

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2013

Riikka Pastila (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2013

Riikka Pastila (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Riina Alén

Ritva Bly

Elina Hallinen

Santtu Hellstén

Sampsa Kaijaluoto

Eero Kettunen

Markus Kangasniemi

Eero Oksanen

Petra Tenkanen-Rautakoski

Tommi Toivonen

Ville Salo

Teemu Siiskonen

Petri Smolander

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 978-952-309-027-9 (nid.) Grano Oy, Kuopio 2014

ISBN 978-952-309-028-6 (pdf)

ISSN 0781-1713

PASTILA Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2013. STUK-B 175. Helsinki 2014. 38 s. + liitteet 11 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2013 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1994 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 632 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2013 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 494 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä ja -suosituksia annettiin tarkastuksissa 718 kappaletta. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonin valvontaan ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2013 aikana radonvalvonnassa oli 190 työpaikkaa ja niissä yhteensä 390 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 3 780 ohjaamo- ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Annostarkkailussa oli vuonna 2013 yhteensä lähes 11 600 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin reilut 145 000 kappaletta.

Vuonna 2013 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, radiolaitteisiin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin yhteensä 57 vaarallisen laserlaitteen kauppaan tai maahantuontiin. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla 9 kappaletta. Solariumien käyttöpaikkoja tarkastettiin 3 kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät lisäksi tiedot 40 solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Langattomien päätelaitteiden markkinavalvonnassa testattiin 11 laitetta, joista 9 oli matkapuhelimia ja 2 langattomia modeemeja. Kosmeettisten NIR-sovellusten valvonnassa puututtiin 10 kosmetologipalveluja tai tatuoinninpoistoja tarjoavan yrityksen toimintaan.

Mittanormaalityöinnässä säteilytys- ja kalibrointipalvelujen kysyntä pysyi selvästi edellisiä vuosia suurempana. Mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Mittausvertailuissa STUKin mittanormaalityöinnän tulos oli selvästi hyväksyntärajojen sisällä.

Vuonna 2013 sattui 123 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 34 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa, 87 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä ja 2 ionisoimattoman säteilyn käyttöä. Tapahtumista yksi johti vakaviin seurauksiin, kun työntekijä altistui jodi-131:lle radioaktiivisia lääkkeitä valmistavassa yrityksessä. Tapahtuma luokiteltiin INES -luokkaan 2 eli merkittäväksi turvallisuuteen vaikuttavaksi tapahtumaksi.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHTAJAN ESIPUHE	6
1 YLEISTÄ	9
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	9
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä	11
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	15
2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	17
2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset	18
2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	18
2.6 Työntekijöiden säteilyannokset	18
2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	19
2.8 Radioaktiiviset jätteet	19
2.9 Ionisoivan säteilyn käytön valvonnan kansainvälinen arviointi	19
2.10 Poikkeavat tapahtumat	19
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	25
3.1 Radon työpaikoilla	25
3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	25
3.3 Avaruussäteily	26
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	27
4.1 Yleistä	27
4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta	27
4.3 Laserien valvonta	28
4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta	28
4.5 Kosmeettisen NIR-sovellusten valvonta	28
4.6 Muut tehtävät	28
4.7 Poikkeavat tapahtumat	29
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	30
6 TUTKIMUS	31
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	33
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	34
9 VIESTINTÄ	35
10 MITTANORMAALITOIMINTA	36
10.1 Yleistä	36

11 PALVELUT	38
LIITE 1 TAULUKOT	39
LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2013	47
LIITE 3 ST-OHJEET	49

Johtajan esipuhe

Eero Kettunen
Johtaja
Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO)

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) toimii ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena, tekee säteilyn käyttöön liittyvää valvontaa tukevaa tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja. Valvontaan kuuluvat turvallisuuslupa-, hyväksyntä- ja rekisteröintimenettelyt, säteilyn käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset ja työntekijöiden säteilyannosvalvonta.

Osaston nimeksi vuoden 2013 alusta lähtien päätettiin muuttaa Säteilytoiminnan valvonta -osasto, joka kuvaa paremmin valvonnan kokonaisuutta. Samalla osaston kokonaisuuteen liitettiin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR).

Säteilytoiminnan turvallisuuden kokonaistila on Suomessa hyvä. STUK kerää tietoa säteilytoiminnasta ja seuraa niitä signaaleja, joiden perusteella turvallisuustilanteeseen on reagoitava hyvän tason säilyttämiseksi.

STUK osallistui aktiivisesti EU:n ionisoivan säteilyn vaaroilta suojautumista koskevan direktiivin käsitteilyyn Neuvoston atomiasioiden työryhmässä. Neuvosto hyväksyi direktiivin joulukuussa 2013 ja se tuli voimaan vuoden 2014 alussa. Direktiivin kansalliseen voimaansaattamiseen on aikaa neljä vuotta ja sen vaatimukset on lisättävä lainsäädäntöön 6.2.2018 mennessä. Tämän yhteydessä Suomen säteilylainsäädäntö uudistetaan kokonaisuudessaan. Direktiivin toimeenpano aiheuttaa muutoksia myös esimerkiksi pelastuslainsäädäntöön ja ydinenergiainsäädäntöön. Suomessa sosiaali- ja terveysministeriö vastaa säteilylain noudattamisen ylimmästä johdosta ja ohjaa säteilylainsäädännön uudistustyötä. Uudistustyö alkoi vuonna 2013 ja tulee työllistämään myös STUKin asiantuntijoita lähivuosien aikana.

ST-ohjeiden ylläpito ja päivitystyö on oleellinen osa STUKin toimintaa. Toimintavuoden aikana julkaistiin kahdeksan ohjetta. Lainsäädäntöuudistuksen myötä tullaan uudistamaan ST-ohjeet muutaman vuoden kuluttua. Sitä ennen päivitetään ohjeita vain välttämättömiltä osilta.

Ionisoivan säteilyn käytössä oli annostarkkailussa vuonna 2013 yhteensä reilut 7 800 säteilytyötä tekevää työntekijää. Tässä lukumäärässä eivät ole ydinvoimaloissa työtä tekevät mukana. Annostarkkailussa olevien määrä on viime vuosina lisääntynyt teollisuuden ja eläinlääketieteen alalla. Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2013 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa. Yhden työntekijän käden ekvivalenttiannos ylitti työntekijän vuosiannosrajan.

Annosrekisterin uudistustyö on ollut käynnissä toimintavuoden aikana. STUKin asiantuntijoiden työmäärä on ollut odotettua suurempi testauksessa esille tulleiden virheiden ja puutteellisuuksien takia. Rekisterin kehitystyötä on jatkettu toimintavuoden aikana ja uusi annosrekisteri valmistui pääosin vuoden 2013 lopussa.

Poikkeavien tapahtumien ilmoituksia tuli STUKin tietoon aiempaa runsaammin. Vaatimusten tunteminen on parantunut ja myös tapahtumien avoimeen raportoimiseen tähtäävä turvallisuuskulttuuri. Yksi teollisuuteen liittyvä poikkeava tapahtuma säteilynkäytössä luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 2 eli

kyseessä oli merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma. Tässä tapahtumassa säteilytyöntekijän käden iholle aiheutunut paikallinen annos oli 25–30 Sv, joka on noin viisikymmenkertainen verrattuna annokseen, joka käsille saa aiheutua vuodessa. STUK teki yhden säteilylähteen katoamisesta tutkintapyyntöä poliisille. Tapaukseen liittyi laiminlyöntejä, joiden takia tutkintapyyntö tehtiin.

STUKin suorittama valvonta uuden tyyppisille sädehoitolaitteille on ajantasaista ja valvonnan menetelmiä kehitetään jatkuvasti. Valvonnan tuloksena vuonna 2013 estettiin muun muassa yhden virheellisen hoitoannoksen tuottavan sädehoitokeilan käyttöönotto ja samalla estettiin mahdolliset seurannaisvaikutukset tuleville potilaille. Aiemmin käytössä olleilla valvontamenetelmillä virhettä ei olisi havaittu.

Tietokonetomografia (TT) isotooppitutkimuksen yhdistelmätutkimuksissa on yleistynyt. TT:n käyttö isotooppilääketieteessä voi kaksinkertaistaa isotooppitutkimusten aiheuttaman potilasaltistuksen, jollei oikeutusharkintaa ja optimointia tehdä asianmukaisesti. Ohjeistusta kehitettiin valmistelemalla ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa opasta tietokonetomografian käytöstä isotooppilääketieteessä.

STUK valvoi vuonna 2013 edelleen Talvivaaran kaivoksella tapahtuneen vesistövahingon seurauksena ympäristöön kulkeutunutta radioaktiivisuutta sekä vesienhallintatoimia kaivosalueella. Ympäristövahinko nosti esille viranomaisten välisen yhteistyön tärkeyden. Tätä varten ympäristöministeriö (YM) asetti kaivosten ympäristöturvallisuutta käsittelevän viranomaistyöryhmän, jossa arvioitiin viranomaisten tehtäviä, ohjauskeinoja ja yhteistyötä ympäristövahinkojen estämiseksi. STUK osallistui aktiivisesti työryhmän toimintaan. Yöparistovahingon seurauksena kaivoksille tehtiin myös stressitestit, joilla tarkasteltiin kaivosten kykyä selviytyä poikkeuksellisista tilanteista. STUK oli mukana sekä stressitestien suunnittelussa että tulosten arvioinnissa. Stressitestit osoittivat, että stressinsietokyvyn kannalta haasteellisimmaksi osoittautui kaivoksilla kokonaisvaltainen vesien hallinta.

Matkapuhelinten ja muiden sähkömagneettisen säteilyn lähteiden epäiltyjen terveysvaikutusten ympärillä käytiin vilkasta keskustelua. STUK vastasi satoihin puhelimitse ja sähköpostitse tulleisiin kansalaiskyselyihin aiheesta. Pohjoismaiden säteilysuojeluviranomaiset julkaisivat joulukuussa 2013 yhteisen kannanoton, jossa todettiin, että terveyshaitoista ei ole tieteellistä näyttöä mutta tutkimustiedon seuraaminen on vallitsevien epävarmuuksien vuoksi tärkeää.

Eurooppalaisissa metrologian tutkimushankkeissa kehitettiin sädehoidon pienten ja kompleksisten säteilykenttien mittausmenetelmiä sekä radioaktiivisten aineiden havainnointi- ja tunnistusmenetelmiä kierrätysmetallin käsittelyssä.

STUKin kansallisen mittanormaalilaboratorion toiminnan arvioitiin selvästi täyttävän toiminnalle asetetut vaatimukset. Arvioitsijana toimi Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSM. Laboratorion laadun varmistamiseksi laboratorio osallistuu säännöllisesti kansainvälisiin mittausvertailuihin. Vuoden 2013 osalta vertailujen tulokset olivat erinomaiset.

1 Yleistä

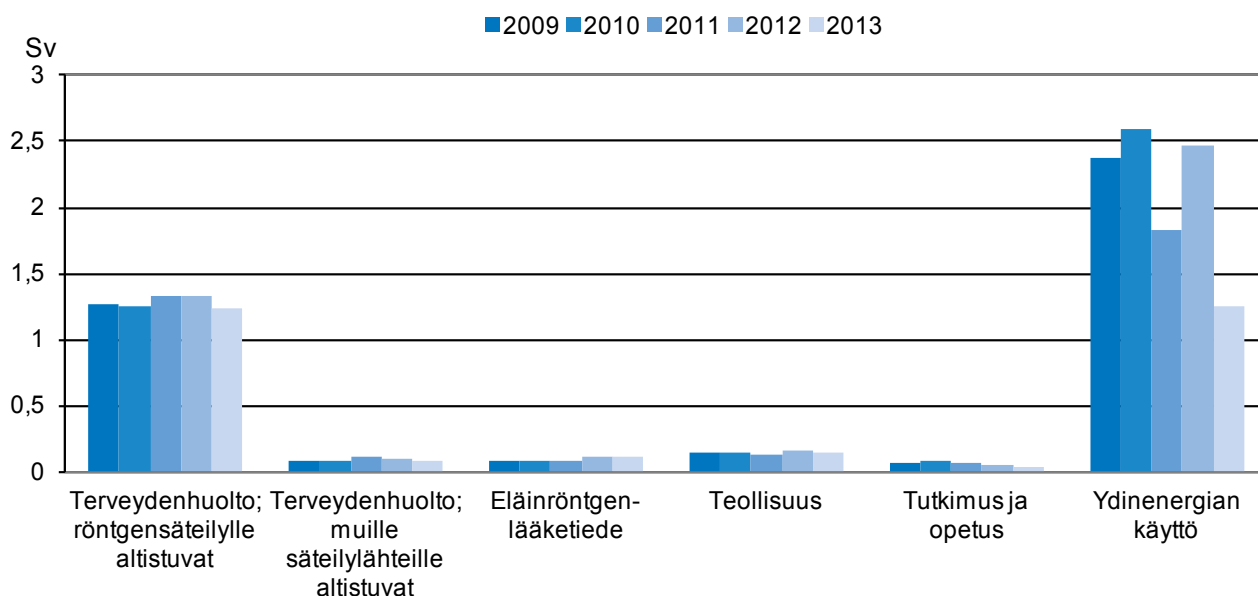
Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä.

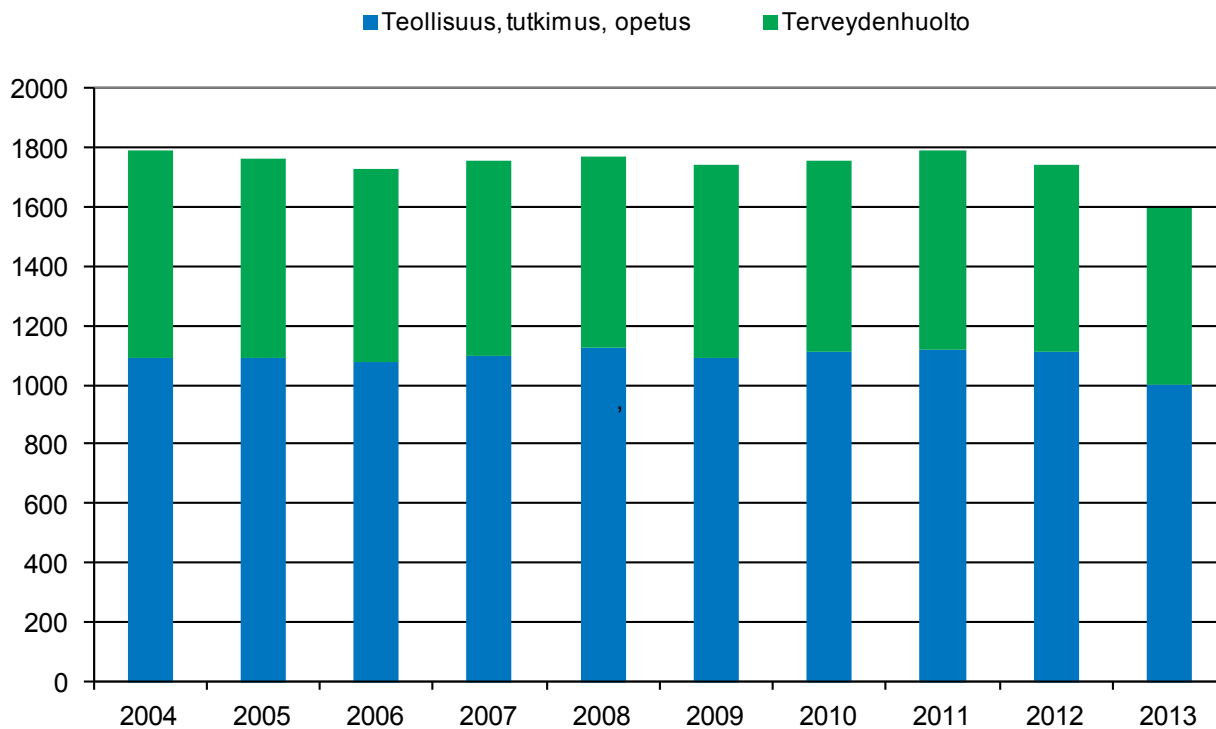
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

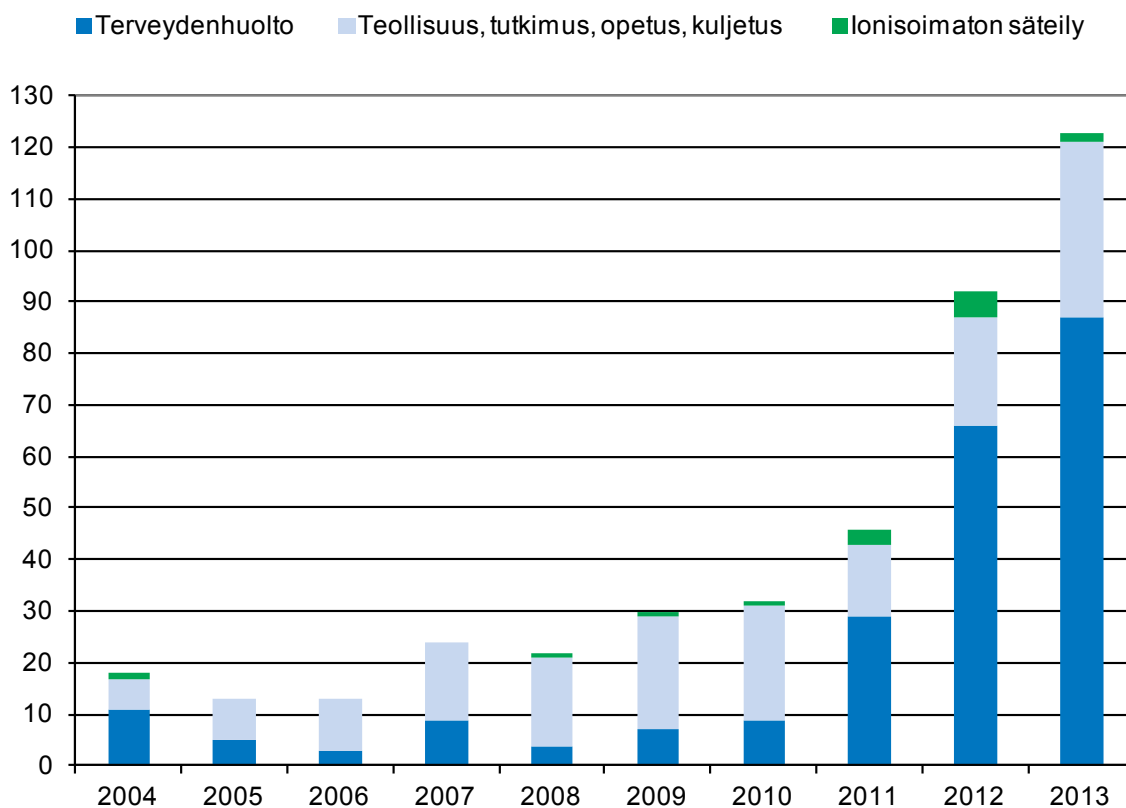
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–3.



Kuva 1. Säteilyn käytössä annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2009–2013. Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. liitteen 1 taulukot 9 ja 10).



Kuva 2. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2004–2013.



Kuva 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2004–2013.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

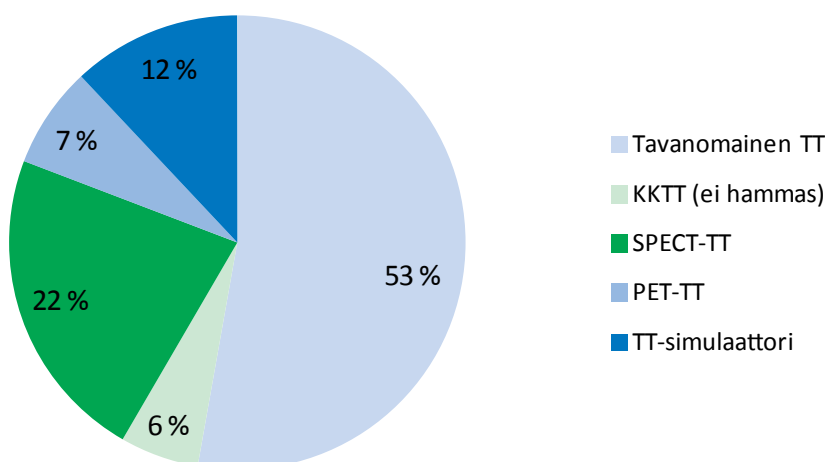
Vuoden 2013 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 672 kappaletta (ks. myös kuva 2), joista 218 koski eläinlääkintää. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 443 lupapäätöstä (uusia lupia tai muutoksia vanhoihin lupiin). Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät. Terveydenhuollon turvallisuuslupien määrässä tapahtui noin seitsemän prosentin kasvu edellisestä vuodesta.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 16,5 päivää. Noin 9 % lupahakemuksista käsiteltiin kiireisinä, mikä tarkoittaa, että hakemus toimitettiin STUKiin vasta laitteen käyttöönotto- vaiheessa tai jopa sen jälkeen, kun laite oli jo otettu käyttöön. Tämän lisäksi useita lupahakemuksia toimitettiin STUKiin vasta laitteen käyttöönotto- vaiheessa tai jopa laitteen jo ollessa käytössä.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärästä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2013 lopussa.

Suuri muutos on tapahtunut 10 vuoden kuluessa tietokonetomografialaitteiden (TT-laitteiden) käyttöönotossa isotooppilääketieteessä ja sädehoidossa. Tavanomaisten TT-laitteiden kokonaismäärä on vähentynyt 73:sta 66:een, kun seitsemän laitetta on vaihtunut KKTT (kartiokeilatie- tokonetomografia) -laitteiksi, mutta TT-laitteiden kokonaismäärä on lisääntynyt 118:aan. Vuonna 2013 41 % TT-laitteista oli SPECT- tai PET-TT-laitteita tai sädehoidon TT-simulaattoreita, kun vuonna 2003 isotooppilääketieteen yhdistelmäku- vantamislaitteita ei vielä ollut käytössä ja vain 3 sädehoidon TT-simulaattoria oli käytössä (kuva 4).



Kuva 4. Vuonna 2013 oli käytössä yhteensä 118 TT-laitetta, jotka jakaantuivat tavanomaisiin TT-laitteisiin, isotooppilääketieteen yhdistelmäkuvauslaitteisiin (SPECT-TT ja PET-TT) sekä sädehoidon TT-simulaattoreihin.

Röntgentoiminta

Terveydenhuollon röntgentoiminnan valvonnassa on saavutettu tasapaino muutaman edellisen vuoden aikana tapahtuneen eläköitymisen ja uusien tarkastajien koulutusvaiheen jälkeen. Laitteiden käyttöönottotarkastuksissa löytyneet puutteet röntgenhuoneiden rakenteellisissa säteilysuojauksissa ovat oleellisesti vähentyneet. Kuntaliitokset ja terveydenhuollon toimintojen yhdistely aiheuttivat aiempia vuosia runsaammin lupien muutokäsittelyjä ja hammasröntgentoiminnan rekisteröintimuutoksia. Myös vuonna 2012 tehty kysely liittyen säteilyn käyttöorganisaatioon ja siinä toimivien henkilöiden pätevyysiin poiki osaltaan säteilyn käyttöorganisaatioiden päivityksiä. Uudentyyppisille raajojen kuvauksiin käytetyille KKTT-laitteille kehitettiin mittaumenetelmä laitteiden valvonnan yhtenäistämiseksi.

Valtakunnallinen radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät kerättiin vuoden 2012 aikana ja raportti tutkimusmääristä, mukaan lukien magneettikuvaukset, valmistui alkukesällä 2013. Röntgentutkimusten kokonaismäärät ovat edelleen laskussa, johtuen pääasiassa tavanomaisten natiiviröntgentutkimusten määrän voimakkaasta laskusta. TT-tutkimusmäärien nousu näyttää hidastuneen. Magneettitutkimusmäärien kasvu jatkuu edelleen voimakkaana. Yleisempien ja suuren altistuksen aiheuttavien tutkimusten ja toimenpiteiden säteilyperäisten riskien arviointi siirrettiin vuodelle 2014.

Aikuisten TT-tutkimuksiin asetettiin uudet potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot. Uudet vertailutasot on jaettu ns. yleisiin, tiettyä kuvausaluetta koskeviin vertailutasoihin ja kuvausindikaatioon perustuviin tai muihin tietyn tyyppiisiin tutkimuksiin.

Vuoden 2013 aikana valmisteltiin terveydenhuollon röntgenlaitteiden hyväksyttävyyksvaatimusten uudistamista. Luonnos uusista hyväksyttävyyksvaatimuksista lähetettiin ulkoiselle lausunolle alkuvuonna 2014 ja päätös saatiin voimaan 1.6.2014.

Vuoden 2013 aikana valmisteltiin päätöstä muuttaa tavanomainen hammasröntgentoiminta turvallisuusalustaa edellyttäväksi toiminnaksi. Muutoksesta tehtiin kuuleminen toiminnan harjoittajille ja valmistelu eteni ulkoisella lausunkierroksella vuoden 2014 alkupuolella.

Lähetäville lääkäreille suunnattua opasta säteilylle altistavien röntgentutkimusten oikeutusperiaatteista valmisteltiin yhteistyössä ulkopuolisen työryhmän kanssa. Oppaan kirjoittamista jatketaan vuonna 2014.

Mammografialaitteiden laadunvalvontaan valmisteltiin opasta, jossa annetaan opastusta mammografiatoimintaa koskevan säteilyturvallisuusohjeen ST 3.8 mukaisista laadunvalvontatesteistä sekä esimerkkejä testien suorittamiseen soveltuvista menetelmistä. Opas julkaistiin toukokuussa 2014.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajan ilmoittivat vuonna 2012 asennetut tai siirtoasennetut terveydenhuollon röntgenlaitteet. Kyselyn tuloksena löydettiin yksi röntgenlaite, jolle ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista. Lisäksi kyselyssä tuli esiin 31 hammasröntgenlaitetta, joita ei ollut ilmoitettu STUKille.

Eläinten röntgenkuvaukset ovat viime vuosina lisääntyneet. 2000-luvun alussa eläinten röntgenkuvauksiin käytettäviä laitteita oli Suomessa noin 200, kun nyt niitä on jo noin 280. Myös eläinröntgenkuvauksista valtaosa tehdään digitaalisilla kuvantamislaitteistoilla. Eläinröntgentoiminnan harjoittajille tehtiin kysely, jossa kartoitettiin eläinröntgentutkimusten määriä sekä eläinröntgenlaitteen huoltojärjestelyjä ja laadunvalvontaa sekä selvitettiin, ketkä käytännössä tekevät eläinröntgentutkimuksia ja miten heidän henkilöannosvalvontansa on järjestetty. Kyselyn perusteella laitteiden laadunvarmistuskäytännöissä on parannettavaa.

Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelija teki yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa tutkielman Suomessa vuonna 2012 tehdyistä säteilylle altistavista muista kuin lääketieteellisistä röntgentutkimuksista. Kyseessä on ensimmäinen asiasta tehty kartoitus Suomessa. Sen tavoitteena oli selvittää muiden kuin lääketieteellisten röntgentutkimusten tilannetta ja tuottaa tietoa, jonka avulla tutkimuksia voidaan valvoa ja ohjeistaa. Kyselyn tulosten perusteella Suomessa tehdään vuosittain sadoille ihmisille röntgentutkimuksia muista kuin lääketieteellisistä syistä. Juuri valmistuneen opinnäytetyön mukaan säteilylle altistavat muut kuin lääketieteelliset tutkimukset ovat pääasiassa tuberkuloosin seulontatutkimuksia ja luustontiheysmittauksia. Selvitys osoitti, että vi-

ranomaisten Suomessa teettämät muut kuin lääketieteelliset tutkimukset perustuvat aina lakiin ja niille löytyy perusteltu oikeutus. Sen sijaan tutkimusten tilastoinnissa ja seurannassa on puutteita ja kehittämisen varaa. Selvitys toimii STUKille peruspisteenä, jonka pohjalta säteilyä käyttävien muiden kuin lääketieteellisten tutkimusten seuranta ja valvontaa voidaan kehittää.

Poikkeavien tapahtumien ilmoitusmäärät jatkoivat edelleen kasvuaan – vuoden 2013 aikana STUK sai 60 terveydenhuollon röntgentoimintaan liittyvää ilmoitusta. Ohjeen ST 3.3 "Röntgentutkimukset terveydenhuollossa" uudistuksen yhteydessä on pyritty täsmentämään ohjeistusta liittyen poikkeavien tapahtumien ilmoittamiseen. Lisäksi STUKin www-sivuille lisättiin sähköinen lomake, jolla ilmoitus poikkeavasta tapahtumasta voidaan tehdä.

Syyskuussa järjestettiin lääketieteellisen röntgentekniikan asiantuntijoiden neuvottelupäivät. Teemoina päivillä olivat muun muassa röntgenlaitteiden huoltotoiminta, säteilyn mittaaminen, KKTT-kuvantaminen ja TT-kuvantaminen. Tämän lisäksi osallistuttiin useille koulutuspäiville luennoitsijana ja tiedotettiin ajankohtaisista asioista ammattilehdissä. Vuonna 2013 lähetettiin ensimmäinen terveydenhuollon säteilyn käyttäjille suunnattu sähköinen uutiskirje. Uutiskirjeen asema tiedotuskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

Isotooppi lääketiede

Vuonna 2013 STUK teki selvityksen isotooppitutkimuksista ja -hoidoista Suomessa vuonna 2012. Selvitystä varten lähetettiin kyselylomake kaikille sairaaloille, joissa tehtiin isotooppitutkimuksia ja/tai annettiin isotooppihoitoja vuonna 2012. Selvityksen tulokset on julkaistu raportissa STUK-B 169.

Isotooppitutkimuksia tehtiin vuonna 2012 yhteensä 40 907, joista 1 674 oli lasten tutkimuksia ja 868 tieteellisiä tutkimuksia. Isotooppihoitojen lukumäärä oli 1 854. Vuoteen 2009 verrattuna isotooppitutkimusten määrä väheni 5 % ja isotooppihoitojen määrä lisääntyi 6 %. Isotooppitutkimusten määrä 1 000 asukasta kohti oli 7,5 ja isotooppihoi-

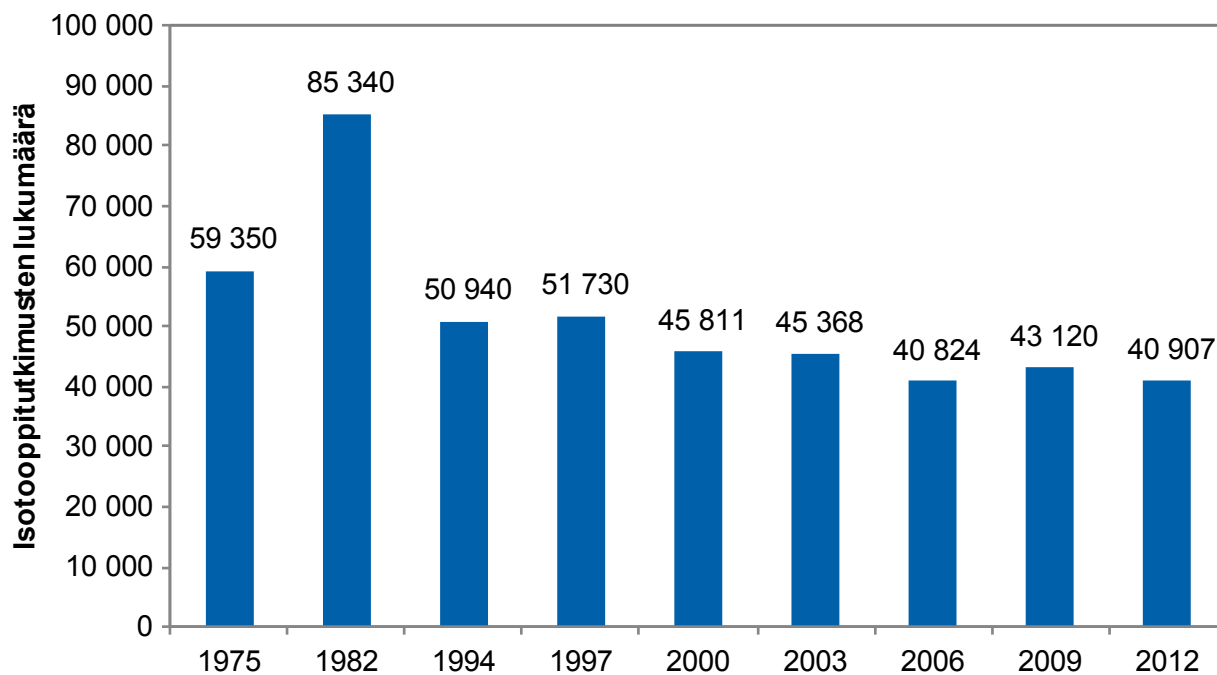
tojen 0,03. Kasvualueita isotooppikuvantamisessa ovat PET-tutkimukset ja TT:n käyttö osana isotooppitutkimusta. Vuoteen 2009 verrattuna PET-tutkimusten määrä lisääntyi 47 % ja TT:n käyttö kasvoi 48 %. Kuvassa 5 on esitelty isotooppitutkimusten lukumäärät vuodesta 1975 vuoteen 2012. Kuvassa 6 on esitelty PET-tutkimusten lukumäärät vuosina 2003–2012.

Isotooppitutkimuksista vuonna 2012 potilaille aiheutunut kollektiivinen efektiivinen annos oli 183,0 manSv, josta 150,3 manSv aiheutui radioaktiivisten lääkkeiden käytöstä ja 32,7 manSv TT:stä. Keskimääräinen efektiivinen annos kansalaista kohti oli 0,034 mSv, mistä radioaktiivisten lääkkeiden osuus oli 0,028 mSv ja TT:n 0,006 mSv. Radioaktiivisten lääkkeiden käytöstä aiheutunut keskimääräinen efektiivinen annos isotooppitutkimusta kohden oli 3,8 mSv. SPECT-TT- ja PET-TT-tutkimuksissa TT-kuvauksesta aiheutui lisäannosta keskimäärin 3,8 mSv. Isotooppitutkimuksista aiheutuneet annokset on laskettu aikuisille tehtyjen tutkimusten perusteella.

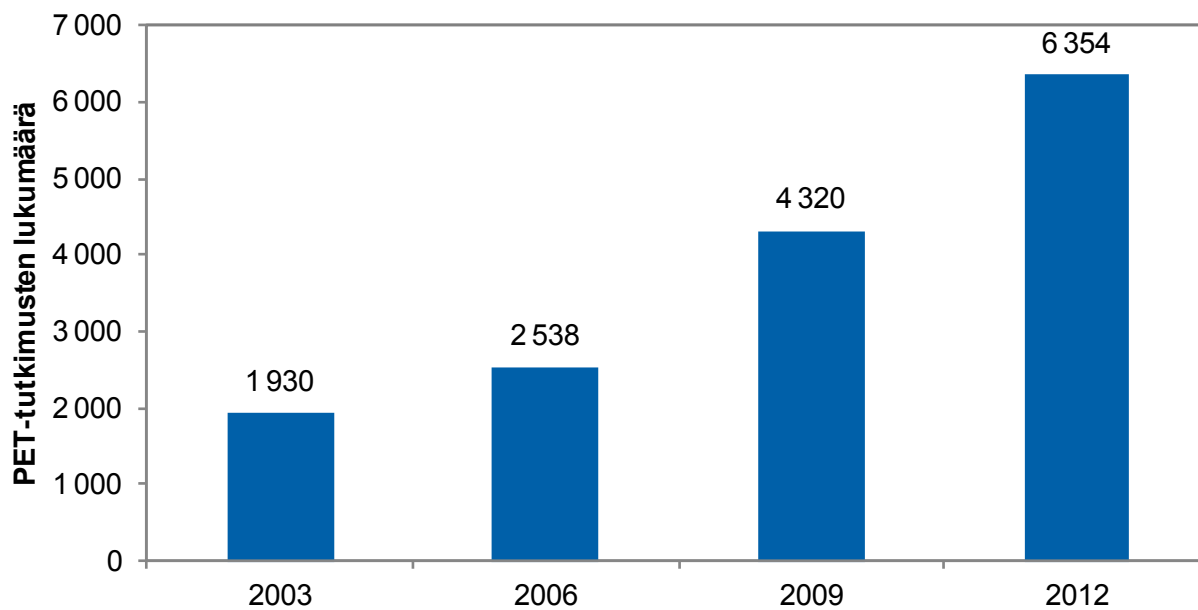
Isotooppikuvantamiseen käytettäviä laitteita oli vuonna 2012 yhteensä 58, näistä 12 oli PET-, PET-TT tai PET-MRI-kameroita ja 46 oli SPECT-, SPECT-TT tai gammakameroita. Kuvassa 7 on esitetty SPECT- ja gammakameroiden sekä SPECT-TT-laitteiden lukumäärien ja ikäjakaumien kehitys vuosina 2000–2012. Aktiivisuusmittareita isotooppiyksiköissä oli yhteensä 67 ja niiden keski-ikä oli 11 vuotta.

Vuonna 2012 luun mineraalipitoisuuden mitauksia tehtiin yhdeksässä isotooppiyksikössä yhteensä 10 436. Luun mineraalipitoisuuden mitauksia tekevän henkilöstöryhmän ilmoitti kuusi isotooppiyksikköä. Yksiköistä neljässä tutkimuksen suoritti röntgenhoitaja tai muu terveydenhuollon ammattihenkilö, yhdessä yksiköistä tutkimuksen suorittajina olivat vain röntgenhoitajat ja yhdessä tutkimukset toteuttivat muut terveydenhuollon ammattihenkilöt.

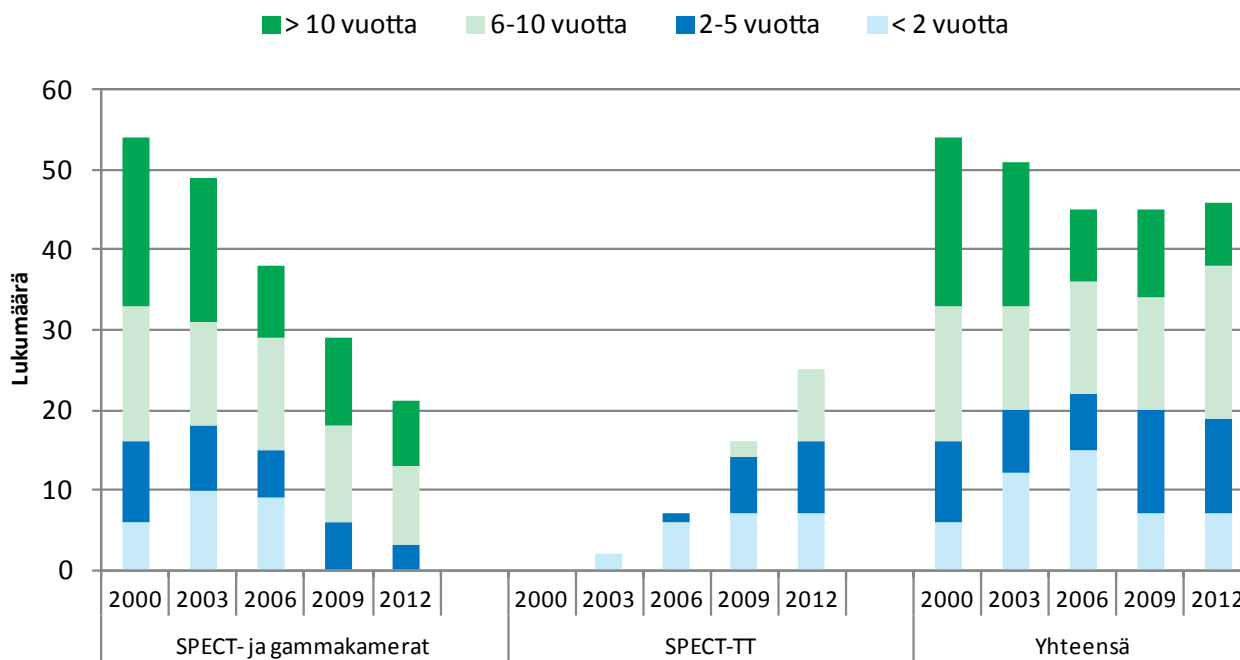
Sairaaloiden ilmoittamia, eri isotooppitutkimuksissa potilaille annettavien radioaktiivisten lääkkeiden keskimääräisiä aktiivisuuksia käytetään hyväksi määrittäessä isotooppitutkimusten vertailutasoja.



Kuva 5. Isotooppitutkimusten lukumäärät vuosina 1975, 1982, 1994, 1997, 2000, 2003, 2006, 2009 ja 2012.



Kuva 6. PET-tutkimusten lukumäärät vuosina 2003, 2006, 2009 ja 2012.



Kuva 7. SPECT- ja gammakameroiden sekä SPECT-TT-laitteiden lukumäärät ja ikäjakauma vuosina 2000, 2003, 2006, 2009 ja 2012.

Isotooppilääketieteen TT-oppaan luonnos valmistui yhteistyössä sairaaloiden asiantuntijoiden kanssa. Luonnos sai erittäin kiinnostuneen vastaanoton syksyllä 2013 järjestetyillä Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä -päivillä. Oppaassa painotetaan kuvanlaadun mukaan tehtävää TT:n optimointia. Opas valmistuu vuonna 2014.

Sädehoito

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten ero oli fotonikeiloissa keskimäärin 0,1 % (keskihajonta 0,5 %) ja elektronikeiloissa 0,1 % (keskihajonta 0,7 %). Hoidon turvallisuutta vaarantavia ylisuuria annoksia ei tehtyjen vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon valvonnassa käytettiin ensimmäistä kertaa systemaattisesti uutta valvontaa varten STUKissa kehitettyä EMRP-fantomia, jolla pystytään valvomaan uusien hoitotekniikoiden tuottamia annoksia vertaamalla niitä annoslaskentajärjestelmän kautta suunniteltuun annokseen. Valvonnassa havaittiin kahdessa niin sanotussa tasoittamattomassa keilassa selvästi yli 6–10 % suunnitelmasta poikkeavat annokset käyttöönototarkastuksessa. Sairaala määrättiin uusimaan näiden säteilykeilojen osalta annossuunnittelun

konfiguraatio. Aiemmillä valvontamenetelmillä vastaavaa annosvertailua ei olisi pystytty suorittamaan. Menetelmä on saanut kansainvälistä huomiota ja sitä on esitelty pohjoismaisille viranomaisille sekä Euroopan mittanormaaliyhteistyökumppaneille.

Sädehoitofysikoiden neuvottelupäivillä kesälä 2013 päätettiin valmistella uuden säteilysuojelun perusnormin (EU:n BSS:n) vaatima sädehoidon poikkeavien tapahtumien ennakoinnin ja riskiarvioinnin menetelmä yhteistyössä kansallisesti. Työryhmä aloittaa työnsä vuonna 2014, kun eurooppalainen opas (ACCIRAD) on valmis. STUK koordinoi sekä eurooppalaisen että kansallisen oppaan valmistelua.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sisältää myös säteilyn käytön palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa, radioaktiivisten aineiden kaupan ja valmistuksen sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

Turvallisuusluvat

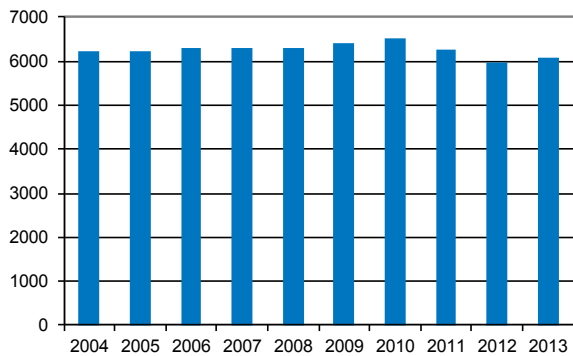
Vuoden 2013 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia tur-

vallisuuslupia 1 104 kappaletta (ks. myös kuva 2). Turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 16 päivää.

Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

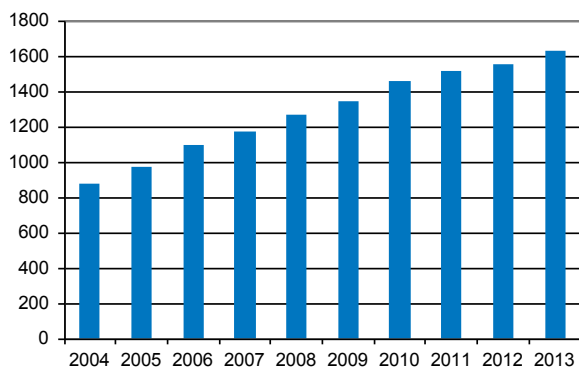
Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 8 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen käytössä. Määrä on pysynyt pitkään lähes samana.



Kuva 8. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä 2004–2013.

Kuvassa 9 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Määrä on kymmenessä vuodessa lähes kaksinkertaistunut. Röntgenlaitteet ovat jossain määrin korvanneet radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet, ja käyttöön on tullut myös uusia läpivalaisu- ja analyysilaitesovelluksia.



Kuva 9. Röntgenlaitteiden lukumäärä 2004–2013.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärästä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden

2013 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Tarkastukset

Tarkastukset kohdistuivat vuosisuunnitelman mukaisesti turvallisuusluvan haltijoihin. Uusien turvallisuuslupien toiminnot on pyritty tarkastamaan vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Tarkastusten jälkeen lähetettiin sähköinen palautekysely, jossa kysyttiin vastaavien johtajien mielipidettä tarkastuksesta. Useiden vastaajien mielestä tarkastukset auttoivat parantamaan toimintaa ja korjausmääräykset koettiin perustelluiksi. Tarkastusten sisällöstä ja laajuudesta kaivattiin kuitenkin enemmän tietoa ennakkoon.

Röntgenlaitetekysely

STUK pyysi kaikilta tiedossaan olevilta röntgenlaitteiden kauppiailta (48 kpl) vuosi-ilmoitusta luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella todettiin kahdeksan toiminnan harjoittajaa, jotka eivät olleet hakeneet lupaa aloittamaansa röntgenlaitteen (tai -laitteiden) käyttöön. Lisäksi todettiin 12 eri luvanhaltijaa, jotka olivat hankkineet uuden röntgenlaitteen (tai -laitteita), mutta eivät olleet ilmoittaneet niitä STUKiin. STUK antoi tarvittavat määräykset havaittujen puutteiden korjaamiseksi ja valvoi, että kaikki edellä mainitut laitteet tulivat asianmukaisesti luvitetuiksi.

Kuljetusten valvonta

STUK valvoo osaltaan radioaktiivisten aineiden kuljetuksia. Osana valvontaa STUK lähetti kesäkuussa 2013 kyselyn turvallisuusluvanhaltijoille radioaktiivisten aineiden maantiekuljetusten määrästä.

Kyselyn tarkoituksena oli päivittää arvio Suomessa vuosittain kuljetettavien radioaktiivista ainetta sisältävien kollojen määrästä. Liikenne- ja viestintäministeriö tekee tutkimuksen muiden vaarallisten aineiden kuljetusmäärästä viiden vuoden välein; viimeisin tehtiin vuonna 2013.

Kysely lähetettiin 291 turvallisuusluvan haltijalle, joista 248 vastasi kyselyyn. Näistä 120 ilmoitti lähettävänsä radioaktiivista ainetta sisältäviä kolleja. Kyselyn perusteella Suomessa kuljetaan vuosittain noin 23 000 radioaktiivista ainetta sisältävää kolia. Osassa kuljetuksista samaa

kollia kuljetetaan useita kertoja. Kolleista noin 10 900 on peruskolleja ja 11 400 A-tyyppin kolleja. LSA- ja SCO-aineita sekä B-tyyppin kolleja kuljetetaan hieman alle 100 kpl vuosittain. Suurin osa kuljetuksista liittyy terveydenhuoltoon.

Lähtävien yritysten määrä roolien perusteella jaoteltuna on esitetty taulukossa 1. Pieni osa vastaajien rooleista korjattiin STUKissa oikeiksi turvallisuuslupatietojen perusteella.

Taulukko 1. Lähtävien yritysten rooli säteilyn käytössä.

Toiminnan harjoittajan rooli	Lukumäärä
Säteilylähteiden myynti	29
Teollisuus	10
Terveydenhuolto	23
Tutkimus	19
Toiminnan harjoittaja, joka kuljettaa omassa turvallisuusluvassaan olevia säteilylähteitä	36
Muu	3
Lähtävien yritysten määrä yhteensä	120

Lähtävät toiminnan harjoittajat on eritelty kollityyppien perusteella taulukossa 2. Jotkut yritykset ilmoittivat lähettävänsä useita kolliluokkia.

Taulukko 2. Lähtävät toiminnan harjoittajat kollityyppien perusteella.

Nimike / kollityyppi	Lähtävien yritysten määrä
Peruskolleja lähettävät	53
LSA- tai SCO-aineita lähettävät ^{*)}	5
A-tyyppin kolleja lähettävät	62
B-tyyppin kolleja lähettävät	4
^{*)} LSA- ja SCO-aineet on ryhmitelty yhteen niiden vähäisen määrän takia. Lisäksi niitä kuljetetaan tyyppillisesti IP-kolleissa.	

Radioaktiivisten aineiden kuljetusten osapuolten on nimettävä yksi tai useampi turvallisuusneuvonantaja hoitamaan hänelle säädettyjä tehtäviä toiminnanharjoittajan valvonnassa. Turvallisuusneuvonantajaa ei tarvitse nimetä, jos esimerkiksi vaarallisen aineen kuljetuksia suoritetaan satunnaisesti kotimaassa edellyttäen, että toiminnasta voi aiheutua vain vähäistä vaaraa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa vähäinen vaara tarkoittaa vapaarajan alittavia kuljetuksia.

Turvallisuusneuvonantaja tulisi olla käytössä

ainakin, jos lähetetään säännöllisesti vähintään A-tyyppin kolleja. Vastaajista 62 kpl ilmoitti lähettävänsä A-tyyppin kolleja. Näistä 28 kpl vastasi, että heillä on käytössä turvallisuusneuvonantaja.

Kyselyssä kysyttiin lähetettyjen kollojen lukumäärää nimikkeiden ja kollityyppien perusteella. Taulukossa 3 on esitetty vastausten perusteella STUKissa tehty arvio koko vuoden aikana lähetettyjen kollojen lukumäärästä. Lukumäärät on pyöristetty sadan tarkkuudella.

Taulukko 3. Lähetettävien kollojen lukumäärät UN-numeroiden perusteella.

Aineluokat	Arvio vuosittaisista määristä
Peruskollit	10 900
LSA- ja SCO-aineet	100
A-tyyppin kollit	11 400
B-tyyppin kollit	150 ^{*)}
Yhteensä	22 600 ^{**)}
^{*)} Pyöristetty ylöspäin 130:sta.	
^{**)} Pyöristetty 22 550:sta.	

Kyselyn perusteella kollimäärällä mitattuna suurin peruskolleja lähettävä yritys on palovaroitimien maahantuojia. Kaikki palovaroitimien maahantuojat eivät vastanneet kyselyyn. Suomeen maahantuotiin palovaroitimia vuonna 2011 142 180 kappaletta, joten todellinen peruskollojen määrä on isompi.

Kyselyssä kysyttiin myös keskimääräistä kuljetusmatkaa sekä kuljetusindeksiä (TI, transport index). Näiden tietojen perusteella on mahdollista tehdä hyvin karkea arvio kuljetuksesta aiheutuvista säteilyannoksista, koska TI korreloi ulkoisen annosnopeuden kanssa ja kuljetusmatka altistusajan kanssa. Vastausten perusteella voidaan tehdä konservatiivinen arvio, että Suomessa kuljetuksista aiheutuva kollektiivinen annos on korkeintaan joitain kymmeniä millimanSv. Yhtä kollia kohti annos olisi noin 1–2 mikromanSv. Yksittäisten kuljetuksiin osallistuvien henkilöiden annoksia ei voitu arvioida.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveydenhuollon ja eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 322 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 156 korjausmääräystä tai -suositusta. Lisäksi löydettiin 7 laitetta, joilla ei ollut laitteen

käyttöön tarvittavaa turvallisuuslupaa.

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 172 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin 562 korjausmääräystä tai -suositusta.

Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on esitetty liitteen 1 taulukossa 6.

2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset

Turvallisuusluvasta vapautettua hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 632 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilaisalitusta mitattiin postitse lähetettävillä testipaketeilla 920 laitteelta. Keskimääräinen annos oli 1,4 mGy. Annos tarkoittaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 5 mGy ylittyi 2 kuvauslaitteella.

Ilmoitusvelvollisuuden alaisia hammasröntgenlaitteita tarkastettiin 44 kappaletta. Korjausmääräyksiä annettiin 35 kappaletta ja korjaussuosituksia yksi kappale. Tarkastuksissa löydettiin lisäksi 10 hammasröntgenlaitetta, joita ei ollut asianmukaisesti ilmoitettu STUKille rekisteröitäviksi. Vertailutason ylittäviä annoksia mitattiin kolmella panoraamatomografialaitteella.

2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot radioaktiivisten aineiden toimituksista Suomeen tai Suomesta sekä valmistuksesta Suomessa vuonna 2013 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 7 ja 8. Taulukoiden luvut perustuvat kauppa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin.

Taulukot eivät sisällä seuraavia tietoja:

- Toiminnan harjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankitut ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetut radioaktiiviset aineet.
- Radioaktiiviset aineet, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- Amerikiumia (Am-241) sisältävät palovaroitimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaissimet. Niitä tuotiin maahan noin 135 000 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 4,5 GBq. Palovaroitimia ja -ilmaissimia vietiin maasta noin 300 kappaletta, yhteisaktiivisuudeltaan 5 MBq.

- Suomeen tuodut, radioaktiivista ainetta sisältävät lamput ja sytyttimet. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonin (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuodut ja Suomesta viedyt avolähteet. Yleisimmin käytettyjä avolähteitä olivat Mo-99, I-131, I-123, Lu-177, Sm-153, Tl-201, P-32, Y-90, In-111, I-125 ja F-18.

2.6 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2013 yhteensä lähes 11 600 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin reilut 145 000 kappaletta (lukumäärään sisältyvät myös luonnonsäteilylle altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset, ks. luku 3).

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2013 ylittänyt työntekijöiden vuosiansorajaa 50 mSv eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa 100 mSv. Yhden työntekijän käden ekvivalenttiannos ylitti työntekijän vuosiansorajan 500 mSv. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 2 eli merkittäväksi turvallisuuteen vaikuttavaksi tapahtumaksi (ks. poikkeavat tapahtumat kohta 2.10)

Työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) säteilyn käytössä olivat noin 1,6 Sv ja ydinenergian käytössä noin 1,3 Sv. Yhteenlaskettu annos säteilyn käytön osalta väheni reilut 6 % edelliseen vuoteen verrattuna. Ydinenergian käytössä yhteenlaskettu annos oli lähes 50 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotoista riippuen.

Terveystieteiden tutkimuskeskuksella suurin syväannos 45,1 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Annos vastaa 0,8–4,5 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin terveydenhuollossa muusta kuin röntgensäteilyn käytöstä aiheutunut efektiivinen annos 3,0 mSv kirjattiin avolähteitä käyttävälle tutkijalle. Eläinlääkinnässä suurin syväannos 9,7 mSv kirjattiin röntgentutkimuksia tekeväälle eläinlääkärille. Annos vastaa 0,2–1,0 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos teollisuudessa oli 6,6 mSv merkkiainekokeita tehneellä henkilöllä. Tutkimuksessa suurin efektiivinen annos 4,8 mSv

aiheutui avolähteitä käyttävälle laborantille.

Suurin käden iholle aiheutunut annos, 30 Sv, kirjattiin teollisuuden toimialalla työskentelevälle avolähteitä käyttävälle henkilölle. Annos aiheutui poikkeavasta tapahtumasta.

Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain viiden viimeisen vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa 9. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoittain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja liitteen 1 taulukossa 10. Liitteen 1 taulukossa 11 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2013.

2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK on vahvistanut säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset ohjeessa ST 1.8. Vastaavan johtajan koulutusta ja pätevyyskuulusteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta oikeutta järjestää vastaavan johtajan kuulusteluja.

Vuonna 2013 ei annettu vastaavan johtajan kuulustelujen ja koulutuksen järjestämiseksi uusia hyväksyntäpäätöksiä. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2013 lopussa yhteensä 23 koulutusorganisaatiolla.

Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot on esitetty STUKin www-sivuilla (Säteilyn käyttö/ ProInfo – verkkopalvelu säteilyn käyttäjille).

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkärin pätevyyden. Vuoden 2013 lopussa Suomessa oli kaikkiaan 386 terveystarkkailusta vastaavaa lääkäriä, joiden pätevyyden STUK on todennut. Heistä 28 sai pätevyyden toteamispäätöksen vuoden 2013 aikana.

2.8 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2013 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 12.

2.9 Ionisoivan säteilyn käytön valvonnan kansainvälinen arviointi

IAEA:n johtama kansainvälinen IRRS-työryhmä (Integrated Regulatory Review Service) teki STUKin viranomaistoiminnan arvioinnin syksyllä 2012. Arviointi käsitti myös ionisoivan säteilyn käytön valvonnan arvioinnin, ja STO:n edustajat olivat mukana monessa arviointiin kuuluvassa moduulissa.

Arvioinnissa annettujen suositusten ja ehdotusten perusteella:

- valmisteltiin kuvausta yhteistyöviranomaisista ja yhteisistä valvontaintresseistä
- laadittiin käytännöt STUKin omien säteilylähteiden käytön hyväksynnästä
- täydennettiin vuosittaista raportointia työntekijöiden radonannostiedoilla
- lisättiin uusittavaan terveydenhuollon röntgentutkimuksia koskevaan ST-ohjeeseen vaatimuksia potilasturvallisuudesta ja turvallisuuspoikkeamien käsittelystä
- lisättiin STUKin sisäisiin toimintaohjeisiin tarkemmat kriteerit muille kuin määräaikaistarkastuksille.

2.10 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 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.

Vuonna 2013 STUKille ilmoitettiin 121 poikkeavaa tapahtumaa tai havaintoa ionisoivan säteilyn käytössä. 87 ilmoitusta koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 34 ilmoitusta koski muuta säteilyn käyttöä tai isännättömiä säteilylähteitä (ks. myös kohta 4.4 poikkeavista tapahtumista ionisoimattoman säteilyn käytössä). Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2003–2013 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1).

Jäljempänä on esitetty poikkeavia tapahtumia ionisoivan säteilyn käytössä ryhmiteltyinä tapah-

tuman laadun mukaan. Tyypillisistä tai merkittävästä tapahtumista on esitetty tarkempi kuvaus.

Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa

Väärän potilaan kuvaus tai puutteellinen lähete

Väärä potilas kuvattiin 23 eri tapahtumassa. Yleisin syy väärän potilaan kuvaukselle on röntgenhoitajan tai potilaskuljettajan tekemä puutteellinen henkilöllisyyden varmistus, esimerkiksi henkilötunnusta ei kysytty, kun potilas haettiin kuvaukseen tai varmistus oli virheellinen. Osassa tapauksissa potilaan tunnistamista on vaikeuttanut kommunikaatiovaikeudet tai kaksi samannimistä tai lähes samannimistä potilasta ovat sekoittuneet. Väärän potilaan kuvaukseen on myös useassa tapauksessa johtanut lähetteen kirjaaminen väärälle potilaalle. Suurin yksittäinen väärän potilaan saama säteilyaltistus oli noin 10 mSv.

Puutteellisen lähetteen vuoksi jouduttiin uusimaan yksi SPECT-TT-tutkimus, josta aiheutui ylimääräinen 4,9 mSv:n annos.

Esimerkkitapaus:

Yhdessä tapauksessa terveystieteiden osaston lääkäri kirjoitti lannerangan natiiviröntgenkuvauksen lähetteen väärälle potilaalle. Lääkäri huomasi virheensä ja peruutti lähetteen jo edellisenä päivänä. Tieto ei kuitenkaan välittynyt röntgenyksikköön, joka suoritti kuvauksen. Potilaan säteilyannos oli arviolta noin 2 mSv.

Radioaktiivisiin lääkkeisiin liittyvät poikkeavat tapahtumat

Radioaktiivisiin lääkkeisiin ja niiden antamiseen liittyi viisi poikkeavaa tapahtumaa. Kaksi potilasta sai väärää radioaktiivista lääkettä. Suurin ylimääräinen altistus oli enintään 4 mSv. Radioaktiivisen lääkkeen injisointi epäonnistui kolmelle potilaalle. Tästä aiheutunut suurin ylimääräinen altistus oli 6,5 mSv.

Laite- tai järjestelmäviika terveydenhuollon röntgen- tai isotooppitoiminnassa

Laite- tai järjestelmäviasta aiheutuneita poikkeavia tapahtumia rekisteröitiin 26 kappaletta. Useassa tapauksessa potilaan kuvaus on jouduttu uusimaan TT- tai PET-TT-laitteen toimintahäiriön tai rikkoontumisen vuoksi. Myös virheelliset käyt-

töohjeet ja ohjelmistovirheet aiheuttivat keskeytyneitä tai virheellisiä kuvauksia. Suurin laiteviasta aiheutunut ylimääräinen potilaan altistus oli noin 21 mSv liittyen PET-TT-tutkimukseen.

Esimerkkitapaus 1:

Isotooppiyksikössä kuvattiin muutaman kuukauden välein syöpäpotilasta. Kahdella edellisellä kerralla TT-kuvaus oli keskeytynyt laitevian vuoksi, kun potilas oli jo lähes kokonaan kuvattu ja kolmannella kerralla PET-keräys ei toiminut, jolloin kuvakohdistuksen takia myös TT jouduttiin uusimaan. Vanhemmat tapahtumat tulivat ilmi vasta viimeisessä kuvauksessa. Kolmesta ylimääräisestä TT-tutkimuksesta potilaalle aiheutui yhteensä noin 21 mSv:n annos.

Esimerkkitapaus 2:

Röntgenhoitaja kuvasi lisämunuaisen tietokone-tomografiatutkimuksesta natiivisarjan. Kuvat tarkastaessaan radiologi huomasi, että kuvasta puuttui osa kuvatuista leikkeistä. Kuvaus uusittiin, mutta edelleenkin kaikki leikkeet eivät näkyneet. Varjoainesarja kuvattiin toisella laitteella. Puoli tuntia myöhemmin kaikki ensimmäisen kuvauksen leikkeet saatiin näkyviin, jolloin toinen kuvaus oli tehty turhaan. Potilas sai arviolta 8,5 mSv:n efektiivisen annoksen.

Työntekijän altistuminen terveydenhuollon röntgentoiminnassa

Kuudessa tapauksessa työntekijä tai useampi henkilö on altistunut tahattomasti. Useimmiten altistustilanteessa röntgentutkimus on alkanut ennen kuin hoitaja on ehtinyt poistua huoneesta. Lisäksi on muutamia tapauksia, joissa henkilökuntaa on tullut kuvaushuoneeseen kesken kuvauksen. Suurin annos työntekijälle oli 0,14 mSv, tyypillisesti altistus on jäänyt selvästi pienemmäksi.

Esimerkkitapaus:

Neljä laitoshuoltajaa altistui tahattomasti angiografihuoneen puhdistuksen aikana. Koronaariangiohuoneen siistimisen aikana steriilin pöydän pyörällinen jalka oli liukunut jalkapolkimen päälle ja läpivalaisu käynnistyi. Henkilöt olivat tapahtumahetkellä 1,5–2,5 m:n etäisyydellä röntgenputkesta. Henkilöt poistuivat arviolta viiden sekunnin jälkeen huoneesta huomattuaan varoitusäänen. Yksittäiselle henkilölle tapahtu-

masta arvioitiin aiheutuneen enimmilläänkin alle 10 µSv:n altistuksen.

Muut inhimillisistä virheistä johtuneet tapahtumat

Muut inhimilliset virheet aiheuttivat 33 tapahtumaa. Suurin yksittäinen potilaan ylimääräinen altistus oli noin 32 mSv. Kolmessa poikkeavassa tapahtumassa sikiö oli altistunut tarkoituksettomasti. Suurin yksittäinen sikiön altistus oli noin 8 mSv. Sädehoidossa silmäapplikaattorin lähteet olivat valmisteluvaiheessa vähän aikaa hukassa aiheuttaen ulkopuoliselle henkilölle noin 1 mSv:n altistuksen.

Esimerkitapaus 1:

Huonokuntoiselle potilaalle tehtiin kiireisessä ja ruuhkaisessa tilanteessa pään ja vartalon trauma-TT-tutkimus. Tutkimus tehtiin vahingossa laitteen virheellisillä asetuksilla ilman varjoainetta ja se jouduttiin uusimaan varjoaineen kanssa. Potilaalle aiheutunut altistus ylimääräisestä vartalon TT-kuvauksesta oli arviolta 32 mSv.

Esimerkitapaus 2:

Yhdessä tapauksessa päivystyspoliklinikalta tuli kirurgin läheteellä 40-vuotias vatsakipuinen nainen vatsan TT-tutkimukseen. Kuvaushuoneessa potilaalta tiedusteltiin raskauden mahdollisuutta, jolloin potilas oli kertonut käyttävänsä ehkäisytabletteja ja kuukautisten alkaneen edellisenä päivänä. Potilaalta kuvattiin vatsan TT-varjoainetehosteisena ja kuvista huomattiin, että kohdussa oli lähes täysiaikainen (arviolta 37 viikon ikäinen) sikiö. Sikiölle aiheutui noin 8 mSv:n efektiivinen annos.

Poikkeavat tapahtumat teollisuudessa ja tutkimuksessa

Työntekijän altistuminen teollisuuden säteilyn käytössä

Neljässä eri tapahtumassa työntekijät altistuivat huoltotöiden yhteydessä radiometrisen mittalaitteen säteilylle, kun säteilylähteen suljinta ei ollut suljettu asianmukaisesti. Kaikissa tapauksissa olivat kyseessä ulkopuolisen aliurakoitsijan työntekijät. Syitä tapahtumiin olivat puutteellinen ohjeistus tai se, että ohjeita ei noudatettu. Lyhyistä altistusajoista johtuen työntekijöiden ylimääräiset

säteilyannokset jäivät kaikissa tapauksissa pienemmiksi kuin 0,1 mSv.

Esimerkitapaus:

Huonosta turvallisuuskulttuurista kertoo tapahtuma, jossa työntekijä meni säiliön sisään noutamaan sinne pudonnutta esinettä eikä sulkenut säiliössä ollutta säteilylähdettä. Säiliön miesluukussa oli varoitusmerkinnät ja ohjeet säteilylähteen sulkemisesta. Työntekijä oli myös saanut säteilylähteisiin liittyvän turvakoulutuksen. Koulutuksesta ja ohjeistuksesta huolimatta työntekijä laiminlöi niiden noudattamisen.

Teollisuuden radiografiatoiminta

Teollisuusradiografiaan putkistokuvauksiin liittyi kaksi poikkeavaa tapahtumaa, ja molemmissa tapauksissa oli käytössä isotooppikuvauslaite (Ir-192).

Esimerkitapaus 1:

Säteilylähdettä ei saatu palautettua suojasäiliöön, koska lähteen ohjausputki oli mennyt jyrkälle mutkalle kuvauksen aikana. Lähde saatiin palautettua, kun toinen kuvaaja oikaisi ohjausputkea käsin. Työntekijän saamaa ylimääräisiä annosta ei voitu enää arvioida, koska käytössä ollut henkilökohtaista annosmittaria ei toimitettu heti analysoitavaksi. Todennäköisesti tapahtumasta ei aiheutunut yli 1 mSv:n annosta. Tapahtumassa toimittiin kuvausyrityksen ohjeiden vastaisesti. Kuvauslaitteisto tarkastettiin, eikä siinä todettu vikaa.

Esimerkitapaus 2:

Säteilylähde ei kelautunut kuvauksen lopettamisen jälkeen täysin suojasäiliön sisään. Kuvaaja ei huomannut tilannetta, koska käytössä olleen säteilyhälyttimen varoitusääni ei kuulunut kovan melun takia. Toinen kuvaaja kuuli hälyttimen äänen ja totesi myös kohonneen lukeman säteilymittarista, ja varoitti suojasäiliötä lähestyvää kuvaajaa. Lähde kelattiin kokonaan suojasäiliön sisään. Suojasäiliötä lähestynyt kuvaaja sai arviolta 0,5–0,7 mSv:n ylimääräisen annoksen tapahtuman aikana.

Säteilylähteet kierrätysmetallin joukossa

Vuoden 2013 aikana ilmoitettiin STUKiin kuusi tapahtumaa, joissa kierrätysmetalliryöpyksen tai

terästehtaan säteilyvalvontaportti oli havainnut saapuvassa metallikuormassa säteilylähteen. Kuormista löydettiin tritiumia ja radiumia sisältäviä exit-kylttejä, radiumia sisältäviä palovarottimia, Cs-137 säteilylähde ja yksi toistaiseksi tunnistamaton säteilylähde suojuksineen (oletettavasti Sr-90). Lisäksi ilmoitettiin kolmesta tapahtumasta, joissa säteilyportin hälytys aiheutui metallikappaleiden pinnalle saostuneista luonnon radioaktiivisista aineista.

Yhdessä tapauksessa Am-241 säteilylähde joutui terästehtaalla sulatukseen. Tehtaan ulkopuolelle ei päässyt radioaktiivista ainetta eikä työntekijöille aiheutunut säteilyvaaraa. Amerikiumlähteen sulaminen ei saastuttanut valmistettavaa metallia, koska suurin osa jäi prosessissa syntyneeseen kuonaan ja savukaasupölyihin. Saastuneet materiaalit sijoitetaan myöhemmin tehtaan alueelle STUKin hyväksymällä tavalla.

Radioaktiivisten aineiden lisäksi metalliromun joukosta löytyi lisäksi kahteen otteeseen tyhjiä säteilylähteiden pakkauksia, joista ei ollut poistettu säteilyn varoitusmerkintöjä.

Esimerkkitapaus:

Säteilylähde aiheutti hälytyksen terästehtaan säteilyportilla marraskuussa 2013. Tehtaan omien ja paikalle saapuneen STUKin tutkijan tekemien mittausten perusteella lähteeksi tunnistettiin Cs-137. Kuorma kuljetettiin takaisin metallinkierrätysyritykseen, ja siellä kuormasta löydettiin osittain litistynyt putken kappale, jonka sisällä oli Cs-137 umpilähde. Säteilylähteen aktiivisuudeksi arvioitiin noin 1,5 GBq. Säteilylähde sijoitettiin lyijyllä vuorattuun pakkaukseen, ja kuljetettiin myöhemmin radioaktiivisista jätteistä huolehtivaan yritykseen. Tapahtumaan osallistuneille henkilöille aiheutuneet ylimääräiset annokset olivat vähäisiä (< 10 µSv). Metallikuormaa kuljettaneille henkilöille ei aiheutunut ylimääräistä säteilyannosta.

Löytyneessä putkessa ei ollut merkintöjä eikä säteilylähdeä suojaavia rakenteita. Sen alkuperä tai käyttötarkoitus on toistaiseksi epäselvä. STUK pyrkii vielä selvittämään säteilylähteen alkuperäisen omistajan, jos putken sisällä olevasta umpilähteestä löytyy valmistusnumero. Litistynyt putki on tarkoitettu avata VTT:n kuumakammiossa. Kierrätysyritykseltä saatujen tietojen mukaan sä-

teilylähde on saattanut olla käytössä suomalaisella toiminnanharjoittajalla.

Säteilylähteen vaurioituminen

Vuonna 2013 oli kaksi tapahtumaa, jossa radiometristen mittalaitteiden säteilysojous vaurioitui käytön aikana. Lisäksi yhdessä tapauksessa säteilylähteen suojuksen putosi kesken siirron lattialle ja suojuksen rikkoontui. Tässä tapauksessa oltiin siirtämässä useaa pitkää sauvamaista suojusta samalla kertaa, ja yksi suojuksista irtosi kiinnikkeistään kesken noston.

Lisäksi yhdessä tapauksessa todettiin röntgenlaitteen lyijysuojuksen hiukan siirtyneen ja aiheuttaneen vähäisen annosnopeuden suurenemisen laitteen ulkopuolella.

Esimerkkitapaus:

Terästehtaan valuastian puhjettua sulaa teräsmassaa pääsi valumaan kahden säteilylähteen suojuksen päälle. Cs-137 säteilylähteitä käytettiin sulan teräksen pinnankorkeusmittareissa ja niiden aktiivisuudet olivat tapahtumahetkellä 12,5 GBq. Lähteiden suojusten sisältämä lyijy sulii osittain. Toisesta suojuksesta sulaa lyijyä oli valunut jonkin verran ulos. Lähteiden ympäriltä jouduttiin poistamaan teräsmassaa polttoleikkaamalla, ja lähteiden sulkimia yritettiin kääntää kiinni -asentoon. Sulkimet olivat kuitenkin juuttuneet, ja säteilylähteille oli rakennettava lisäsuojukset ennen niiden kuljettamista maahantuojalle ja sieltä edelleen laitteiden valmistajalle. Kahdelle tehtaan työntekijälle aiheutui noin 10 µSv:n annos lähteiden irrotuksen ja käsittelyn aikana.

STUK teki kontaminaatiomittauksia terästehtaalla ja säteilylähteiden lähellä. Mittauksilla varmistettiin säteilylähdekapseleiden säilyneen ehjinä.

Säteilylähteen katoaminen

STUKille ilmoitettiin kolmesta kadonneesta säteilylähteestä. Kadonneet lähteet olivat puun tiheysmittalaite (Am-241, 11 100 MBq), alkuaineanalysointilaitte (Am-241, 370 MBq) ja siilon pintakytin (Cs-137, 370 MBq). Kaikissa tapauksissa katoamisen syinä olivat puutteet luvanhaltijan kirjanpidossa ja omassa inventaaritarkastuksessa. Kadonneita säteilylähteitä ei ole etsinnöistä huolimatta löytynyt.

Esimerkkitapaus:

Turvallisuyslupaan liittyvän muutoksen yhteydessä todettiin, että toiminnanharjoittajan hallussa ollut tiheysmittalaite oli kadonnut. Laitteessa oli 11 100 GBq:n Am-241 säteilylähde. Tapahtumaa selvitettyä todettiin, että katoamiseen liittyi useita laiminlyöntejä. Puutteellisen kirjanpidon ja inventaarin lisäksi eläkkeelle jääneen vastavaan johtajan tilalle ei ollut nimetty uutta henkilöä, eikä säteilylähteen käyttöön ollut nimetty muutaakaan vastuuhenkilöä. Kadonnutta laitetta tai siinä ollutta amerikiumlähdettä ei ole toistaiseksi löytynyt. STUK teki asiasta tutkintapyynnön poliisille, koska oli syytä epäillä, että useita säteilylain ja säteilyasetuksen määräyksiä oli rikottu.

Avolähteiden käyttö

STUKille ilmoitettiin 2013 viidestä poikkeavasta tapahtumasta avolähteiden käytössä. Tapahtumat koskivat sallittua viemäripäästön ylitystä, veto-kaapin kontaminoitumista, kontaminoituneiden pipettien lähettämistä valmistajalle kalibroituksi ja kahdessa tapauksessa työntekijän altistumista radioaktiivisten lääkkeiden valmistuksessa.

Esimerkkitapaus:

Työntekijä kontaminoitui radioaktiivisella jodilla (I-131) radioaktiivisia lääkkeitä valmistavassa yrityksessä. Radioaktiivista jodia päätyi työntekijän kädelle suojakäsineisiin tulleet reiät. Kontaminaatio havaittiin tavanomaisten mittausten yhteydessä työntekijän poistuessa tuotantotiloista. Käyttöpaikalla ja STUKissa tehtyjen mittausten perusteella ihokontaminaation alkupe- räiseksi aktiivisuudeksi arvioitiin 12 MBq ja siitä aiheutuneeksi ihoannokseksi 30 Sv kontaminoituneen ihoalueen ollessa noin 10 cm². Ihon annos ylittää ihoannoksen rajan 500 mSv vuodessa. Tällainen ihoannos saattaa johtaa paikallisen ihovamman ilmaantumiseen muutaman viikon sisällä altistumisesta. Työntekijän kädessä ei kuitenkaan ole tähän mennessä havaittu ihovaurioita. Kilpirauhasen annokseksi arvioitiin 430 mSv, mikä ei ole niin suuri, että siitä aiheutuisi kilpirauhasen toimintahäiriöitä. Kilpirauhasen altistuksesta aiheutunut efektiivinen annos oli 16,8 mSv, mikä ei ylitä säteilytyöntekijän vuosiannosrajaa 20 mSv.

Tapahtuma luokiteltiin kansainvälisellä ydinlaitos- ja säteilytapahtumien vakavuusasteikolla (INES-asteikolla) luokkaan 2 eli kyseessä oli

merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma. Tapahtumasta ilmoitettiin IAEA:n ylläpitämään INES tietopankkiin. Tapahtuman seurauksena yrityksessä tehtiin työvaiheiden riskikartoitus ja työntekijöille järjestettiin lisäkoulutusta. Suojakäsineet vaihdettiin paksumpiin ja niiden materiaalia vaihdettiin. Lisäksi päätettiin hankkia uusi laitteisto I-131-kapseleiden valmistusta varten.

Radioaktiivisten aineiden kuljetus

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa ilmoitettiin kahdesta poikkeavasta tapahtumasta. Toisessa tapahtumassa Suomeen saapunut kuljetuspakkaus vahingoittui lentokentällä lastin purkuvaiheessa. Säteilylähteet ja niiden suojukset eivät kuitenkaan vaurioituneet. Lähteitä vastaanottaneen maahantuojan edustaja korjasi vaurioituneen pakkauksen kuljetuskelpoiseksi.

Esimerkkitapaus:

Käytöstä poistettu pinnakorkeusmittari (Cs-137, 55 MBq) annettiin VAK-määräysten vastaisesti kuljetettavaksi rahtina linja-autossa. Väärä kuljetusmuoto johtui sekä lähettäjän että kuljetusyrityksen virheistä. Säteilylähteen pienestä aktiivisuudesta johtuen annosnopeus pakkauksen ulkopuolella oli vähäinen, eikä kuljetus aiheuttanut merkittävää altistusta pakkausta käsitelleille henkilöille tai linja-auton matkustajille.

Muita poikkeavia tapahtumia

Yritys aikoi tehdä röntgenradiografialaitteella puuraaka-aineen tutkimusta metsäteollisuustehtaalla. Yrityksellä ei kuitenkaan ollut tähän toimintaan turvallisuyslupaa. Käytössä ei ollut vaatimusten mukaisia säteilymittareita eikä ohjeita, työntekijöitä ei ollut luokiteltu säteilytyöntekijöiksi eikä heillä ollut tarvittavaa koulutusta. STUK kielsi yritystä aloittamasta toimintaa kunnes se täyttää vaatimukset ja turvallisuyslupa toimitaan on myönnetty. Turvallisuyslupa myönnettiin myöhemmin, kun yritys oli korjannut puutteet ja kun STUK oli käynyt käyttöpaikalla tarkastamassa, että säteilyturvallisuusjärjestelyt ovat riittävät.

Suomalaisen työntekijän vaatteista havaittiin Co-60 kontaminaatiota hänen vieraillessaan ulkomaisessa ydinlaitoksessa. Kontaminaatio oli peräisin suomalaiselta työpaikalta, jossa työntekijä oli

ennen matkaa käsitellyt aktiivisia metallikappaleita. Työn aikana ei ollut käytetty suojavaatteita, eikä kontaminaatiomittausta tehty käsi-kenkä-monitorilla työn päätyttyä. Tapahtuman johdosta toiminnanharjoittaja täsmensi työohjeistusta ja kiinnitti huomiota sen noudattamiseen. STUK teki käyttöpakalle myös tarkastuksen, jossa käsiteltiin erityisesti työskentelytapoja ja kontaminaatiomittauksia.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Radon työpaikoilla

Vuoden 2013 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 383:sta radonmittauksen tuloksesta, jotka koskivat joko työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon (400 Bq/m^3) ylitystä tai olivat aiemmin todettuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. Mittaustulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 167 pöytäkirjaa, joissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 116 työpisteessä ja mittaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 37 työpisteessä.

Työpaikoilla tehtiin onnistuneita radonkorjauksia vuoden aikana 42 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella STUK lopetti valvonnan 50 työpisteessä. Muun syyn (esimerkiksi lyhyen työajan tai tilojen käytöstä poiston) vuoksi valvonta lopetettiin yhteensä 134 työpisteessä. STUKin valvonnan aikana oli vuoden aikana 190 työpaikkaa ja näissä yhteensä 390 työpistettä.

Säännönmukainen radontarkastus tehtiin viidessä maanalaisessa kaivoksessa. Yhdessä näistä todettiin toimenpidearvon ylitys, mutta radonpitoisuus saatiin korjaavilla toimenpiteillä sallitulle tasolle.

Maanalaisia louhinta- ja rakennustyömaita tarkastettiin 24 kappaletta, joissa tehtiin yhteensä 38 tarkastusta. Radonpitoisuus ylitti 400 Bq/m^3 seitsemällä työmaalla. Näistä kuudelle annettiin määräys radonpitoisuuden pienentämiseksi, mutta yhdessä toimenpidearvo alittui lyhyen työskentelyajan perusteella. Yhdelle työmaalle määrättiin säteilyaltistuksen seuranta, koska radonpitoisuutta ei saatu heti pienennettyä toimenpidearvoa pienemmäksi.

Työntekijöiden radonaltistusta seurattiin säännöllisten radonmittausten ja työaikaseurannan avulla neljällä tavanomaisella työpaikalla ja yhdellä maanalaisella rakennustyömaalla, joissa ra-

donpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Lisäksi annosrekisteriin kirjattiin neljän sellaisen henkilön radonaltistustiedot, jotka työskentelivät tunneleissa. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden 2013 aikana yhteensä 36 työntekijää, joiden annokset (efektiiviset annokset) kirjattiin annosrekisteriin. Tavanomaisella työpaikalla suurin yksittäinen työntekijälle radonista aiheutunut vuosiannos oli $19,6 \text{ mSv}$ ja maanalaisissa työtiloissa $14,2 \text{ mSv}$.

Vuoden 2013 aikana tehtiin kaksi radonmittalaitteen hyväksyntäpäätöstä. STUKin www-sivuilla (Säteilyn käyttö/ProInfo – verkkopalvelu säteilyn käyttäjille) on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty ohjeen ST 1.9 vaatimusten mukaisesti ja jotka ovat antaneet luvan julkaista nimensä hyväksytyjen listalla. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaite on asianmukaisesti kalibroitu.

3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden, rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Vuoden 2013 aikana laadittiin 77 tarkastuspöytäkirjaa, jotka koskivat rakennusmateriaalien radioaktiivisuutta. Pöytäkirjoissa annettiin tarvittaessa rajoitukset materiaalien käytölle. Heinäkuun 2013 alussa voimaan astunut rakennustuoteasetus on selvästi lisännyt rakennusmateriaalien radioaktiivisuusmittauksia. Rakennustuoteasetus tekee CE-merkinnästä pakollisen myös Suomessa kaikille niille markkinoille saatetuille rakennustuotteille, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Eurooppalainen standardisointijärjestö CEN laatii harmonisoidut tuotestandardit.

Talousveden radioaktiivisuudesta laadittiin tarkastuspöytäkirjat yhteensä kahdelle vesilaitokselle tai elintarvikkeiden valmistajalle. Kummassakin tapauksessa veden radioaktiivisuus-

den todettiin olevan sallitulla tasolla korjaavien toimenpiteiden jälkeen tai lisäselvitysten perusteella.

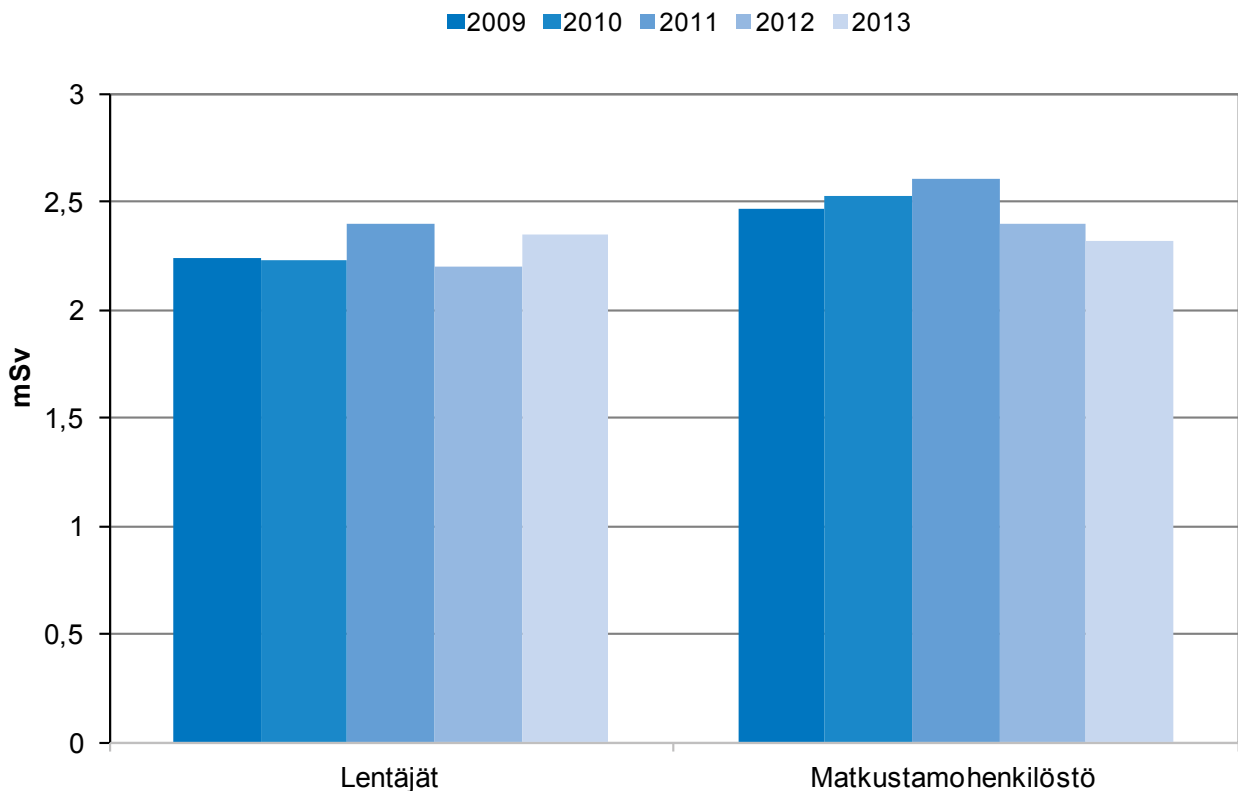
STUK laati vuonna 2013 kaksi Talvivaaran kaivoksen vesien hallintaa koskevaa päätöstä. Lisäksi osallistuttiin lukuisien kaivos- ja rikastustoimintaa koskevien lausuntojen laatimiseen.

3.3 Avaruussäteily

Vuodelta 2013 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kuuden lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän vuotuinen annos (efektiivinen annos) ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin avaruussäteilystä ai-

heutunut henkilökohtainen vuosiannos lentäjällä oli 4,9 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalta työntekijällä 5,1 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo vuonna 2013 oli 2,4 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden 2,3 mSv. Keskimääräiset annokset vuosina 2009–2013 on esitetty kuvassa 10.

Lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä pieneni lähes 5 % edellisestä vuodesta. Kokonaisannos kasvoi lähes 5 % edelliseen vuoteen verrattuna. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kokonaisannos esitetään liitteen 1 taulukossa 13.



Kuva 10. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2009–2013.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuista säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö on luvanvaraista vain yleisoesityksissä käytettävien laserien osalta. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR-yksikkö) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toiminnoille, jotka aiheuttavat väestön altistumista ionisoimattomalle säteilylle. Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähettimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- ionisoimatonta säteilyä hyödyntävät kosmetiset hoitolaitteet ja niiden käyttö palvelutoiminnassa.

Valvonnan lisäksi STUK opastaa sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 294/2002 matalataajuisien sähkö- ja magneettikenttien suositusarvojen soveltamisessa esimerkiksi voimajohtojen osalta ja hyväksyy puolustusvoimien radio- ja tutkalaitteiden käytön tarkastuksissa ja valvonnassa käytettävät menetelmät ja ohjeet.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2004–2013 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 14–17. Vaarallisia la-
sereita on ollut markkinoilla muutaman edellisen vuoden tapaan paljon ja tämä on edellyttänyt aktiivista valvontaa. STUK puuttui vuoden 2013 aikana yhteensä 57 kertaa vaarallisen laitteen kauppaan tai maahantuontiin. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyvät viranomaisten lausunto- ja tietopyynnöt ovat lisääntyneet selvästi edellisiin vuosiin verrattuna. Erityisesti voimajohtohankkeista on pyydet-

ty aiempaa useammin STUKin lausuntoa.

Valvontatehtävien lisäksi sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutusten ympärillä käytävä keskustelu on ollut hyvin aktiivista. Tämä on heijastunut STUKiin tulleissa kansalaiskyselyissä ja useiden ministeriöiden ja viranomaisten tietopyynnöissä.

4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta

Solariumlaitteita ja niiden käyttöpaikkoja valvotaan yhteistyössä kuntien terveydensuojeluviranomaisten kanssa 1.7.2012 voimaan tulleen säteilylain muutoksen perusteella. Terveystarkastajat tekevät tarkastuksia terveydensuojelulain valvonnan yhteydessä ja toimittavat havainnoista raportin STUKille päätettäväksi. Lisäksi STUK tekee omia tarkastuksia tarpeen vaatiessa.

Terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 40 tarkastuksesta (liite 1, taulukko 16). Näiden lisäksi STUK teki 3 solariumien käyttöpaikkatar-
kastusta; yksi kunnan terveystarkastajan ilmoituksen perusteella, toinen STUKille ilmoitetun palamistapauksen seurauksena ja kolmas oman seurannan perusteella.

Kaksi STUKin tarkastamaa eri käyttöpaikoissa olevaa solariumlaitetta määrättiin käyttökieltoon liian voimakkaiden solariumlampujen takia. STM:n asetuksessa (294/2002) säädetyt UV-säteilyn enimmäisarvot ylittyivät kummassakin tapauksessa kaksinkertaisesti. Näissä laitteissa ihon palamisen riski oli niin suuri, että laitteen käytöstä voitiin arvioida aiheutuvan sellaista ilmeistä terveydellistä haittaa tai haitan vaaraa, että laitteen käytön kieltäminen oli säteilylain 55 §:n nojalla perusteltua.

Solariumasiakkaan ihon palamisen aiheutti todennäköisesti laitteeseen soveltumattomien 100 W:n UV-loisteputkien käyttö 160 W:n putkien sijasta. Laitteessa oleva 160 W:n lamputille tarkoitettu sähkövirran rajoitin toimi siten, että sähkö-

teholtaan pienempi 100 W:n loisteputki lisäsi UV-säteilyn määrää huomattavasti laitteessa. Ihon palamista edesauttoi pitkä 15 minuutin säteilytysaika solariumlaitetta ensi kertaa käytettäessä.

Noin kolmanneksessa (29 %) kaikista käyttöpaikoista (12/42) ei havaittu puutteita tarkastuksen yhteydessä. Käyttöohjeissa oli puutteita 27 käyttöpaikassa (64 %). Laitteita tarkastettiin yhteensä 51, joista 15 laitteen ajastimessa oli liian pitkä yli 5 minuutin aloitusaika (29 %).

4.3 Laserien valvonta

Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja laserlaitteita valvotaan sekä maahantuonnin tullivalvontana että perinteisen kaupan ja internetkaupan markkina- valvontana. Lisäksi valvotaan suuritehoisten lasereiden käyttöä yleisesityksissä.

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa pyydettiin selvityksiä neljästä laserlaitteesta. Yhdessä tapauksessa laserlaite osoitettiin vaatimustenmukaiseksi maahantuojan toimesta. Kahdessa tapauksessa laitteet poistettiin myynnistä vapaaehtoisesti. TV-ohjelmassa 'Suorana: Kortesmäki' havaittu luvaton laserin käyttö johti laitteen luovutuskieltoon.

Huuto.net -palvelun sekä muiden internetissä toimivien myyntisivujen ylläpidolle lähetettiin 42 myynti-ilmoituksen poistopyyntöä liian tehokkaiden laserosoittimien takia. Tämän lisäksi tehtiin internetin kautta myytävistä laserosoittimista kaksi selvityspyyntöä. Tapausten käsittely on vielä kesken.

Tulli pyysi STUKilta 49 kertaa neuvoa EU:n ulkopuolelta tulevien lasereiden päästämistä maahan. Näistä 17 tapauksessa laserlaitteiden maahantulo estettiin kuluttajaturvallisuuslain (920/2011) nojalla vaarallisina laitteina. Suurin teho oli 1000 mW, kun suurin sallittu teho osoitin-lasereille on 1 mW.

Yhteensä yhdeksän laseresitystä tarkastettiin käyttöpaikalla. Lisäksi siirrettävälle laserlaitteistolle hyväksynnän saaneet toiminnanharjoittajat tekivät 22 ilmoitusta esityksistä. Tarkastuksissa turvajärjestelyt ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia. Yhteenvedo lasertarkastuksista on esitetty liitteessä 1, taulukossa 14.

Valtioneuvoston laserlaitteista ja niiden tarkastuksesta annettua asetusta (291/2008) muutettiin

1.9.2013 siten, että poliisille, Rajavartioloitokselle ja Puolustusvoimille mahdollistettiin tiettyjen suuritehoisten laserien käyttö.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

Markkinavalvonnassa testattiin 11 langatonta päätelaitetta. Testaukset tehtiin GSM- ja 3G-järjestelmien 900 MHz:n, 1 800 MHz:n ja 1 950 MHz:n taajuualueilla standardin IEC 62209 mukaisesti. Suurin mitattu SAR-arvo 10 gramman keskiarvona oli 0,9 W/kg. STM:n asetuksen 294/2002 enimmäisarvo on 2 W/kg. Uutena valvontakohteena oli langattomat verkkosovittimet (ns. mokkulat) joita oli testatuista laitteista 2 (liitteen 1 taulukko 17).

Matkapuhelinten tukiasemien asennuksista tehtiin lukuisia alustavia selvityksiä muun muassa kansalaisten ja kuntien pyynnöstä. Väärin asennettuja tukiasemia ei havaittu.

4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten valvonta

Kosmeettisten NIR-sovellusten valvontatoimenpiteet kohdistuivat vuonna 2013 erityisesti kymmenen laser- ja valopulssi-RF-laitteita käyttävään toiminnan harjoittajaan. Näistä neljä oli tatuoinninpoistoja tekeviä toiminnanharjoittajia ja kuusi valopulssi-RF-laitetta käyttäviä kosmetologipalveluja tarjoavia yrityksiä. Toiminnan harjoittajille lähetettiin selvityspyyntöjä ja lisäselvityspyyntöjä. Lisäksi valvonnan käytäntöjä ja säännöstöä selketyttiin.

Markkinavalvonnan kohteeksi otettiin lisäksi rakennekynsien kovettamiseen tarkoitettuja kynsiuuneja. Laitteet valittiin ja hankittiin STUKille. Mittaustyö tehdään vuoden 2014 alkupuolella.

4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin STUKilta lausuntoja selvästi aiempaa useammin. Lausuntoja annettiin yhteensä yhdeksän kappaletta. Näiden lisäksi tehtiin lukuisia selvityksiä asuntojen läheisyydessä sijaitsevien voimajohtojen kentistä kansalaisten pyynnöstä.

Puolustusvoimille annettiin lausunnot säteilyturvallisuusohjeesta sekä tutkan säteilyturvallisuudesta.

4.7 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2013 STUKin tietoon tuli kaksi ilmoitusta ionisoimattoman säteilyn aiheuttamista tapahtumista, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2004–2013 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1).

Ensimmäinen tapahtuma, mikä vaati STUKin välitöntä puuttumista ionisoimattoman säteilyn käyttöön, tapahtui TV-ohjelmassa 'Suorana: Kortesmäki', jossa käytettiin vaarallista laseria. Tapahtuneesta lähetettiin selvityspyyntö Yleisradiolle ja laite asetettiin luovutuskieltoon.

Laitteet tarkastettiin STUKissa ja todettiin vaatimusten vastaisiksi. Tapaus ei kuitenkaan STUKin arvion mukaan aiheuttanut käyttötilanteessa silmävahinkoja yleisölle eikä esiintyjille.

Toisessa poikkeavassa tapahtumassa solariumin asiakas ilmoitti STUKille ihon palamisesta. Solariumin käyttöpaikalla tehtiin tarkastus ja laitteessa havaittiin käytettävän siihen sopimattomia lamppuja. Yrittäjälle annettiin korjauskehutus vaihtaa laitteeseen vaatimusten mukaiset lamput (ks. myös kohta 4.2).

5 Säännöstötyö

ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita. Ohjeet käännetään myös ruotsiksi ja englanniksi.

Vuonna 2013 julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuus
- ST 1.3. Säteilylähteiden varoitusmerkit
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta
- ST 1.11 Säteilylähteiden turvajärjestelyt
- ST 3.8 Säteilyturvallisuus mammografiatutkimuksissa
- ST 6.3 Säteilyturvallisuus isotooppilääketeissä
- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa.

Muu säännöstötyö

Uusi säteilynsuojelun perusturvallisuudirektiivi 2013/59/Euratom vahvistettiin 5.12.2013. Se on toimeenpantava kansallisessa lainsäädännössä 6.2.2018 mennessä. Toimeenpanon yhteydessä tehdään säteilylainsäädännön kokonaisuudistus. Tähän valmistauduttiin laatimalla sosiaali- ja terveysministeriön ohjauksessa arviomuistio lainsäädännön uudistustarpeista. Työ aloitettiin lokakuun lopulla ja se valmistui vuoden 2014 alkupuolella.

Uusi sähkömagneettisia kenttiä koskeva työsuojeludirektiivi 2013/35/EU vahvistettiin 26.6.2013. Se on toimeenpantava kansalliseen lainsäädäntöön 1.7.2016 mennessä. Suomessa toimeenpano tehdään työturvallisuuslain (738/2002) perusteella annetulla valtioneuvoston asetuksella, jonka valmistelee sosiaali- ja terveysministeriö. STUK osallistui direktiivin ja kansallisen toimeenpanon valmisteluun asiantuntijana sosiaali- ja terveysministeriön pyynnöstä.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa uutta tietoa säteilyn esiintymisestä, säteilyn mittaamisesta, säteilyn haittavaikutuksista ja niiden torjumisesta sekä säteilylähteiden ja säteilyn käyttömenetelmien turvallisuudesta ja optimoidusta käytöstä. Tutkimus tukee säteilyn käytön viranomaistoimintaa, mittanormaalityönnä ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

Säteilyn käyttöön liittyvän tutkimuksen tavoitteena on lisäksi parantaa tietämystä ja asiantuntemusta säteilyn käytössä ja varmistaa luotettava säteilyn mittaaminen. Ionisoivan säteilyn tutkimuksesta pääosa liittyy säteilyn lääketieteelliseen käyttöön ja painottuu potilaan säteilyturvallisuuteen. Tutkimustyölle on kasvava tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien nopean kehityksen vuoksi. Ionisoimattoman säteilyn tutkimus keskittyy valvonnassa ja säännösten kehityksessä tarvittaviin altistumisen määrittämismenetelmiin.

Tutkimus- ja kehitystyötä tehtiin seuraavissa projekteissa:

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMRP (European Metrology Research Programme)

Metrologian tutkimusohjelman hankkeessa MetrExtRT kehitetään pienten ja kompleksisten sädehoidon säteilykenttien mittaamenetelmiä. STUK keskittyy tässä hankkeessa erityisesti elektroni- ja elektroni-fotonisädehoitojen suunnitelmien verifointiin. Vuoden 2013 aikana MetrExtRT-hankkeessa selvitettiin elektronisädehoidon annosmittauksissa käytettyjen filmien ominaisuuksia ja kehitettiin potilasvastineen prototyyppi.

Vuonna 2011 alkanut metrologiahankke kierretyksmetallia käyttävien metallisulattamojen säteilymittausmenetelmien kehittämiseksi jatkui. Vuoden 2013 aikana STUK osallistui MetroMetal-hankkeessa järjestettyyn mittaustalailuun sekä osallistui gammaspektrometrin aktiivisuusmittausten menetelmäkehitykseen (mittausten sum-

mauskorjaukset). Projektin tavoitteena on lisätä kierrätysmetallia käyttävien sulattamojen säteilyturvallisuutta ja kehittää yhtenäinen menetelmä teräksen radioaktiivisen kontaminaation määrittämiseen. Projekti päättyy vuonna 2014.

Pohjoismainen yhteistyöhanke Evidence based quality assurance in digital dental imaging (EQD)

Projektissa kehitetään verkkopohjaista opetusta varten opetussuunnitelmia, opetusohjelmia sekä koulutusmateriaalia digitaaliseen hammaskuvaukseen, sekä hammaskuvauksen ja katseluolosuhteiden laadunvarmistukseen. Opetusohjelmat suunnitellaan säteilynkäyttäjien nuorisosaasteen koulutukseen ja aikuiskoulutukseen, sekä kandidaatti- että maisteritason opetusohjelmiin. Tuloksia hyödynnetään koulutuksessa Pohjoismaissa ja Virossa.

Potilasannoksen määräyt mammografiassa

Projektissa selvitetään kuinka hyvin käytössä olevalla standardipotilasvastineella saatava annosarvio vastaa todellisilla potilailla ja nykyisillä laitetyypeillä saatua keskimääräistä annosta. Tutkimuksessa käytettiin tarkastuksilla kerättyä mittaustalailua sekä laitteiden käyttäjien raportteja potilasannoksia. Tulosten perusteella arvioitiin potilasvastineen avulla tehdyn annosarvion epävarmuutta ja pohdittiin mahdollisia parannuksia esim. annosmittausohjeistoon ja tarkastuskäytäntöön. Selvityksen tuloksia on tarkoitus käyttää koulutusmateriaalina.

Potilaan ihoannoksen määrittäminen toimenpideradiologiassa ja kardiologiassa

EURADOS-järjestön puitteissa tehdystä tutkimushankkeesta on kartoitettu yhteistyössä kotimaisen sairaaloiden kanssa filmimittauksin potilaiden ihoannoksia toimenpideradiologiassa ja kardiologiassa. Työn tuloksena on saatu tietoa röntgenlait-

teen raportoiman säteilyannoksen ja potilaan ihoannoksen välisestä yhteydestä. Tuloksia tullaan hyödyntämään mm. ihoannoksen hälytysrajoja pohdittaessa.

Henkilöstön hyvinvointi magneettikuvaustyössä

STUK ja Työterveyslaitos osallistuivat tutkimusprojektiin ”Henkilöstön työhyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä”. Hankkeessa selvitetään työntekijän altistuminen magneettikentille sekä laaditaan turvallisuusohjeet magneettikuvaustyöskentelylle. Projekti alkoi tammikuussa 2012 ja loppuu joulukuussa 2014 .

Muu tutkimustoiminta

Vuoden 2013 aikana on selvitetty keskeisiä turvallisuusnäkökulmia ja -vaatimuksia hiukkaskiihdyttimien käytössä Suomessa ja muualla maailmalla. Selvityksen perusteella arvioidaan tarve erillisen hiukkaskiihdyttimien käyttöä koskevalle ST-ohjeelle.

Opinnäytetyöt

STUKissa pyritään ohjaamaan resurssien sallies- sa opinnäytetöitä, sillä opinnäytetöiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa ja niiden tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden parane- miseen Suomessa. Vuonna 2013 Säteilytoiminnan valvonta -osastolla ohjattiin yksi ammattikorkea- kouluun liittyvä opinnäytetyö STUKin asiantunti- jan toimesta.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin muiden kuin lääketieteellisten röntgentutkimusten tilannetta ja tuotettiin tietoa, jonka avulla tutkimuksia voi- daan valvoa ja ohjeistaa. Opinnäytetyön nimi oli ”Säteilylle altistavat ei-lääketieteelliset röntgen- tutkimukset Suomessa 2012”. Kyselyn tulosten perusteella Suomessa tehdään vuosittain sadoille ihmisille röntgentutkimuksia muista kuin lääke- tieteellisistä syistä (katso myös kohta 2.1).

Potilaan säteilyaltistus ja vertailutasot lasten tietokonetomografiatutkimuksissa

Lasten tietokonetomografiatutkimuksissa (TT- tutkimuksissa) tarkasteltiin noin 3 500 lapsipo-

tilaan annostietoja, jotka on kerätty yhteistyös- sä muutamien Ruotsin (3 sairaalaa), Norjan (3), Tanskan (1), Viron (2) ja Liettuan (1) sairaaloiden kanssa. Annostiedot on kerätty tutkimusindikaatioiden mukaisesti lasten keuhkojen, vatsan, koko vartalon (keuhkot ja vatsa yhdessä) sekä pään TT-tutkimuksista. Tulosten perusteella arvioitiin mahdollisuuksia asettaa lasten TT-tutkimuksille potilaan säteilyannoksen vertailutasot, joita voi- taisiin käyttää useammassa maassa. Tulokset julkaistaan ja niiden perusteella tehdään ehdotus Suomessa asetettaviksi vertailutasoiksi vuonna 2014.

Röntgen- ja isotooppitutkimuksista Euroopan väestölle aiheutuva säteilyannos

Euroopan Komission (EC) rahoittamassa projektis- sa, jonka tavoitteena on ollut röntgen- ja isotooppi- tutkimuksista Euroopan väestölle aiheutuvan kol- lektiivisen efektiivisen annoksen selvittäminen, loppuraporttia paranneltiin EC:n esittämien vaa- timusten mukaisesti. Raportissa esitellään lisäksi Euroopan maiden ilmoittamat röntgen- ja isotoop- pitutkimusten vertailutasot. Raportti julkaistaan vuonna 2014. Euroopan väestölle aiheutuva sä- teilyannos on noin 1,1 mSv/henkilö, josta isotoppi- tutkimusten osuus on noin 5 %. Suurimman osan röntgentutkimusten annoksesta, keskimäärin noin 52 %, aiheuttavat tietokonetomografiatutkimuk- set.

Säteilyriskien ja poikkeavien tapahtumien arviointi sädehoidossa

EC:n rahoittamassa projektissa, jonka tavoitte- na on ollut valmistella suositus säteilyriskien ar- vioinnista ja poikkeavien tapahtumien käsitte- lystä sädehoidossa, loppuraporttia paranneltiin EC:n esittämien vaatimusten mukaisesti. Raportti julkaistaan vuonna 2014. Suositus esiteltiin säde- hoitofysikoiden neuvottelupäivillä. Suosituksen pohjalta tehdään kansallinen opas, jolla tuetaan yhdenmukaista suositusten soveltamista sädehoi- toklinikoissa Suomessa.

7 Kansainvälinen yhteistyö

Osallistuminen kansainvälisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

Säteilytoiminnan valvonta -osaston edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausmenetelmien kehittämistä ja säteilyalan standardisoimistoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä ja toimikunnissa, mm. IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, AAPM, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP, HERCA, EURATOM/Artikla 31-asiantuntijaryhmä.

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2013 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilökokous
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous
- HERCA (Hheads of the European Radiological Protection Competent Authorities) ja sen työryhmät
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja sen työryhmät
- NORGIR-kokous (Nordic Working Group on Industrial Radiation)
- EACA:n (European Association of Competent Authorities on the transport of radioactive material) kokous
- ICNIRPin (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) pääkomitean kokous
- NACP Radiation Physics Committee
- Nordic Ozone Group (mm. UV-asiat)
- Pohjoismaisten laservalvontaviranomaisten vuosittainen yhteistyökokous
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (solariumstandardit).

8 Kotimainen yhteistyö

Osallistuminen kotimaisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

STUKin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa järjestöissä ja toimikunnissa, kuten Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmiä ja luentoja.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2013 STUKin edustajat osallistuivat seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n seulentätyöryhmä ja sen asetusmuutosta valmisteleva alatyöryhmä
- SESKO SK 61 -komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- Puolustusvoimien säteilyturvallisuustoimikunta (NIR-asiat).

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2013 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Sädehoitofysikoiden 30. neuvottelupäivät 13.–14.6.2013 Helsingissä.
- Lääketieteellisen röntgentekniikan asiantuntijoiden neuvottelupäivät 5.–6.9.2013 Hirvensalmella.
- Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä 21.–22.11.2013 Helsingissä.

Muu kotimainen yhteistyö

STUKin röntgentoiminnan, sädehoidon ja isotooppilääketieteen asiantuntijat tapasivat röntgenhoitajia kouluttavien ammattikorkeakoulujen opettajia.

STUK osallistui Työterveyslaitoksen projektin, "Toimintamallin kehittäminen RF-ylialtistustilanteisiin", ohjausryhmätyöskentelyyn.

Ilmatieteenlaitoksen kanssa uudistettiin yhteistyösopimus UV-säteilyyn liittyvässä yhteistyössä.

9 Viestintä

Vuoden aikana tuli STUKiin www-sivujen kautta ja puhelimitse runsaasti säteilyyn liittyviä kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Suurin osa kysymyksistä koski ionisoimatonta säteilyä. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja ajankohtaisista säteilyaiheista.

STUK järjesti yhdessä Ilmatieteen laitoksen ja Syöpäjärjestöjen kanssa UV-tiedotustilaisuuden 11. kerran. 18.4.2013 järjestetyn tilaisuuden teemana oli "Pelkkä aurinkovoide ei riitä suojaksi etelänlomalla" ja STUKin aiheena "Solariumien K18-kiellolla suojataan nuoria UV-säteilyn haitoilta".

Yhteispohjoismainen kannanotto matkapuhelinten, tukiasemien ja langattomien verkkojen terveysvaikutuksista julkaistiin 17.12.2013.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin seuraavista aiheista:

- STUK edellyttää Talvivaara Sotkamolta luontoon juoksutettavan veden uraanipitoisuuden jatkuvaa seurantaa
- Myös työpaikalla voi altistua suurille radonpitoisuuksille

- Laboratoriotyöntekijä altistui radioaktiiviselle jodille
- Työntekijöiden säteilyaltistus alle annosrajojen
- Pelkkä aurinkovoide ei riitä suojaksi etelänlomilla
- Pohjoismaiset säteilysuojeluviranomaiset: Langattoman teknologian säteilyn terveysvaikutuksista ei näyttöä
- STUK jatkaa edelleen uraanipitoisuuden valvontaa Talvivaaran ympäristössä (verkkouutinen)
- STUK valvonut matkapuhelimien säteilytasoja kymmenen vuotta (verkkouutinen)
- Metallikuormasta löytyi säteilylähde Torniossa (verkkouutinen).

Vuonna 2013 julkaistiin myös ensimmäinen terveydenhuollon säteilyn käyttäjille suunnattu sähköinen uutiskirje. Uutiskirjeen asema tiedonvälityskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

10 Mittanormaalityö

10.1 Yleistä

STUK toimii säteilysuureiden kansallisena mittanormaalityölaboratoriona ja pitää yllä mittanormaalityöjia Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaalityönsä kalibroinneista STUK huolehtii säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön (European Association of National Metrology Institutes) toimintaan. STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM-MRA), jonka toteutumisesta Euroopassa EURAMET koordinoi, ja IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

Mittanormaalityötoiminnasta vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn osalta ja Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalityötoiminnasta vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

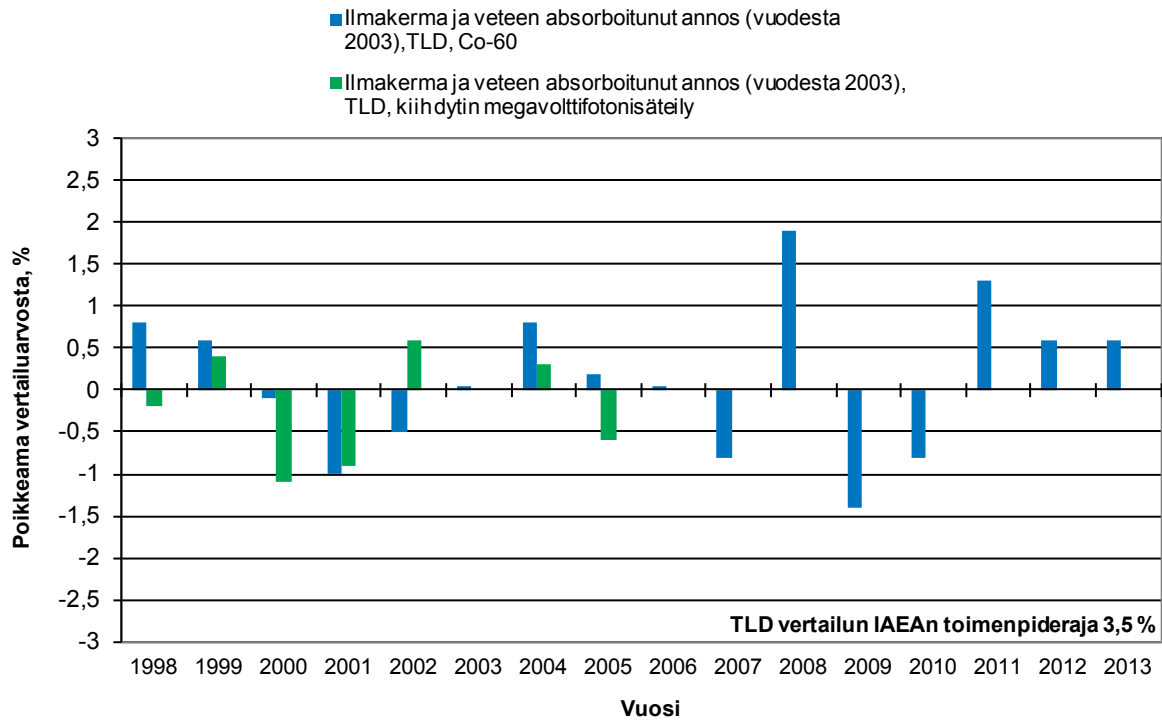
Mittanormaalityöjen ylläpito sekä säteilylaitteiden ja mittaustulosten kehittäminen

Säteilylaitteistot ja mittanormaalityöt ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointiin.

Mittari- ja mittaustulokset

Dosimetrialaboratorio osallistui IAEA/WHO:n SSDL-laboratorioiden verkostoon kuuluvien kalibrointilaboratorioiden kesken vuosittain järjestettävään absorboituneen annoksen TLD-mittaustulosten ^{60}Co -säteilyllä (sädehoidon annostarkkuus). Laboratorion tuloksen poikkeama oli 0,6 % IAEA:n vertailuarvosta. Tulos mahtuu hyvin IAEA:n hyväksyntärajoihin. Kuvassa 11 on esitetty STUKin mittaustulosten poikkeamat vertailuarvosta näissä vertailuissa vuosina 2003–2013.

Laboratorio osallistui lisäksi EURAMET-mittaustulosten vapaalle annosekvivalenssille fotonisäteilyllä (säteilysuojelutason annostarkkuus). Mittaukset tehtiin syksyllä 2013, vertailun tulokset eivät ole vielä saatavilla. Laboratorio sai alustavat tulokset vuoden 2011 röntgendiagnostiikan ilmakerma- ja ilmakerma-pinta-ala -mittareiden kalibrointitulosten alustavien tulosten perusteella STUKin tulosten poikkeama vertailun referenssiarvosta on pieni.



Kuva 11. STUKin mittaustuloksen poikkeama (%) vertailuarvosta IAEA/WHO:n mittausvertailuissa (sädehoidon annostarkkuus) vuosina 1998–2013.

11 Palvelut

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

Dosimetrialaboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testaus-todistuksia annettiin 136 kappaletta ja säteilytys-todistuksia 92 kappaletta. Kalibroinneista noin 16 % ja säteilytyksistä noin 17 % tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 5 kpl sekä turvallisuusarviointeja ja sä-

teilymittauksia yhteensä 5 kpl. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2004–2013 on esitetty liitteen 1 taulukossa 15.

Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa ylläpidettiin ja myytiin 78 kpl. Röntgenlaitteiden standardinmukaisuustestauksia ja -selvityksiä tehtiin 3 kpl.

LIITE 1

TAULUKOT

Taulukko 1. Säteilyn käytön turvallisuusluvuissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2013 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentoiminta	90
Röntgentoiminta (eläinlääketiede)	273
Vaativa röntgentoiminta	91
C-kaaritoiminta	83
Suppea röntgentoiminta	90
Osastokuvaustoiminta	56
Seulontatoiminta	54
Avolähteiden käyttö	29
Umpilähteiden käyttö	24
Sädehoito	13

Taulukko 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2013 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 543
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	508
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	255
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	214
mammografialaitteet, joista	168
• seulontamammografia	83
• tomosynteesi	1
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	110
• angiografia	47
• läpivalaisu	29
• kardioangiografia	34
TT-laitteet, joista	103
• SPECT-TT	28
• PET-TT	9
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	7
hammasröntgenlaitteet (luvanvaraiset)	145
• KKTT-laite	60
• panoraamatomografiaröntgenlaitteet	57
• intraoraaliröntgenlaitteet	28
luun mineraalipitoisuuden mittauslaitteet	66
muut laitteet	4
Hammasröntgenlaitteet (luvasta vapautetut)	5 775
tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	5 131
panoraamaröntgenlaitteet	644
Sädehoidon laitteet	130
kiihdyttimet	41
röntgenkuvaslaitteet	34
jälkilataushoitolaitteet	10
manuaaliset jälkilatauslaitteet	3
röntgenhoitolaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	17
umpilähteet (tarkistuslähteet)	24

Umpilähteet	250
kalibrointi- ja testauslaitteet	239
vaimennuskorjausyksiköt	8
gamma säteilyttimet	2
muut terveydenhuollon umpilähteet	1
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	338
tavanomaiset röntgenlaitteet	260
luun mineraalikelvopoisuuden mittauslaitteet	3
läpivalaisulaitteet	4
intraoraalilaitteet	54
TT-laitteet, joista	10
• SPECT-TT	3
• PET-TT	2
muut laitteet	2
Radionuklidilaboratoriot	41
B-typin laboratoriot	24
C-typin laboratoriot	17
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2013 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö	582
Röntgenlaitteiden käyttö	500
Asennus, koekäyttö ja huolto	163
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	111
Avolähteiden käyttö	100
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	17

Taulukko 4. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2013 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	6 100
pintakytkimet	2 010
pinnankorkeusmittarit	1 120
tiheysmittarit	980
kuljetinvaat	615
pintapainomittarit	533
kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	243
kosteus- ja tiiveysmittarit	132
hiukkaspitoisuusmittarit	73
fluoresenssianalysaattorit	72
radiografialaitteet	36
muut laitteet	286
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet	1 632
läpivalaisulaitteet	630
diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit	463
radiografialaitteet	378
pintapainomittarit	41
hiukkaskiihdyttimet	23
muut röntgenlaitteet	97

Radionuklidilaboratoriot	137
A-tyyppin laboratoriot	6
B-tyyppin laboratoriot	27
C-tyyppin laboratoriot	101
toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	3

Taulukko 5. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2013 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	3 980
Co-60	1 036
Kr-85	348
Am-241 (gammalähteet)	321
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	111
Fe-55	109
Pm-147	109
Sr-90	66
Ni-63	62
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	49
Co-60	27
Ir-192	10
Am-241 (gammalähteet)	8
Sr-90	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	4

Taulukko 6. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2013 (tarkastuksen tyyppin mukaan jaoteltuina).

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)	
	Teollisuus, tutkimus ja opetus	Terveydenhuolto ja eläinlääketiede
Käyttönottotarkastus	-	74
Määräaikaistarkastus	164	235
Uusintatarkastus	1	7
Muu tarkastus tai mittaus	7	6
Tarkastuksia yhteensä	172	322

Taulukko 7. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2013.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	76 305	22	7 672	19
Se-75	5 365	3	547	2
Co-60	3 712	32	2 072	1
Kr-85	1 053	69	559	38
Pm-147	538	61	77	15
Fe-55	190	42	164	32
I-125	52	*)	- **)	-
Ni-63	40	106	38	102
Cs-137	38	86	25	3
Gd-153	7	17	-	-
Am-241 (gamma- ja alfa-lähteet)	3	19	2	282
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	4	3	1	1
Sr-90	3	6	3	5
muut yhteensä ***)	8	70	1	21
Yhteensä	87 318	536	11 161	521

*) Pienten, sädehoidossa käytettävien I-125-lähteiden tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.
 **) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.
 ***) Toimitus Suomeen, nuklidit: H-3, Co-57, Ba-133, C-14, Cd-109, Eu-152, Ge-68, Mn-54, Na-22 ja Zn-65.
 Toimitus Suomesta, nuklidit: Eu-152, Ni-65 ja H-3.

Taulukko 8. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2013.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	114 567
C-11	17 583
O-15	4 250
Br-82	3 503
muut yhteensä*)	85
Yhteensä	139 988

*) Mm. nuklidit: Cu-64, La-140, Zn-63, Co-58 ja Au-198.

Taulukko 9. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2009–2013.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain								
	Terveystenhoolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut*)	Ydinenergian käyttö**)	Yhteensä***)
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat							
2009	4 440	992	458	1 232	810	15	49	3 704	11 571
2010	4 467	989	491	1 192	817	21	73	4 151	12 062
2011	4 320	1 050	550	1 209	742	22	79	3 830	11 659
2012	3 989	1 083	582	1 286	720	22	107	3 676	11 341
2013	3 953	1 147	636	1 329	727	20	125	3 715	11 540

*) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

**) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

***) Tässä sarakkeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakkeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muille säteilylähteille ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

Taulukko 10. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden kokonaisannokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2009–2013.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveystenhoolto		Eläinlääketiede*)	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut**)	Ydinenergian käyttö***)	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat*)	Muille säteilylähteille altistuvat							
2009	1,27	0,09	0,08	0,15	0,06	0,01	0	2,37	4,04
2010	1,25	0,08	0,08	0,15	0,09	0,004	0	2,59	4,25
2011	1,33	0,11	0,09	0,13	0,07	0,007	0,001	1,83	3,56
2012	1,33	0,10	0,12	0,16	0,05	0,007	0,001	2,47	4,23
2013	1,24	0,09	0,12	0,14	0,04	0,005	0,002	1,25	2,90

*) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

**) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

***) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

Taulukko 11. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2013.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	201	0,58	3,5	2,9	19,7
Toimenpideradiologit**)	32	0,24	8,8	7,4	45,1
Radiologit**)	354	0,22	2,9	0,6	21,9
Erikoislääkärit***) ****)	287	0,06	1,4	0,2	5,7
Sairaanhoitajat**)	1 171	0,06	0,5	0,1	3,8
Röntgenhoitajat (röntgensäteily)**)	1 427	0,04	0,4	0,0	2,6
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	549	0,04	0,7	0,1	2,6
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	379	0,07	1,1	0,2	5,9
Eläinlääkärit**)	247	0,05	1,6	0,2	9,7
Materiaalitarkastusten tekijät****)	520	0,13	1,0	0,3	5,0
Merkkiainekokeiden tekijät	26	0,05	2,6	1,8	6,6
Tutkijat	582	0,03	0,8	0,1	3,8
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt ja konekunnossapitotyöt	648	0,42	1,3	0,7	7,6
• siivous	239	0,15	1,3	0,6	8,6
• materiaalitarkastus	169	0,12	1,1	0,7	8,1

*) Kirjauskynnys on 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk.

***) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystieteiden ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

****) Sisältää mm. kirurgit, urologit, ortopedit, neuroradiologit ja gastroenterologit.

*****) Muualla kuin ydinvoimalaitoksissa aiheutunut altistus.

Taulukko 12. Merkittävimmät radioaktiiviset jätteet kansallisessa pienjätevarastossa (31.12.2013).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	39 582
Cs-137	2 726
Am-241	2 447
Kr-85	1 704
Pu-238	1 537
Ra-226	235
Sr-90	235
Cm-244	116
Co-60	112
U-238 *)	1 270 kg
*) Köydytetty uraani	

Taulukko 13. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2009–2013.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2009	1 195	2 460	2,68	6,07
2010	1 147	2 281	2,56	5,75
2011	1 208	2 423	2,85	6,23
2012	1 182	2 419	2,60	5,80
2013	1 184	2 596	2,79	6,02

Taulukko 14. NIR-yksikön viranomaissuoritteet vuosina 2004–2013.

Vuosi	Viranomais- tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Tullineuvonta lasereiden maahantuonnissa yht. (pysäytetyt)	Vaarallisten lasereiden poistot internet- kaupoista	Yhteensä
2004	55	3	1			59
2005	66	1	1			68
2006	48	1	7			56
2007	64	3	3			70
2008	67	5	6			78
2009	47	2	9	46 (39)	15	119
2010	55	3	9	96 (79)	31	194
2011	56	6	3	44 (27)	42	151
2012	53	0	15	21 (7)	43	132
2013	63	3	11	49 (17)	42	166

Taulukko 15. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosina 2004–2013.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2004	30	12	42
2005	25	31	56
2006	17	7	24
2007	33	17	50
2008	46	24	70
2009	31	12	43
2010	36	13	49
2011	4	10	14
2012	8	16	24
2013	5	5	10

Taulukko 16. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2004–2013. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012 ja 2013 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella. Näiden lukumäärä suluissa.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2004	30
2005	36
2006	25
2007	31
2008	26
2009	19
2010	16
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)

Taulukko 17. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2004–2013.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2004	18
2005	15
2006	15
2007	15
2008	10
2009	15
2010	10
2011	5
2012	15
2013	11

LIITE 2

JULKAISUT VUONNA 2013

Vuonna 2013 valmistuivat seuraavat julkaisut.

Kansainväliset julkaisut

Barjaktarovic Z, Anastasov N, Azimzadeh O, Sriharshan A, Sarioglu H, Ueffing M, Tammio H, Hakanen A, Leszczynski D, Atkinson MJ, Tapio S. Integrative proteomic and microRNA analysis of primary human coronary artery endothelial cells exposed to low-dose gamma radiation. *Epub* 2012 Nov 9. *Radiation and Environmental Biophysics* 2013; 52 (1): 87–98.

Koskelainen Markku. Stakeholder involvement: an integral part of radiation protection decision making. Doctoral thesis. University of Manchester, Faculty of Engineering and Physical Sciences, 2012.

Laakso I, Kännälä S, Jokela K. Computational dosimetry of induced electric fields during realistic movements in the vicinity of a 3 T MRI scanner. *Physics in Medicine and Biology* 2013; 58 (8): 2625–2640. DOI:10.1088/0031-9155/58/8/2625.

Nylund R, Lemola E, Eklund E, Hakanen A, Leszczynski D. The lack of acute effect of low-to-moderate-dose ionising radiation on endothelial proteome. *International Journal of Low Radiation* 2013; 9 (2): 127–137.

Pöllänen R, Peräjärvi K, Siiskonen T, Turunen J. In situ alpha spectrometry from air filters at ambient air pressure. *Radiation measurements* 2013;53-54;65–70. DOI:10.1016/j.radmeas.2013.01.008

Kokousjulkaisut, abstraktit, posterit

Bly R, Jahnen A, Olerud H, Vassileva J, Järvinen H, Vogiatzi S. European population dose and differences in radiological procedures between European countries [abstract]. In *European congress of Radiology*. 2013 Mar 7–11; Vienna, Austria.

Bly R, Jahnen A, Olerud H, Vassileva J, Järvinen H, Vogiatzi S. Patient dose project in Europe: Overview and future perspective [abstract]. In *2nd ESTRO Forum*. 2013 April 19–23; Geneva, Switzerland.

Nylund R, Lemola E, Hartwig S, Lehr S, Acheva A, Jahns J, Hildebrandt G, Lindholm C. Proteomics profiling of low molecular weight plasma proteins from locally irradiated individuals [abstract]. In: *2nd International Radiation Proteomics Workshop*. 2013 Jan 30–31; Munich, Germany.

Valvontaraportit

Hellstén Santtu. Selvitys avolähteiden käytöstä syntyvistä radioaktiivisista jätteistä ja päästöistä aiheutuvasta säteilyaltistuksesta (teollisuus, tutkimus ja terveydenhuolto). STUK-A258. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2013.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarja/fi_FI/stuk-a258/

Helasvuo Timo (toim.). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. STUK-B 161. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2013.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/fi_FI/stuk-b161/

Rantanen E. (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2012. STUK-B 160. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2013.

Rantanen E. (ed.). Radiation practices. Annual report 2012. STUK-B 166. Helsinki: Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2013.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/en_GB/stuk-b166/

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Säteilytoiminnan turvallisuus. Ohje ST 1.1 (23.5.2013).

Säteilylähteiden varoitusmerkit. Ohje ST 1.3. (9.12.2013).

Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvas- ta. Ohje ST 1.5 (12.9.2013).

Säteilylähteiden turvajärjestelyt. Ohje ST 1.11. (9.12.2013).

Säteilyturvallisuus mammografiatutkimuksissa. Ohje ST 3.8 (25.1.2013).

Säteilyturvallisuus isotooppilääketieteessä. Ohje ST 6.3 (14.1.2013).

Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta. Ohje ST 9.1 (1.7.2013).

Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa. Ohje ST 12.4 (1.11.2013).

Ruotsinkieliset

Säkerhet vid strålningsverksamhet. Direktiv ST 1.1 (23.5.2013).

Befrielse från kravet på säkerhetstillstånd vid användning av strålning. Direktiv ST 1.5 (12.9.2013)

Strålskyddsutbildning inom hälso- och sjukvården. Direktiv ST 1.7 (10.12.2012).

Strålsäkerhet vid mammografiundersökningar. Direktiv ST 3.8 (25.1.2013).

Strålsäkerhet inom nukleärmedicin. Direktiv ST 6.3 (14.1.2013).

Englanninkieliset käännökset

Radiation user's organization. Guide ST 1.4 (2.11.2011).

Radiation protection training in health care. Guide ST 1.7 (10.12.2012).

Qualifications and radiation protection training of persons working in a radiation user's organization. Guide ST 1.8 (17.2.2012).

Radiation safety in nuclear medicine. Guide ST 6.3 (14.1.2013).

Muut julkaisut

Hallinen E, Pirinen M. Viranomaispohdintoja nykyaikaisesta säteilyturvallisuudesta. Radiografia 2013 (4): 12-13.

Heikkilä P, Henner A, Ahonen S-M, Pirinen M. Leikkaussalien säteilyturvallisudessa parantamisen varaa. Radiografia 2013 (3): 16–19.

Helasvuo T. Röntgentutkimusten määrät edelleen laskussa. Radiografia 2013 (3): 20–23.

Lehtinen M. Työntekijöiden säteilyannokset pienentyneet terveydenhuollossa. Radiografia 2013 (3): 11–13.

Toroi P. Mittauksella tärkeä merkitys säteilyannoksen määrittämisessä. Radiografia 2013 (3): 6–8.

Opinnäytteet

Heikkilä Piia. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa. Kartoitusta säteilyturvallisuuksikulttuuriin vaikuttavista tekijöistä suomalaisissa leikkaussaleissa. Pro gradu -tutkielma, Terveystieteiden laitos, Radiografiatiede, Oulun yliopisto, Syyskuu 2013.

Koskelainen Markku. Stakeholder involvement: an integral part of radiation protection decision making. Doctoral thesis. University of Manchester, Faculty of Engineering and Physical Sciences, 2012.

Oppaat ja esitteet

Radioaktiivisten aineiden kuljetus. STUK opastaa/Syyskuu 2012. 2. korjattu painos. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2013.

Guidelines for paediatric CT examinations. Advice from STUK/September 2012. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2013.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/en_GB/stuk-opastaa/_files/89449395333694113/default/Advice-from-STUK-lasten-TT-2012.pdf

LIITE 3**ST-OHJEET. TILANNE 30.4.2014****Yleiset ohjeet**

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuus, 23.5.2013
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkit, 9.12.2013
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 2.11.2011
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta, 12.9.2013
- ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla, 10.12.2009
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 10.12.2012
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus, 17.2.2012
- ST 1.9 Säteilytoiminta ja säteilymittaukset, 17.3.2008
- ST 1.10 Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu, 14.7.2011
- ST 1.11 Säteilylähteiden turvajärjestelyt, 9.12.2013

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon turvallisuus, 18.4.2011

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa, 20.8.2011
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 20.3.2006
- ST 3.8 Säteilyturvallisuus mammografiatutkimuksissa, 25.1.2013

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 7.11.2007
- ST 5.2 Tarkastus- ja analyysiröntgenlaitteiden käyttö, 26.9.2008
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 19.12.2008
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 9.3.2012
- ST 5.7 Radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirrot, 6.6.2011

- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö, 4.10.2007

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä, 17.3.2008
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyturvallisuus isotooppilääketeessä, 14.1.2013

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 2.8.2007
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 9.8.2007
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 23.9.2007
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen, 9.9.2008
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 4.5.2007

Eläinlääketiede

- ST 8.1 Säteilyturvallisuus eläinröntgentutkimuksissa, 20.3.2012

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.7.2013
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 28.2.2007

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 2.2.2011
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 17.12.2010
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 1.11.2013

STUK-B sarjan julkaisuja

STUK-B 175 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2013.

STUK-B 174 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2013. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2013. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2013.

STUK-B 173 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2013.

STUK-B 172 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2013.

STUK-B 171 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2013.

STUK-B 170 Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2 - 3/2013.

STUK-B 169 Kaijaluoto S (toim.). Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2012.

STUK-B 168 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2013.

STUK-B 167 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2013.

STUK-B 166 Rantanen E (ed.). Radiation practices. Annual report 2012.

STUK-B 165 Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2013.

STUK-B 164 Finnish report on nuclear safety. Finnish 6th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

STUK-B 163 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2013.

STUK-B 162 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2012.

STUK-B 161 Helasvuo T (toim.). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011.

STUK-B 160 Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2012.

STUK-B 159 Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2012. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2012. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2012.

STUK-B 158 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2012.

STUK-B 157 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2012.

STUK-B 156 Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2012.

STUK-B 155 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2012.

STUK-B 154 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2012.

STUK-B 153 Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2012.

STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilla:
www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/valvontaraportit