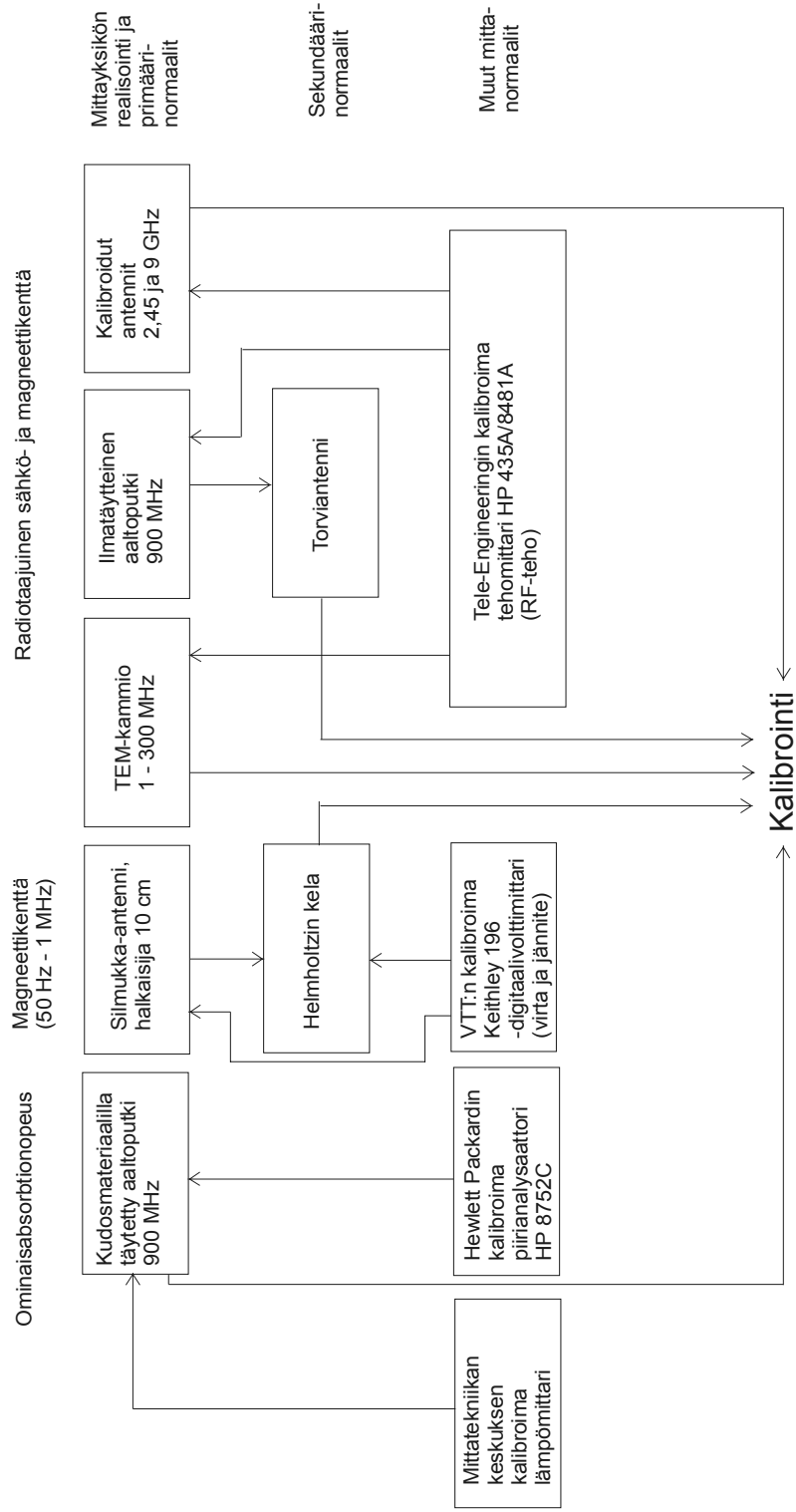
SAR-testauksia suorittaville testauslaboratorioille suunniteltiin siirtonormaali (ks. kohta 3.2 Tutkimustoiminta).

Voimakkaiden sähkö- ja magneettikenttien osalta ei ole olemassa tarkkoja jäljitettävyyssketjuja, koska riittävän tarkkoja siirtonormaaleja ei ole. STUKilla on käytössään itse suunnitellut kalibrointilaitteistot (TEM-kammiot ja kalibroidut antennit radiokaiuttomassa huoneessa), joiden tarkkuutta on vertailtu Saksan, Hollannin, Ruotsin ja Englannin kansallisten mittanormaali-laboratorioiden (PTB, VSL, SP, NPL) mittanormaaleihin vuonna 1992. Sähkö- ja magneettikenttien mittanormaalien jäljitettävyyksikaavio on esitetty kuvassa 10.

Vuonna 2002 NIR-laboratorio kalibroi yhteensä 31 mittaria, joilla mitataan UV-säteilyä ja sähkömagneettisia kenttiä. Lisäksi tehtiin turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 13 kpl.



Kuva 9. STUKin UV-säteilyn mittanormaalien jäljitettävyysskaavio.



Kuva 10. STUKin sähkö- ja magneettikenttien mittanormaalien jäljitettävyyshaavo.

6 Poikkeustapahtumia

Säteilyasetuksen 17 §:n mukaan STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvan haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

Vakavia säteilyonnettomuuksia ei tapahtunut vuoden 2002 aikana eikä myöskään todettu sellaisia tapahtumia, jotka olisivat saattaneet johtaa säteilyonnettomuuteen. Vuoden aikana STUK kuitenkin tutki 10 tapausta, joihin liittyi tai joihin epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava tapahtuma tai tilanne säteilyn käytössä. Tapauksista 3 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 5 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, 1 radioaktiivisten aineiden kuljetusta ja 1 ionisoimattoman säteilyn käyttöä.

Jäljempänä olevissa tapausselostuksissa on esitetty vuoden 2002 aikana tutkitut poikkeustapahtumat ja niiden syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin tapahtuman johdosta on ryhdytty. Selostusten tarkoituksena on kiinnittää säteilyn käyttäjien huomiota säteilylähteiden käyttöön liittyvään potentiaaliseen vaaraan ja lähteiden asialliseen käyttöön sekä tarvittaviin ennakkotoimenpiteisiin vastaavanlaisten poikkeustilanteiden syntymisen estämiseksi.

Tapahtuma 1.

Paperitehtaan voimalalla korjaustöitä tehneen yrityksen asentaja meni työkohteeseen, mutta ei työnjohtajan kehoituksista huolimatta sulkenut

työkohteen seinämän takana olevan säteilylähteen (185 MBq ¹³⁷Cs) suljinta. Asentaja ehti työkennellä kohteessa noin kaksi tuntia ennenkuin työtä tarkastamaan tullut työnjohtaja havaitsi sulkimen olevan auki. Asentajan säteilyannokseksi arvioitiin noin 0,15 mSv.

Vastaisuudessa paperitehtaan omat asentajat sulkevat sellaiset säteilylähteet, joista voisi olla vaaraa korjaustöiden suorittajille.

Tapahtuma 2.

Selluloosatehtaan keittimen purkutöiden yhteydessä töiden ajaksi irrotettu säteilylähte (925 MBq ⁶⁰Co) joutui keittimen purkuromun mukana metalliromuttamoon. Lähde löytyi selluloosatehtaan ja romuttamon yhteisetsinnöissä ja kuljetettiin takaisin tehtaalle.

Selluloosatehdas uudisti säteilylähteiden käsittelyä koskevaa ohjeistustaan, jotta vastaavat tapaukset voitaisiin välttää.

Tapahtuma 3.

Kesäharjoittelija oli havainnut laboratorion nurkassa vanhan lyijysuojan, jonka pinnalla annosnopeus oli noin 10 µSv·h⁻¹. Kahden henkilön tutkiessa lyijysuojaa, siitä putosi pöydälle ja lattialle suolamaista ainetta, joka oli radioaktiivista. Gammaspektrometrisellä mittauksella todettiin aineen sisältävän ¹³⁷Cs- ja ²⁴¹Am-isotooppeja. Huone ja sen pöydät sekä henkilöiden kengät puhdistettiin. Aktiiviset materiaalit pakattiin muovipusseihin ja käsiteltiin normaalisti radioaktiivisena jätteenä. Lopuksi huoneen ja siihen johtavien kulukäytävien puhtaus tarkistettiin säteilymittarilla.

Radioaktiiviselle aineelle altistuneet henkilöt kävivät kokokehommittauksessa, mutta sisäistä kontaminaatiota ei havaittu.

Tapahtuma 4.

Hoitaja injektoi radioaktiivista lääkeainetta (^{99m}Tc -leimattua kolloidia) syöpäkasvaimeen. Koska kasvainkudos oli kovaa, irtosi neula ruiskusta ja osa aineesta (noin 75 MBq) roiskui hoitajan ja potilaan päälle. Hoitaja kävi välittömästi suihkussa ja pesi hiuksensa kahteen kertaan.

Tapaus hoidettiin asianmukaisesti eikä se antanut aihetta jatkotoimenpiteisiin.

Tapahtuma 5.

Sepelvaltimoiden sisäisessä sädehoidossa säteilylähde juuttui ohjainkatetriin. Katetri vedettiin ulos potilaasta ja pantiin tarkoitusta varten suunniteltuun suojalaatikkoon. Hoitolaitteen toimittaja nouti sekä katetrin että latauslaitteen ja vaihtoi lähteen ja laitteen uusiin.

Henkilökunta ja potilas eivät altistuneet merkittävästi säteilylle.

Tapahtuma 6.

Potilaalle annettiin sydäntutkimuksessa lähes kolminkertainen määrä radioaktiivista lääkeainetta (2 700 MBq ^{99m}Tc -tetrofosmiinia). Aineen aktiivisuus oli mitattu annoskalibraattorilla vahingossa toisen radionuklidin asetuksilla. Potilaalle annettiin sappirakon toimintaa stimuloivaa ruokaa ja juomaa ja kaliumperkloraattia kilpirauhasen suojaamiseksi.

Hoitohenkilökunnalle korostettiin työohjeiden tarkkaa seuraamista.

Tapahtuma 7.

Luuston gammakuvauksessa kolmelle potilaalle injektoidiin väärää radioaktiivista lääkeainetta. ^{99m}Tc -HDP:n asemesta he saivat 700 MBq ^{99m}Tc -perteknetaattia. Annosteluvaiheessa aine otettiin erehdyksessä suoraan eluaattipullosta. Potilaille

annettiin kaliumperkloraattia kilpirauhasen suojaamiseksi. Lisäksi tapahtumat selvitettiin potilaille, heille varattiin uudet tutkimusajat ja tapahtumat merkittiin heidän sairauskertomuksiinsa.

Tapahtumat käytiin läpi tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden kanssa. Potilaiden saama ylimääräinen efektiivinen annos oli noin 8 mSv.

Tapahtuma 8.

Potilaalle tehtiin keskussairaалassa erehdyksessä keuhkoperfuusion gammakuvaus (150 MBq ^{99m}Tc -MAA), koska päivystyspoliklinikka oli lähettänyt potilaan sairaalaan toisen potilaan läheteellä. Potilas oli iäkäs ja sairautensa vuoksi sekava, joten hänen henkilöllisyyttään ei voitu häneltä itseltään tarkistaa.

Potilaan saama efektiivinen annos oli noin 1 mSv.

Tapahtuma 9.

Sairaalaan oli tullut ulkomailta radiojodihoito (1,37 GBq ^{131}I), joka oli annettu potilaalle. Tyhjä päällyspakkaus heitettiin roskakoriin. Isotooppi-osaston hoitaja huomasi roskakoria tyhjentäessään, että pakkaus on kontaminoitunut ja säteilee selvästi muita roskia enemmän. Pakkauksen aktiivisuudeksi mitattiin noin 40 MBq. Pakkaus sijoitettiin isotooppivaraston vanhentamisvaunuun.

Potilas sai oikean suuruisen hoitoannoksen, mutta pakkauksen kontaminoitumisen syy ei selvinnyt.

Tapahtuma 10.

Neljä nuorta poikaa asensi voimakasta UVC-säteilyä tuottavia, sterilointiin käytettäviä UV-lamppuja discovaloiksi. Pojat eivät tiedäneet lampujen olevan tähän tarkoitukseen sopimattomia. Pojat saivat lampuista palovammoja kasvoihinsa ja sarveiskalvotulehduksen silmiinsä. He ottivat yhteyttä STUKiin, josta neuvottiin heitä kääntymään lääkärin puoleen. Pojat saivat lääkäriltä hydrokortisonia silmiensä hoitoon ja toipuivat.

LIITE 1 Säteilytoimintaan liittyvä lainsäädäntö

Säädös tai päätös	Säädöskokoelman numero
Säteilyturvallisuus	
Säteilylaki	592/1991
• muutos	1102/1992
• muutos	1334/1994
• muutos	594/1995
• muutos	490/1997
• muutos	1142/1998
• muutos	647/1999
• muutos	744/2002
Asetus säteilylain muuttamisesta annetun lain voimaantulosta	1597/1994
Säteilyasetus	1512/1991
• muutos	1598/1994
• muutos	1143/1998
Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä	423/2000
Asetus ionisoimattoman säteilyn valvonnasta	1306/1993
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös ionisoimattoman säteilyn altistuksen enimmäisarvoista	1474/1991
Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta	294/2002
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista	944/1992
Valvontaorganisaatio	
Laki Säteilyturvakeskuksesta	1069/1983
• muutos	1106/1987
Asetus Säteilyturvakeskuksesta	618/1997
Maksut	
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös Säteilyturvakeskuksen suoritteiden maksullisuudesta ja maksuperusteista	580/1993
Kuljetukset	
Vaarallisten aineiden kuljetuslainsäädäntö koskee myös radioaktiivisten aineiden kuljetuksia	

LIITE 2 Euroopan yhteisöjen säteilysuojelusäädöksiä ja -suosituksia

Neuvoston direktiivi 90/641/Euratom, annettu 4 päivänä joulukuuta 1990, ulkopuolisten työntekijöiden suojelusta työskentelyn aikaisen ionisoivan säteilyn vaaroilta valvonta-alueella

Komission suositus, annettu 26 päivänä heinäkuuta 1991, Euratom-sopimuksen Artikla 33:n kolmannen ja neljännen momentin soveltamisesta (91/444/Euratom) (epävirallinen käännös)

Neuvoston direktiivi 92/3/Euratom, annettu 3 päivänä helmikuuta 1992, Euroopan yhteisön jäsenvaltioiden välillä sekä yhteisöön ja yhteisöstä pois tapahtuvien radioaktiivisen jätteen siirtojen valvonnasta ja tarkkailusta

Neuvoston asetus (Euratom) N:o 1493/93, annettu 8 päivänä kesäkuuta 1993, radioaktiivisten aineiden siirroista jäsenvaltioiden välillä

93/552/Euratom: Komission päätös, tehty 1 päivänä lokakuuta 1993, neuvoston direktiivissä 92/3/Euratom tarkoitettujen radioaktiivisen jätteen siirtojen valvonta-asiakirjasta

Neuvoston direktiivi N:o 96/29/Euratom, annettu 13 päivänä toukokuuta 1996, perusnormien vahvistamisesta väestön ja työntekijöiden terveyden suojelemiseksi ionisoivasta säteilystä aiheutuvilta vaaroilta

Neuvoston direktiivi 97/43/Euratom, annettu 30 päivänä kesäkuuta 1997, henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä ja direktiivin 84/466/Euratom kumoamisesta

Neuvoston suositus, annettu 12 päivänä heinäkuuta 1999, väestön sähkömagneettisille kentille (0 Hz–300 GHz) altistumisen rajoittamisesta (1999/519/EY)

Komission suositus, annettu 20 päivänä joulukuuta 2001, väestön suojelemiseksi altistumiselta juomaveden radonille (2001/928/Euratom)

LIITE 3 STUKin julkaisemat ST-ohjeet. Tilanne 1.4.2003.

Yleiset ohjeet

- ST 1.1 Säteilytoiminta ja sen valvonta, 20.6.1996
 ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 10.11.1999
 ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 24.10.1991
 ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
 ST 1.6 Säteilysuojelutoimet työpaikalla, 29.12.1999
 ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laitteiden laadunvarmistus, 13.1.1993
 ST 2.2 Sädehoitolaitteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
 ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
 ST 3.3 Lääketieteelliset röntgentutkimuslaitteet ja niiden käyttö, 27.8.1992
 ST 3.4 Kuvanvahvistin-televisioketjun laadunvalvonta, 24.10.1991
 ST 3.5 Lääketieteellisten röntgentutkimuslaitteiden ja röntgenfilmien kehityksen laadunvalvonta, 3.12.1991
 ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001.
 ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001.

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 17.2.1999
 ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 17.2.1999
 ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 2.10.2000
 ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
 ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö, 17.2.1999

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Radionuklidilaboratorioiden säteilyturvallisuusvaatimukset, 1.7.1999
 ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
 ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 25.2.2000.
 ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 1.7.1999
 ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 1.7.1999
 ST 7.4 Säteilyannosten rekisteröinti 25.2.2000.
 ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 29.12.1999

Ionisoimaton säteily

- SS 9.1^{*)} Solariumlaitteiden ja aurinkolamppujen säteilyturvallisuusvaatimukset ja tyyppitarkastus, 1.9.1989
 ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 11.12.1991
 ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 7.4.1992
 ST 9.4 Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 8.10.1993

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
 ST 12.2 Rakennusmateriaalien, polttoturpeen ja turvetuhkan radioaktiivisuus, 2.2.1993
 ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993

*) ST-ohjeet olivat aiemmin nimeltään SS-ohjeita. Ohjeita uudistettaessa kaikki vanhat SS-ohjeet muutetaan vähitellen ST-ohjeiksi.

LIITE 4 Koulutusorganisaatiot, jotka on hyväksytty järjestämään säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan ja käyttöhenkilöstön pätevyyskuulusteluja. Tilanne 1.2.2003.

Hyväksymis- päivä	Organisaatio	Pätevyysala
<i>Säteilyn lääketieteellinen käyttö</i>		
20.12.1991	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja
21.1.1992	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja hammasröntgentoiminnassa
5.5.1997	Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta	Eläinröntgentoiminta
29.2.1996	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö
15.4.1993	Helsingin yliopisto, Radiologian klinikka	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
10.4.1992	ARCADA, Nylands svenska yrkeshögskola, Institutionen för hälso- och socialvård	Vastaava hoitaja hammasröntgentoiminnassa
20.12.1991	Pohjois-Savon ammattikorkeakoulu	Vastaava hoitaja
1.6.1992	Pohjois-Savon ammattikorkeakoulu	Vastaava hoitaja hammasröntgentoiminnassa
10.5.1993	Kuopion yliopisto, Kliinisen radiologian laitos	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö)
20.12.1991	Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja
25.11.1994	Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja hammasröntgentoiminnassa, radioaktiivisten lääkeaineiden vastaava käyttäjä
25.4.1997	Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Kirurgisen läpivalaisulaitteen käyttäjä
20.12.1991	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
27.5.1993	Oulun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
20.12.1991	Sairaalaafysikoiden pätevyyslautakunta	Säteilyn yleiskäyttö
3.3.1992	Sairaalakemistien pätevyyslautakunta	Radioaktiivisten aineiden käyttö
29.2.1996	Tampereen teknillinen korkeakoulu, Ragnar Granit -instituutti	Säteilyn yleiskäyttö
20.12.1991	Pirkanmaan ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja
17.8.1993	Tampereen yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
20.12.1991	Turun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja
3.8.1992	Turun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala	Vastaava hoitaja hammasröntgentoiminnassa
26.1.1994	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö
8.6.1993	Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta	Röntgentutkimukset ja radioaktiivisten aineiden käyttö (radiologian erikoislääkärikuulustelu)
20.12.1991	Svenska yrkeshögskolan	Vastaava käyttäjä

Hyväksymis- päivä	Organisaatio	Pätevyysala
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto		
20.12.1991	AEL, NDT-tekniikka	Teollisuusradiografia (myös vastaava käyttäjä)
6.4.1993	Stadia, Helsingin ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, avolähteiden käyttö, röntgensäteilyn käyttö (ei teollisuusradiografia), säteilyn käyttö oppilaitosten demonstraatioinnassa ja säteilylähteiden kauppa
26.1.1994	Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia	Säteilyn yleiskäyttö ja säteilylähteiden kauppa
8.4.1992	Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan laitekeskus	Umpi- ja avolähteiden käyttö
3.4.1992	Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
26.8.1992	Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne	Teollisuusradiografia, umpi- ja avolähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
31.1.1995	Jyväskylän yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
6.10.1992	Kuopion yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus	Säteilyn käyttö (ei yleiskäyttö) ja säteilylähteiden kauppa ja huolto
12.3.1992	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu	Säteilyn yleiskäyttö, röntgensäteilyn käyttö, umpi- ja avolähteiden käyttö
4.8.1994	Oulun yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos	Säteilylähteiden kauppa, säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
4.5.1992	Oulun yliopisto, Biokemian laitos	Umpi- ja avolähteiden käyttö
15.5.1992	Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri	Säteilylähteiden kauppa ja huolto
21.1.1992	POHTO, Pohjois-Suomen Teollisuusopisto	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
18.5.1992	Satakunnan ammattikorkeakoulu	Röntgensäteilyn käyttö, teollisuusradiografia, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa
21.1.1992	SPEK, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö	Paloilmoittimien asennus ja huolto
14.2.1992	Tampereen ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala	Röntgensäteilyn ja umpilähteiden käyttö (ei teollisuusradiografia)
3.8.1992	Turun ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja teollisuus	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgensäteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö sekä säteilylähteiden kauppa ja huolto
3.8.1992	Turun yliopisto, Fysiikan laitos	Säteilyn yleiskäyttö, teollisuusradiografia, röntgensäteilyn käyttö, umpilähteiden käyttö ja säteilylähteiden kauppa

STUK-B-STO sarjan julkaisuja

STUK-B-STO 50 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2002. Helsinki 2003.

STUK-B-STO 49 Hakanen A. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 48 Rantanen E. (toim.) Radiation Practices. Annual Report 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 47 Korpela H. Radioaktiivisten lääkeaineiden käyttö Suomessa vuonna 2000. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 46 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2001. Helsinki 2002.

STUK-B-STO 45 Jalarvo V, Visuri R, Huurto L. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset 1998–1999. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 44 Rantanen E. (toim.) Radiation Practices. Annual Report 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 43 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 2000. Helsinki 2001.

STUK-B-STO 42 Rantanen E. (toim.) Radiation Practices. Annual Report 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 41 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1999. Helsinki 2000.

STUK-B-STO 40 Rantanen E. (toim.) Radiation Practices. Annual Report 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 39 Rantanen E. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta. Vuosiraportti 1998. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 38 Korpela H. Use of Radiopharmaceuticals in Finland in 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 37 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1997. Helsinki 1999.

STUK-B-STO 36 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1997. Helsinki 1998.

STUK-B-STO 35 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1996. Helsinki 1997.

STUK-B-STO 34 Korpela H. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 1994. Helsinki 1996.

STUK-B-STO 33 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1995. Valvonta- ja tilastotietoja. Helsinki 1996.

STUK-B-STO 32 Markkanen M. Radiation Dose assessments for Materials with Elevated Natural Radioactivity. Helsinki 1995.

STUK-B-STO 31 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1994. Tapahtumia ja tilastotietoja. Helsinki 1995.

STUK-B-STO 30 Pukkila O, Pirinen M, Korpela H. Säteilyn käyttöorganisaatiot lääketieteellisessä toiminnassa 1992 - 1993. Helsinki 1994.

STUK-B-STO 29 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö ja muu säteilytoiminta vuonna 1993. Tapahtumia ja tilastotietoja. Helsinki 1994.

STUK-B-STO 28 Havukainen R. (toim.) Säteilyn käyttö vuonna 1992. Tapahtumia ja tilastotietoja. Helsinki 1993.

STUK-B-STO 27 Visuri R, Leszczynski K, Huurto L, Jokela K. Solariumlaitteiden ja aurinkolamppujen tarkastukset vuosina 1989 - 92. Helsinki 1992.

STUK-B-STO 26 Hämäläinen A, Oksanen E. Työpaikkojen radonvalvontaan soveltuvien mittausten menetelmien vertailu. Helsinki 1992.

Täydellisen listan STUK-B-STO-sarjan julkaisuista saa Säteilyturvakeskuksen kirjastosta.