

STUK-B 189 / KESÄKUU 2015

B

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2014

Riikka Pastila (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2014

Riikka Pastila (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Ritva Bly

Santtu Hellstén

Päivi Kurttio

Helinä Korpela

Maaret Lehtinen

Jyri Lehto

Eero Oksanen

Teemu Siiskonen

Petri Sipilä

Petra Tenkanen-Rautakoski

Tommi Toivonen

Eija Venelampi

Paula Toroi

ISBN 978-952-309-264-8 (pdf)

ISSN 2243-1896

PASTILA Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2014. STUK-B 189. Helsinki 2014. 32 s. + liitteet 12 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 2014 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa noin 1 800 turvallisuuslupaa. Hammasröntgentoiminta muuttui 1.9.2014 luvanvaraiseksi ja sitä harjoitti noin 1 600 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2014 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 757 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä ja -suosituksia annettiin tarkastuksissa 870 kappaletta. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Luonnonsäteilyn valvonta (muut paitsi kosminen säteily) siirtyi 1.6.2014 STUKissa Ympäristön valvonta -osastolle. Luonnonsäteilyn valvonnan tulokset raportoidaan tässä julkaisussa.

Annostarkkailussa oli vuonna 2014 yhteensä reilut 11 000 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 73 585 kappaletta.

Vuonna 2014 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, radiolaitteisiin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin 12 vaarallisen laserlaitteen kauppaan tai maahantuontiin. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla 7 kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 20 solariumin käyttöpaikatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi yksi solariumien käyttöpaikka tarkastettiin paikan päällä. Langattomien päätelaitteiden markkinavalvonnassa testattiin 10 päätelaitetta. Kosmeettisten sovellusten markkinavalvonnassa mitattiin kolme rakennekynsien kovettamiseen tarkoitettua kynsiuunia.

Mittanormaalityöinnässä kansallisia mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteily-suojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Mittausvertailuissa STUKin mittanormaallaboratorion tulos oli selvästi hyväksyntärajojen sisällä. Ulkoisissa arvioinneissa laboratorion todettiin täyttävän kansalliselle mittanormaallaboratoriolle asetetut vaatimukset.

Vuonna 2014 sattui 138 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 38 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa, 96 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, yksi eläinlääketieteessä ja kolme ionisoimattoman säteilyn käytössä.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	5
1 YLEISTÄ	7
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	9
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä	9
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	12
2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	13
2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	14
2.5 Työntekijöiden säteilyannokset	14
2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	16
2.7 Radioaktiiviset jätteet	16
2.8 Poikkeavat tapahtumat	16
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	21
3.1 Radon työpaikoilla	21
3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	21
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	22
4.1 Yleistä	22
4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta	22
4.3 Laserien valvonta	22
4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta	23
4.5 Kosmeettisen NIR-sovellusten valvonta	23
4.6 Muut tehtävät	23
4.7 Poikkeavat tapahtumat	23
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	25
6 TUTKIMUS	26
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	28
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	29
9 VIESTINTÄ	30
10 MITTANORMAALITOIMINTA	31
10.1 Yleistä	31
11 PALVELUT	32
LIITE 1 TAULUKOT	33
LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2014	41
LIITE 3 ST-OHJEET	44

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, markkinavalvonta ja työntekijöiden säteilyannosvalvonta.

Säteilytoiminnan turvallisuuden kokonaistila on ollut vuonna 2014 Suomessa hyvä. STUK kerää tietoa säteilytoiminnasta ja seuraa niitä signaaleja, joiden perusteella turvallisuustilanteeseen on reagoitava hyvän tason säilyttämiseksi.

Euroopan unionin neuvoston ionisoivan säteilyn vaaroilta suojautumista koskeva uusi direktiivi 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. Suomessa sosiaali- ja terveysministeriö vastaa säteilylain noudattamisen ylimmästä johdosta ja ohjaa säteilylainsäädännön uudistustyötä. Uudistustyö alkoi vuonna 2014 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 annostarkkailussa oli vuonna 2014 yhteensä reilut 11 000 säteilytyötä tekevää työntekijää, joista lähes 8 000 henkilöä osallistui säteilytyöhön ja loput ydinenergian käyttöön. Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2014 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa.

Useamman vuoden kehitysprojektina ollut työntekijöiden säteilyannosten uusi rekisteri otettiin käyttöön tammikuussa 2014. Toiminnanharjoittajien vastuuhenkilöille tarjottiin uutena palveluna asiointin helpottamiseksi rekisterin extranet-palvelu. Se oli käytössä vuoden 2014 lopussa vajaalla 300 henkilöllä, jotka toimivat terveystarkkailusta vastaavina lääkäreinä, annosmittauspalveluissa, lentoyhtiöissä tai säteilyn käytön alueella vastuutehtävissä.

STUKille ilmoitettiin poikkeavista tapahtumista terveydenhuollon röntgentoiminnassa edelleen enemmän kuin aiempina vuosina. Näissä ei tapahtunut vakavia annosrajojen ylityksiä. STUK on kannustanut ohjeistuksilla, koulutustilaisuuksissa ja valvonnan yhteydessä toiminnanharjoittajia poikkeamista ilmoittamiseen. Vuoden aikana sattui myös merkittäviä tapahtumia, joissa laitevikojen ja inhimillisten virheiden seurauksena terveydenhuollon potilaat saivat selvästi tarkoitettua suuremman säteilyannoksen. Vuoden aikana toiminnanharjoittajilta katosi kaksi rekisteröityä säteilylähdettä. Toisessa tapauksessa kyseessä oli säteilylähteen sisältävän mittauslaitteen varkaus, minkä seurauksena tapahtuman tutki poliisi. Asiaan liittyen STUK saattoi voimaan uuden säteilylähteiden turvajärjestelyjä koskeva ohjeen. Ohjeen mukaisen toiminnan valvonta kohdistuu ensiksi korkea-aktiivisiin säteilylähteisiin.

Vuoden 2014 aikana tavanomainen hammasröntgentoiminta muuttui aiemman laitteiden rekisteröinnin sijaan turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi. Näitä toiminnan harjoittajia on noin 1 600 kappaletta. Käytännöllä selkeytetään ja yhdenmukaistetaan valvonnan menettelyt tällä alueella.

STUK tiivisti yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa. Säteilylähteiden kuljetusten valvonnasta tehtiin suunnitelma, jota viedään eteenpäin yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa.

Matkapuhelinten ja muiden sähkömagneettisen säteilyn lähteiden epäiltyjen terveysvaikutusten ympärillä käytiin vilkasta keskustelua. STUK vastasi satoihin puhelimitse ja sähköpostitse tulleisiin kansalaiskyselyihin aiheesta. Ionisoimattoman säteilyn valvonnan alueella oli korostetusti esillä erilaiset lasereiden käyttöön perustuvat kuluttajatuotteet ja laserien kosmeettisten sovellusten valvonta. Globaalisti vapautuva tuotteiden kauppa yli rajojen tuottaa haasteita alan turvallisuusvalvonnalle.

STUKin kansallisen mittanormaalilaboratorion toiminnan arvioitiin selvästi täyttävän toiminnalle asetetut vaatimukset. Arvioitsijana toimi Mittatekniikan keskus MIKES. Laboratorion laadun varmistamiseksi laboratorio osallistuu säännöllisesti kansainvälisiin mittausvertailuihin. Vuoden 2014 osalta vertailujen tulokset olivat erinomaiset.

STUK oli mukana useissa eurooppalaisissa tutkimushankkeissa, joiden tuloksena saadaan mm. Euroopan komission suosituksia säteilyn käyttöön terveydenhuollossa. STUKin johtama EU-projekti diagnostisesta säteilyn käytöstä Euroopan väestölle aiheutuvan annoksen arvioinnista valmistui. Raportissa on arvioitu röntgen- ja isotooppitutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärät Euroopassa ja Euroopan väestölle aiheutuva kollektiivinen efektiivinen annos. Tutkimuksen perusteella Suomen terveydenhuollon säteilyn käytön tila on potilasannosten perusteella arvioituna hyvä. STUKin tavoitteena on tehdä tutkimusyhteistyötä kotimaisten yhteistyökumppaneiden kanssa aiempaa enemmän, jolla yhteistyöllä taataan ajanmukainen tiedonsaanti ja asiantuntemuksen taso koko toimialalla.

1 Yleistä

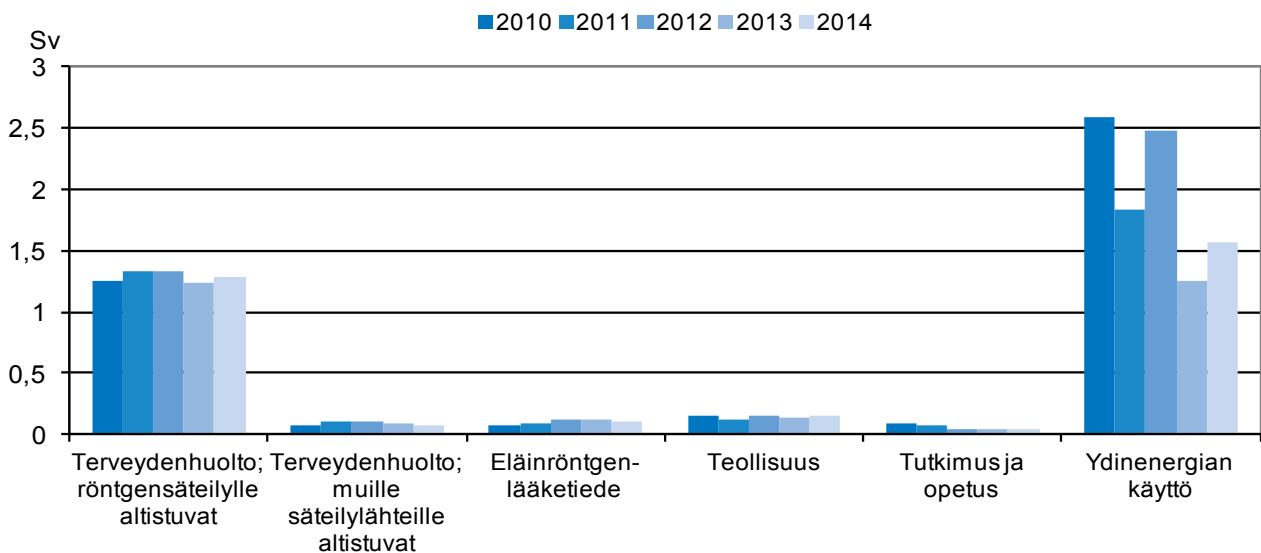
Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi 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.

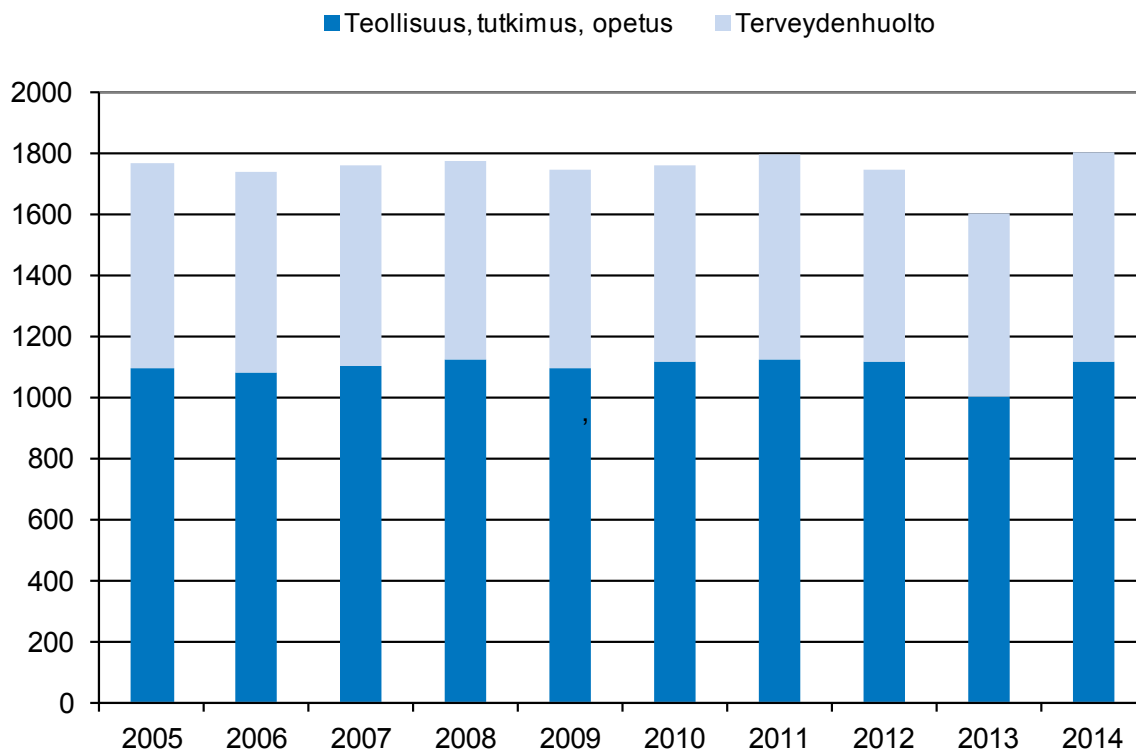
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa STUKin Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

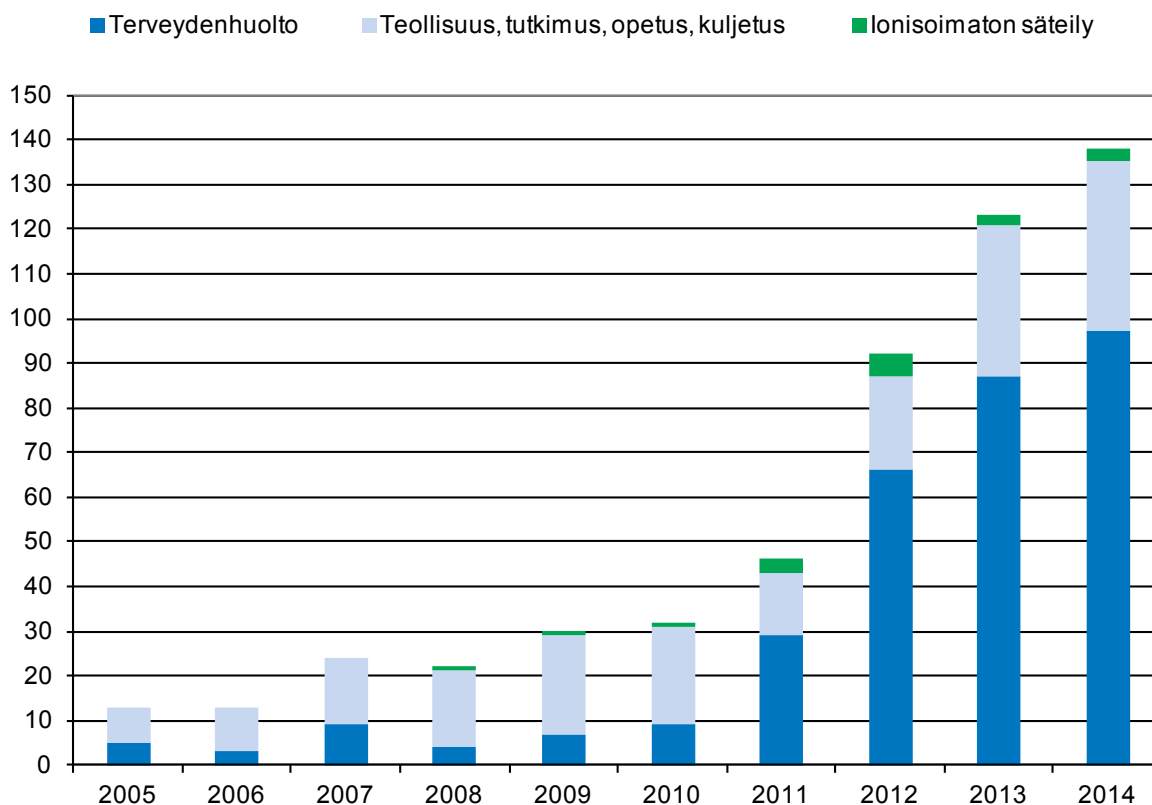
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–3.



Kuva 1. Säteilyn käytössä annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2010–2014. 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 2005–2014.



Kuva 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2005–2014.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

Vuoden 2014 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 682 kappaletta (ks. myös kuva 2), joista 233 koski eläinlääkintää. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 427 lupapäätöstä (uusia lupia tai muutoksia vanhoihin lupiin). Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Vuoden 2014 aikana tavanomainen hammasröntgentoiminta muuttui turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi. Päätös 5/3020/2014 ”Turvallisuusluvasta vapautetun tavanomaisen hammasröntgentoiminnan muutos turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi” tuli voimaan 1.9.2014, minkä jälkeen alettiin myöntämään turvallisuuslupia tavanomaisen hammasröntgentoiminnan harjoittajille. Näitä toiminnan harjoittajia on noin 1 600 kappaletta. Vuoden 2014 lopun aikana myönnettiin suurin osa luvista. Loput turvallisuusluvut tavanomaiseen hammasröntgentoimintaan pyritään myöntämään vuoden 2015 alussa.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 13,5 päivää. Noin 7 % lupahakemuksista käsiteltiin kiireisinä, mikä tarkoittaa, että hakemus toimitettiin STUKiin vasta laitteen käyttöönottovaiheessa tai jopa sen jälkeen, kun laite oli jo otettu käyttöön.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2014 lopussa.

Röntgentoiminta, hammasröntgentoiminta ja eläinlääketiede

Terveydenhuollon röntgentoiminnan osalta kunta-liitokset ja terveydenhuollon toimintojen yhdistely aiheuttivat edelleen runsaasti lupien muutokäsittelyjä. Tavanomaisen hammasröntgentoiminnan muutos turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi aiheutti runsaasti työtä vuoden 2014 aikana.

Vuoden 2014 aikana tulivat voimaan uudistettu päätös terveydenhuollon röntgenlaitteiden hyväksyttävyyksivaatimuksille. Päätöksessä on asetettu hyväksyttävyyksivaatimukset röntgenkuvaus- ja läpivalaisulaitteille, TT-laitteille sekä luun mineraalipitoisuuden määrittämislaitteille. Kriteerit eivät koske hammasröntgenkuvaus- eivätkä sädehoitolaitteita. Lisäksi vuoden 2014 aikana uudistettiin päätös koskien potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoja aikuisten tavanomaisissa röntgen-tutkimuksissa. Päätöksessä annetaan varsinaisten vertailutasojen lisäksi saavutettavissa olevat annostasot, jotka koskevat taulukuvatekniikkaa käyttäviä laitteita. Nykyisin käytössä olevilla kuvalevy- ja taulukuvatekniikoilla annostasot ovat selvästi erilaiset. Vertailutasot perustuvat STUKin mittauksiin käyttöpaikoilla sekä aitoon potilasanosdataan. Data on peräisin vuosilta 2010–2013. Vertailutasoja täydennetään vertailutasouudistuksen toisessa vaiheessa, johon liittyy potilasanoskeräyksiä käyttöpaikoilta. Tällöin on tarkoitus asettaa vertailutaso mm. hampaiston alueen KKT-tutkimuksille.

Mammografialaitteiden laadunvalvontaan liittyen valmistui opas, jossa ohjeistetaan miten tehdä laitteiden laadunvalvontatestejä sekä antaa esimerkkejä testien suorittamiseen soveltuvista menetelmistä. Mammografialaitteen laadunvalvonnan tavoitteena on varmistaa, että laitteen toimintakunto pysyy hyvänä. Laadunvalvonnan ansiosta laitteen toimintakunnon, kuvanlaadun tai potilaan säteilyaltistuksen muutoksiin voidaan

usein puuttua jo ennen kuin ne ilmenevät potilaiden tutkimuksissa.

Lähetettävälle lääkäreille suunnattu opas säteilylle altistavien röntgentutkimusten oikeutusperiaatteista valmisteltiin yhteistyössä ulkopuolisen työryhmän kanssa. Opas julkaistaan alkuvuonna 2015.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2013 asennetut tai siirtoasennetut terveydenhuollon röntgenlaitteet. Kyselyn tuloksena löydettiin kaksi röntgenlaitetta, jolle ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista. Lisäksi kyselyssä tuli esiin 39 hammasröntgenlaitetta, joita ei ollut ilmoitettu STUKille.

Seulontamammografiakuvantamista tekeville toiminnan harjoittajille tehtiin kysely, jolla koottiin tietoa seulontamammografiatoiminnan laajuudesta sekä seulontamammografiatoimintaan osallistuvien henkilöiden pätevyksistä ja täydennyskoulutuksesta vuoden 2013 osalta. Seulontamammografiatutkimuksia tehtiin vuonna 2013 noin 370 000. Seulontamammografiatoimintaa tekevä henkilökunta on peruskoulutukseltaan pätevää ja jatkuvasti mukana täydennyskoulutuksessa. Kyselyn yhteydessä ilmeni joitakin epäselvyyksiä liittyen radiologien erityispätevyyteen seulontamammografiassa. Kyselyn tuloksista julkaistiin raportti STUK-B 183 ”Seulontamammografiatoiminta Suomessa vuonna 2013”.

Poikkeavien tapahtumien ilmoitusmäärät jatkoivat edelleen kasvuaan – vuoden 2014 aikana STUK sai 56 terveydenhuollon röntgentoimintaan liittyvää ilmoitusta. Vuoden 2015 alussa voimaan tullessa uudistetussa ohjeessa ST 3.3 ”Röntgentutkimukset terveydenhuollossa” on pyritty täsmentämään ohjeistusta liittyen poikkeavien tapahtumien ilmoittamiseen.

Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa -koulutuspäivät järjestettiin toukokuussa. Päivillä käytiin kattavasti läpi terveydenhuollon röntgentoiminnan nykytilaa valvovan viranomaisen näkökulmasta sekä laadunhallintaa säteilyn käyttöpaikoilla. Tämän lisäksi osallistuttiin useille koulutuspäiville luennoitsijana ja tiedotettiin ajankohtaisista asioista ammattilehdissä. Vuonna 2014 lähetettiin kolme terveydenhuollon säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä.

Lisäksi vuoden 2014 aikana kehitettiin viranomaisvalvonnan käytäntöjä riskiperusteisesti

terveydenhuollon röntgentoiminnan osalta. Isoimpana muutoksena suunniteltiin vuonna 2015 käyttöön otettava valvontakysely liittyen eläinröntgentoimintaan. Valvontakyselyn avulla kartoitetaan ne paikat, joiden osalta kyselyllä voidaan korvata tarkastus ja toisaalta kyselyn perusteella tunnustetaan käyttöpaikat, joihin kyselyyn annettujen vastausten perusteella on tarpeen tehdä tarkastus käyttöpaikalla. Tietyyntyyppiset, erityisesti suureläinkuvauksia tekevät paikat tarkastetaan jatkossakin käyttöpaikalla. Samoin uusiin säteilyn käyttötiloihin tehdään jatkossakin aluksi tarkastus, jossa varmistetaan mm. tilojen riittävä säteilysuojaus. Muita vuoden 2014 aikana valvontakäytäntöihin tehtyjä muutoksia ovat vaativan röntgentoiminnan tarkastusvälin muuttaminen aiemmasta kolmesta vuodesta viideksi vuodeksi sekä tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytettävien panoraamatomografiaröntgenlaitteiden käytön tarkastusvälin asettaminen kahdeksaksi vuodeksi.

Isotooppilääketiede

Alfasäteilijöiden käyttö isotooppihoidoissa

Alfasäteilijöiden käyttö isotooppihoidoissa on aloitettu myös Suomessa. Vuosien 2012–2014 välisenä aikana STUK on myöntänyt 17 isotooppiyksikölle luvan ^{223}Ra :n käyttöön. Aluksi ^{223}Ra :a käytettiin tieteellisessä tutkimuksessa. Kliininen käyttö alkoi vuoden 2014 alusta, kun valmistellelle (Xofigo) oli myönnetty myyntilupa Suomessa. Kyseistä valmistetta, joka on ^{223}Ra -kloridia, käytetään prostataasyövän luustometastaasien hoitoon.

Avolähteiden käytössä on otettava ulkoisesta säteilystä aiheutuvan altistuksen lisäksi huomioon myös sisäisestä säteilystä aiheutuva altistus, joka voi aiheutua hengitysilman, työskentelytasojen tai muiden pintojen kontaminoitumisesta. Työskenneltäessä alfasäteilijöillä ulkoinen säteilyaltistus ei ole merkittävä ongelma. Sen sijaan on kiinnitettävä erityistä huomiota mahdolliseen sisäiseen altistukseen. ^{223}Ra :sta aiheutuu työntekijän vuosiannoksen suuruinen annos (20 mSv), kun saanto suun kautta on 200 kBq ja hengityksen kautta 3 kBq. Jotta sisäisen altistuksen mahdollisuus pysyisi pienenä, on pidettävä huoli siitä, että työskentelytilat yms. pidetään puhtaina. Tämä taas varmistetaan sillä, että kontaminaatiomittauksia tehdään säännöllisesti ja että ne tehdään

alfasäteilyn mittaamiseen soveltuvalla kontaminaatiomittarilla.

Vuonna 2014 säteilyn käyttäjille annettiin kontaminaatiomittauksista koulutusta Radiofarmasia-päivillä.

Sädehoito

Sädehoidon TT-simuloinnit

Kansallisten sädehoidon simulointikäytäntöjen kartoittamiseksi koottiin tietoa käytössä olevista kuvausarvoista ja annosnäyttölukemista. Tiedot kerättiin neljän tyypillisen sädehoitokohteen TT-simuloinneista: resektiorinta, eturauhanen, koko aivot ja kaulan alue. Tiedot saatiin kaikista Suomen kolmestatoista sädehoitokeskuksesta ja yhteensä 15 laitteelle.

Putkijännitteenä käytössä oli tyypillisesti 120 kV, mutta myös muita arvoja esiintyi. Diagnostisessa kuvantamisessa putkijännitettä voidaan käyttää potilasannosten optimoinnin hienosäädössä ja tämä on ehkä tulevaisuutta myös TT-simuloinneissa. Putkijännitteen vaikutus kuva-arvoihin täytyy kuitenkin tuntea hyvin, jotta annosjakauman laskenta voidaan toteuttaa oikein.

Kollimaatio on laitetyyppikohtainen ominaisuus eikä tässä yhteydessä kerätty tietoa lopullisessa kuvapakassa käytetystä leikepaksuudesta. Kuvien muodostukseen käytettiin sekä iteratiivista, että takaisinprojisoitua rekonstruktiota. Leikeväli (pitch) oli koko aivoilla ja pään ja kaulan alueella muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta alle 1, mutta rintojen ja eturauhasen kuvauksissa oli tyypillisesti käytössä yli ykkösen leikeväli. Kirjallisuudessa simuloinneissa suositellaan käyttämään arvoa 1 tai alle, jotta voidaan välttyä tiettyiltä kuvavirheiltä. Yli ykkösen leikevälin käytön tarpeellisuutta TT-simuloinneissa tulisikin ehkä selvittää ja pohtia jatkossa tarkemmin.

Kuvausalueen pituus on potilaan säteilyaltistuksen kannalta olennainen parametri ja siinäkin on yllättävän suuria eroja sairaaloiden välillä. Näyttäisi siltä, ettei kuvausaluetta valita niinkään potilaskohtaisesti, vaan se on käyttöpaikkakohtaisesti valittu anatominen alue, joka pysyy suunnilleen vakiona potilaiden välillä. Pään ja kaulan alueella kuvausalueen pituuksissa oli suurempia vaihteluita johtuen kohdealueiden koon suuremmasta vaihtelusta.

Annostaso määräytyy käytössä olevan sähkö-

määrän ja esimerkiksi asetetun kuvanlaatuksen (referenssi mAs ja noise index) perusteella. Joillakin laitteilla annostaso valitaan hyvinkin potilaskohtaisesti, kun taas toisilla laitteilla käytettävä annostaso on vakio tai vaihtelu on hyvin pientä. Näyttäisi siltä, että joillakin laitteilla kuvanlaatuksen olisi asetettu niin korkealle, että maksimi annostaso tulisi käyttöön jo normaalikoisilla potilailla. Annoksen modulointi on erityisen tärkeää myös kuvanlaadun tasaisuuden kannalta esimerkiksi pään ja kaulan alueella, jossa potilaan paksuus vaihtelee huomattavasti.

Potilaskohtaisten tulosten perusteella laskettiin laite- ja kohdekohtaiset keskiarvot. Käytetyissä annostasoissa oli suurta laitekohtaista vaihtelua. Keskimääräiset annostasot olivat selkeästi suurempia kuin mitä käytetään diagnostisessa kuvantamisessa. Selvityksen perusteella annostaso ei suoraan liittynyt esimerkiksi laitetyyppiin, valittuun leikepaksuuteen tai leikeväliin. Jokaisen sädehoitokohteen simuloi vähintään yksi sädehoitokeskus diagnostiikkaa vastaavalla annostasolla ja saavutettu kuvanlaatuksen koettiin niissä riittäväksi. Tämän perusteella voidaan todeta, että TT-simuloinnin annostasoissa ja kuvausarvoissa olisi optimoitavaa.

Sädehoidon riskinarviointi

Sädehoidon turvallisuutta varmistetaan monin tavoin, mutta systemaattisella riskinarvioinnilla turvallisuutta voidaan entisestään parantaa. Kaikissa sädehoitokeskuksissa seurataan poikkeavia tapahtumia ja selvitetään niiden syitä. Tätä kutsutaan *retrospektiiviseksi analyysiksi*. Poikkeavien tapahtumien pohjalta voidaan arvioida mahdollisten tapahtumien todennäköisyyttä ja tapahtumat voidaan luokitella vakavuusasteen mukaan. Tätä tulevaisuuteen katsovaa menettelyä kutsutaan *proaktiiviseksi riskien arvioinniksi*.

Säteilyturvakeskus kutsui vuonna 2014 työryhmän valmistelemaan kansallista opasta sädehoidon riskien arvioinnista. Työhön osallistivat STUKin asiantuntijoiden lisäksi sädehoitolaäkäri Leena Voutilainen (KYS), fyysikot Simo Hyödynmaa (TAYS), Mikko Tenhunen (HUS) ja Juha Valve (KSKS) sekä röntgenhoitaja Pirkko Annunen (TYKS).

Oppaan tarkoituksena on antaa perustiedot proaktiiviseen riskien arviointiin sädehoidossa. Riskillä tarkoitetaan tässä sädehoidosta potilaal-

le aiheutuvaa säteilyriskiä, eli säteilyn käytöstä potilaalle aiheutuvan *haittatapahtuman* riskiä. Haittatapahtuma on vaaratapahtuma, joka aiheuttaa potilaalle haittaa eli tilapäisen tai pysyvän ei-toivotun vaikutuksen. Säteilyriskillä ei kyseisessä oppaassa tarkoiteta *haittavaikutuksen* riskiä, eli hoitomenetelmän aiheuttamaa haitallista ja tahatonta vaikutusta, joka esiintyy hoitoon tavanomaisesti käytettyjen menetelmien yhteydessä.

Oppaassa esitellään proaktiiviseen riskienarviointiin suositeltu menetelmä, menetelmään liittyvät termit ja käsitteet sekä lyhyesti myös riskien arvioinnin organisointiin sädehoitoyksikössä suositellut menettelyt. Riskienarvioinnin käytännön toteutusta varten oppaan liitteessä annetaan yksityiskohtainen taulukko, jossa on ennakolta arvioitu suositellun menetelmän mukaisesti useiden tyyppillisten haittatapahtumien riskejä. Tarkoitus on, että sädehoitoyksiköt voivat taulukon avulla, sitä tarpeen mukaan muuttaen ja täydentäen, arvioida omassa yksikössään todennäköisten haittatapahtumien riskejä. Tapahtumat on luokiteltu potilaan hoitopolkuun, laitteisiin ja organisaatioon liittyviin haittatapahtumiin.

Riskinarvioinnissa pohditaan tapahtumien vakavuutta ja todennäköisyyttä oppaassa annettujen asteikkojen avulla. Tapahtuman kriittisyys laskeaan kertomalla vakavuus ja todennäköisyys, josta saadaan kriittisyysindeksi. Kriittisyyden perusteella riski joko hyväksytään, sitä kontrolloidaan tai sen johdosta tehdään korjaavia toimenpiteitä.

Oppaassa esitetty riskienarviointi on suunnattu ulkoisen sädehoidon riskien arviointiin, mutta menettelyä voidaan soveltaa myös muun tyyppisen sädehoidon haittatapahtumien arviointiin. Haittatapahtumien riskin arviointia ja sen yhteydessä syntyvää luokittelua voidaan käyttää hyödyksi myös haittatapahtumien kirjaamisessa ja raportoinnissa.

Sädehoidon riskinarvioinnin menetelmä esitellään STUKin järjestämällä neuvottelupäivillä kesäkuussa 2015 Helsingissä, jossa myös opas julkaistaan.

Sädehoidon valvonnan kehittäminen

Sädehoidon valvonnan kehittämiseen käytetyt resurssit ovat vuoden 2014 aikana kohdistuneet pääosin yhteiseurooppalaiseen tutkimusprojektiin MetrExtRT. Mukana hankkeessa ovat johtavat

eurooppalaiset primäärinormaallilaboratoriot mm. NPL (Iso-Britannia), ENEA (Italia) ja PTB (Saksa). Hankkeessa STUKin osuus on radiokromifilmien (Gaf-Chromic EBT-3) ominaisuuksien selvitys ja filmille soveltuvimman luentaprosessin laadinta sekä menetelmäkehitys annossuunnittelujärjestelmien laskelmien varmentamiseen vertailumittausten avulla. STUKin yhteistyökumppaneina ovat työssä olleet Tampereen ja Helsingin yliopistolliset sairaalat.

Menetelmäkehitys on edellyttänyt useamman, erityisesti elektronisäteilylle soveltuvien fantomien kehittämistä ja valmistusta sekä filmin ominaisuuksien selvitystä mittauksin ja Monte Carlo laskelmin. Tutkimuksessa tarvittavat kalibroinnit ja pääosin filmien säteilytykset on voitu toteuttaa kansallisessa mittanormaallilaboratoriossa, mutta tarvittavat suurenergiakeiloissa tapahtuvat sädetykset ja annossuunnittelut on järjestetty Tampereen yliopistollisen keskussairaalan sädehoito-osastolla. Mukana oli STUKin lisäksi ryhmä italialaisia fyysikoita ENEA:sta.

Mittauksilla selvitettiin mm. uudentyyppisen timantti-ilmaisimen vastetta elektroni- ja fotonikeiloissa sekä filmin soveltuvuutta annosjakaumien mittaamiseen yhdistetyissä fotoni- ja elektroneikeiloissa.

Työn tuloksia on esitetty kahdessa kansainvälisessä kokouksessa sekä kotimaisilla sädehoitofyysikoiden neuvottelupäivillä. Tarkoitus on tuottaa uusia säteilyn mittaamenetelmiä ja valvontamenetelmiä sädehoidon korkean laadun varmistamiseksi jatkossakin.

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.

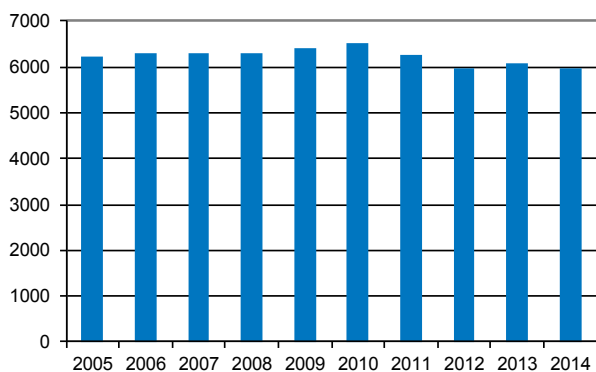
Turvallisuusluvut

Vuoden 2014 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 115 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 409 lupapäätöstä (uusia lupia tai muutoksia vanhoihin lupiin). Turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 16 päivää. Liitteen 1 taulukossa 3

on esitetty luissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

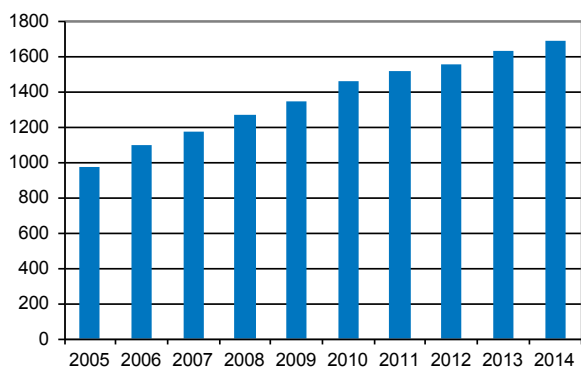
Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 4 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen käytössä. Määrä on pysynyt pitkään lähes samana.



Kuva 4. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä 2005–2014.

Kuvassa 5 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Määrä on kymmenessä vuodessa lähes kaksinkertaistunut. Röntgenlaitteet ovat jossain määrin korvanneet radioaktiivista ainetta sisältäviä laitteita, ja käyttöön on tullut myös uusia läpivalaisu- ja analyysilaitesovelluksia.



Kuva 5. Röntgenlaitteiden lukumäärä 2005–2014.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyyn käytössä vuoden 2014 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Röntgenlaittekysely

STUK pyysi vuoden 2015 alussa Suomessa toimivilta röntgenlaitteiden myyjiltä (44 kpl) ilmoitusta vuonna 2014 luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella todettiin, että 12 toiminnan harjoittajalla ei ollut lupaa röntgenlaitteiden käyttöön. Lisäksi todettiin, että 26 luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut uusien röntgenlaitteiden hankinnoista STUKiin. STUK antoi tarvittavat määräykset havaittujen puutteiden korjaamiseksi ja valvoi, että kaikki edellä mainitut laitteet tulivat asianmukaisesti luvitetuiksi.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveysthuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Terveysthuollon ja eläinlääketieteen säteilyyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 482 kappaletta. Tarkastuksista 233 oli määräaikaistarkastuksia ja 118 laitteen käyttöönottotarkastuksia. Tämän lisäksi tehtiin 3 uusintatarkastusta sekä 8 muuta tarkastusta. Eläinröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 46. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 303 korjausmääräystä tai -suositusta. Tarkastuksilla löydettiin 6 laitetta, joilla ei ollut laitteen käyttöön tarvittavaa turvallisuuslupaa. Lisäksi tarkastuksissa havaittiin yhteensä 6 tapausta, joissa oli kuvaushuoneessa puutteelliset säteilysuojaukset. Vertailutaso ylittäviä annoksia mitattiin tarkastuksilla 15. Vuoden 2014 aikana päivitettiin tavanomaisten tutkimusten osalta vertailutasoja, jonka johdosta vertailutasojen ylityksiä kirjattiin aiempia vuosia enemmän.

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2014 noin 1 600 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin postitse lähetettävillä testipaketeilla 400 intraoraaliröntgenlaitteelta. Keskimääräinen annos oli 1,18 mGy. Annos tarkoittaa posken pinnan annosta (ESD) hammas kuvattaessa. Vertailutaso 2,5 mGy ylittyi 13 kuvauslaitteella. Tämän lisäksi tarkastettiin käyttöpaikalla 47 tavanomaisessa hammasrönt-

gentoiminnassa käytettävää panoraamatomografiaröntgenlaitetta. Pääosa tarkastuksilla havaituista puutteista kohdistui laadunvarmistukseen, laitteeseen, oheislaitteisiin tai tarvikkeisiin tai rekisteröintitietojen oikeellisuuteen. Lisäksi tarkastusten yhteydessä löydettiin 4 hammasröntgenlaitetta, joita ei oltu ilmoitettu STUKiin rekisteröitäviksi. Vertailutason ylittäviä annoksia määritettiin tarkastuksilla 9 panoraamatomografiaröntgenlaitteella.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Joissakin tapauksissa toivottiin, että tarkastus varattaisiin nykyistä pidemmällä aikavälillä. Tarkastuspöytäkirjojen sisältöön ja valmistumisnopeuteen oltiin tyytyväisiä.

Teollisuus, tutkimus ja opetus

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2014 aikana 206 tarkastusta. Tarkastuksissa annettiin 567 korjausmääräystä tai suositusta. Vuosisuunnitelman mukaisesti määräaikaistarkastukset tehdään 2–8 vuoden välein toiminnan vaativuudesta ja laajuudesta riippuen. Lisäksi uusien turvallisuuslupien toiminnot tarkastetaan ennen toiminnan aloittamista tai vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Tarkastuksen ajankohdasta sovitaan yleensä etukäteen vastaavan johtajan kanssa. Vuonna 2014 tehtiin yksi teollisuusradiografitoiminnan tarkastus ilmoittamatta ajankohtaa ennakkoon.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Myös tarkastuspöytäkirjojen sisältöön oltiin tyytyväisiä, mutta joissakin tapauksissa vastaava johtaja ilmoitti, että pöytäkirja ei saapunut riittävän pian tarkastuksen jälkeen.

2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot radioaktiivisten aineiden toimituksista Suomeen tai Suomesta sekä valmistuksesta Suomessa vuonna 2014 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 6 ja 7. Taulukoiden luvut perustuvat kaup-

paa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan 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-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan noin 106 000 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 3,5 GBq. Palovaroittimia ja -ilmaisimia vietiin maasta noin 200 kappaletta, yhteisaktiivisuudeltaan noin 2 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. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, I-131, I-123, Lu-177, Tl-201, P-32, Sm-153, Y-90, In-111, I-125, H-3 ja S-35.

2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2014 yhteensä reilut 11 000 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin reilut 73 500 kappaletta. Lukumäärään sisältyvät myös luonnonsäteilylle (radonille ja avaruussäteilylle) altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2014 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa 100 mSv. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) säteilyn käytössä olivat noin 1,71 Sv ja ydinenergian käytössä noin 1,57 Sv. Yhteenlaskettu annos säteilyn käytön osalta nousi reilut 4 % edelliseen vuoteen verrattuna. Ydinenergian käytössä yhteenlaskettu annos oli lähes 26 % suurempi kuin edellisellä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotoista riippuen.

Terveydenhuollon toimialalla suurin syväannos 28,8 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Annos vastaa noin 1 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin terveydenhuollossa muusta kuin röntgensäteilyn käytöstä aiheutunut efektiivinen annos 3,2 mSv kirjattiin isotooppiosastolla työskentelevälle röntgenhoitajalle. Eläinlääkinnässä suurin syväannos 9,2 mSv kirjattiin röntgentutkimuksia tekeväälle eläinlääkärille. Annos vastaa noin 0,3 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos teollisuudessa oli 6,3 mSv merkkiainekokeita tehneellä henkilöllä. Tutkimuksessa suurin efektiivinen annos 7,6 mSv aiheutui useita erilaisia säteilylähteitä käyttäneelle tutkijalle.

Joissakin tehtävissä, esimerkiksi avolähteitä käsiteltäessä, työntekijät altistuvat säteilylle epätasaisesti. Tällöin esimerkiksi käsien annos voi olla huomattava, vaikka efektiivinen annos onkin melko pieni. Ihon annokselle on asetettu erillinen vuosiannosraja, 500 mSv, ja työntekijät käyttävät niin sanottua sormiannosmittaria käsien annoksen tarkkailemiseksi. Yhdenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuonna 2014 vuosiannosrajaa. Suurin annos oli terveydenhuollossa laboratoriohoitajalle mitattu 446 mSv. Suurimmalla osalla avolähteitä käsittelevistä työntekijöistä käsien ihon annos jää alle 100 mSv:n.

Annosrekisteriin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja, vaikka näitä henkilöitä ei varsinaisiksi säteilytyöntekijöiksi luokitellakaan.

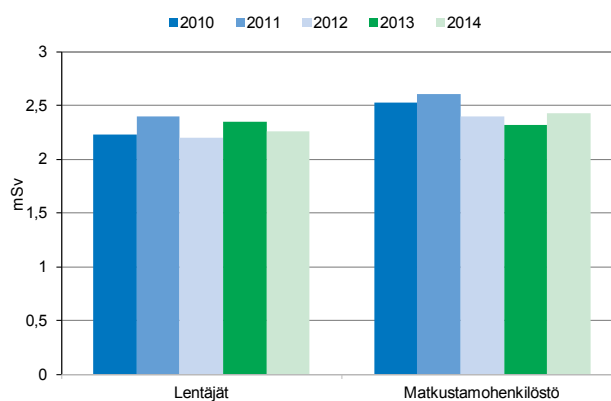
Työntekijöiden radonaltistus määritettiin radonmittausten ja työaikaseurannan avulla sellaisilla työpaikoilla, joissa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Osa työpaikoista oli tavanomaisia työpaikkoja, osa taas maan alla sijaitsevia työpaikkoja tai tunneleita. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden aikana yhteensä 50 työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Suurin yksittäiselle työntekijälle radonista aiheutunut efektiivinen annos vuoden 2014 aikana oli 17,1 mSv ja tämä aiheutui työskentelystä tavanomaisella työpaikalla.

Radonaltistuksen vuoksi annostarkkailussa olevien työntekijöiden lukumäärä vaihtelee vuosittain huomattavasti, koska tehtävien louhinta- ja tunnelitöiden määrä vaihtelee ja lisäksi työpaikoilla tehdään korjaustöitä, joiden onnistuminen

vaikuttaa radonaltistuksen määrään.

Vuodelta 2014 kirjattiin STUKin annosrekisteriin seitsemän lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin avaruussäteilystä yksittäiselle työntekijälle aiheutunut annos vuonna 2014 oli lentäjällä 4,5 mSv ja matkustamohenkilöstön kuuluvalla työntekijällä 5,8 mSv. Eniten altistunut matkustamohenkilöstön jäsen oli vuoden aikana työskennellyt kahdessa eri lentoyhtiössä, joissa molemmissa työskentelystä aiheutui säteilyaltistusta. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo vuonna 2014 oli 2,3 mSv ja matkustamohenkilöstön kuuluvien työntekijöiden 2,4 mSv. Keskimääräiset annokset vuosina 2010–2014 on esitetty kuvassa 6.

Lentohenkilöstön kuuluvien työntekijöiden kokonaisuus pieneni 3,3 % edellisestä vuodesta. Kokonaisannos puolestaan pieneni 1,5 % edelliseen vuoteen verrattuna. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kokonaisannos esitetään liitteen 1 taulukossa 8.



Kuva 6. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2010–2014.

Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden 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 2014.

2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyksien 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.

Viidelle vastaavan johtajan kuulusteluja ja koulutusta järjestävälle koulutusorganisaatiolle tehtiin vuonna 2014 hyväksyntäpäätös. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2014 lopussa yhteensä 21 koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esitetään STUKin www-sivuilla (www.stuk.fi).

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkärin pätevyden. Vuoden 2014 loppuun mennessä STUK on todennut yhteensä 430 lääkärin pätevyden terveystarkkailusta vastaavana lääkärimä toimimiseen. Heistä 33 sai pätevydentoteamispäätöksen vuoden 2014 aikana.

Lentotoiminnan harjoittajat

Vuonna 2014 STUK totesi saamansa selvityksen perusteella yhden uuden lentoyhtiön toiminnan olevan säteilytoimintaa. Kyseisen lentoyhtiön säteilyturvallisuuteen liittyvän menettelyt käytiin läpi ja todettiin täyttävän vaatimukset.

Annosmittauspalveluiden ja -menetelmien hyväksyntäpäätökset

Kahdelle annosmittauspalvelulle annettiin hyväksyntä säteilytyöntekijöiden annostarkkailumittauksia tekevänä mittauspalveluna toimimiseen. Hyväksynät ovat voimassa viiden vuoden ajan, minkä jälkeen hyväksyntää on haettava uudelleen. Myös annosmittauspalvelujen käyttämät mittausmenetelmät hyväksyttiin samassa yhteydessä. Tällä hetkellä hyväksytyjä menetelmiä ovat, mittauspalvelusta riippuen, TL- OSL- ja DIS- menetelmiin perustuvat mittaukset.

Radonmittalaitteiden hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2014 aikana tehtiin neljän radonmittalaitteen hyväksyntäpäätöstä. STUKin www-sivuilla on luettelo organisaatioista, joiden mittaussuunnitelmat on hyväksytty ohjeen ST 1.9 vaatimusten mukaisesti ja jotka ovat antaneet luvan julkaisua nimensä hyväksytyjen listalla. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaite on asianmukaisesti kalibroitu.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2014 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 12.

2.8 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 2014 STUKille ilmoitettiin 135 poikkeavaa tapahtumaa tai havaintoa ionisoivan säteilyn käytössä. 96 ilmoitusta koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, yksi eläinlääkinnässä ja 38 ilmoitusta koski säteilyn käyttöä teollisuudessa tai isännättömiä säteilylähteitä. Suomessa sattuneiden poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2004–2014 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1), mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.4.

Jäljempänä on esitetty poikkeavia tapahtumia ionisoivan säteilyn käytössä ryhmiteltyinä tapahtuman laadun mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty tarkempi kuvaus.

Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa

Väärän potilaan kuvaus tai puutteellinen lähete

23 eri tapahtumassa kuvattiin väärä potilas. Yleisin syy väärän potilaan kuvaukselle oli röntgenhoitajan tai potilaskuljettajan tekemä puutteellinen henkilöllisyyden varmistus, esimerkiksi henkilötunnusta ei kysytty, kun potilas haettiin kuvaukseen tai varmistus oli virheellinen. Osassa tapauksissa potilaan tunnistamista vaikeutti potilaan kommunikaatiovaikeudet tai kaksi samanimistä tai lähes samanimistä potilasta sekoituivat. Väärän potilaan kuvaukseen johti useassa tapauksessa lähetteen kirjaaminen väärälle potilaalle. Suurin yksittäinen väärän potilaan saama säteilyaltistus oli noin 6 mSv.

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

Esimerkkitapaus:

Potilaalle pyydettiin päivystyksestä pään TT-tutkimus. Myöhemmin päivystyspoliklinikalta soitettiin, että lähete oli tehty väärälle potilaalle. TT-tutkimus oli kuitenkin jo ehditty tehdä. Epähuomiossa toiselle potilaalle tarkoitettu pään-TT-tutkimuspyyntö meni väärälle potilaalle. Syynä tapahtuneelle oli inhimillinen erehdys. Väärälle potilaalle aiheutui arviolta 1,5 mSv:n efektiivinen annos.

Radioaktiivisiin lääkkeisiin liittyvät poikkeavat tapahtumat

Neljässä tapauksessa potilaalle annettu injektio epäonnistui ja neljässä tapauksessa potilaalle annettiin väärää radioaktiivista lääkettä tai väärä aktiivisuus oikeaa radioaktiivista lääkettä. Lisäksi ilmoitettiin kahdesta radioaktiivisten lääkkeiden kuljetukseen liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta.

Esimerkkitapaus:

Isotooppiastolla kaksi potilasta sai ylisuuren annoksen I-123:a. Tutkimusohjeen mukaan ko. tutkimuksessa potilaalle annettava aktiivisuus on 15–20 MBq. Hoitajilla on käytettävissä annostelutaulukko ja annostelupöytäkirja. Annostelutaulukon yhteydessä on erityisesti huomautettu, että kalibrointiajankohta on tarkistettava ja että ko. tau-

lukko pätee vain edellisen päivän kalibroinnille. Edellisenä vuonna vain yhdesti ko. kalibrointi-aika oli poikkeuksellinen (samalle päivälle). Nyt kalibrointi oli jälleen poikkeuksellinen, jota hoitaja ei huomannut. Annostelupöytäkirjan merkinnöistä poikkeus olisi myös näkynyt. Nämä kaksi potilasta saivat 20 MBq:n sijasta 48 MBq. Laskennallinen kilpirauhasannos kasvoi 26 mGy ja efektiivinen annos 4 mGy.

Sädehoidon poikkeavat tapahtumat

Sädehoidosta ilmoitettiin viisi poikkeavaa tapahtumaa, joista kahdessa oli laitevika ja niin sanottu läheltä piti -tilanne. Kahdessa tapauksessa hoidon kohdistus oli virheellinen ja yhdessä jatkohoidossa hoitomääräyksessä oli virhe. Virheet havaittiin kesken hoitajakson, jolloin pystyttiin tekemään uudet suunnitelmat, joissa annosta kompensoitiin.

Esimerkkitapaus:

Potilaalle oltiin antamassa hoitoa samanaikaisesti kahteen eri kohteeseen, rintarankaan ja suoliluu-hun 5 Gy · 5 hoitofraktiota. Kummallekin kohteelle oli valmisteltu erilliset suunnitelmat, joiden isosentrit oli merkitty potilaan iholle. Neljä hoi-tofraktiota annettaessa oli herännyt epäily edel-listen fraktioiden virheellisestä kohdistuksesta. Todettiin, että suoliluu-kohteeseen tehdyn suunnitelman fraktiot nro 2 ja 3 on hoidettu rintaranka-suunnitelman isosentriin samana päivänä rinta-rankasuunnitelman fraktioiden nro 2 ja 3 kanssa. Ilmeisesti inhimillisen erehdyksen vuoksi oli luultu, että siirtymä isosentrien välillä on toteutettavissa automatiikkaa käyttäen, kuten se joissakin lähekkäin olevissa kohteissa joskus onkin. Tässä tapauksessa kohteet olisivat vaatineet erilliset kohdistusprosessit. Virheellisesti kohdistuneet kentät rekonstruointiin annoslaskentajärjestelmälä ja tehtiin annoslaskelma toteutuneesta hoidosta. Rintarangan sädehoito keskeytettiin neljännen fraktion jälkeen ja suoliluun hoitoa jatkettiin. Toinen hoitokohde sai suunniteltua suuremman annoksen ja toinen puolestaan sai tarpeettoman pitkän hoitotaun.

Laite- tai järjestelmävika terveydenhuollon röntgen- tai isotooppi-toiminnassa

Laite- tai järjestelmäviasta aiheutuneita poikkeavia tapahtumia rekisteröitiin 29 kappaletta. Useassa tapauksessa potilaan kuvaus jouduttiin

uusimaan TT- tai PET-TT-laitteen toimintahäiriön tai rikkoontumisen vuoksi. Myös virheelliset käyttöohjeet ja ohjelmistovirheet aiheuttivat keskeytyneitä tai virheellisiä kuvauksia. Suurin laiteviasta aiheutunut ylimääräinen potilaan altistus oli noin 40 mSv liittyen TT-tutkimukseen (esimerkkitapaus 3).

Esimerkkitapaus 1:

Kaksi potilasta sai F-18-FDG radioaktiivisen lääkkeen turhaan PET-TT-laitteen hajotessa. Laitteen piti olla käyttökuntoinen edellisenä päivänä tehdyn korjauksen jälkeen ja päivän ensimmäinen potilas saatiin kuvattua. Kahdelle potilaalle aiheutuneet ylimääräiset annokset olivat 7,6 mSv ja 5,7 mSv.

Esimerkkitapaus 2:

Trauma-TT- tutkimusta kuvattaessa varjoaineruiskun liitos petti ja varjoaine joutui lattialle. Radiologin pyynnöstä varjoainesarja uusittiin. Yleensä vastaavat tutkimukset tehdään sairaalan toisella TT-laitteella ja kyseinen tutkimus oli harvinainen tällä laitteella. Arvioitu efektiivinen annos oli n. 33 mSv.

Esimerkkitapaus 3:

TT-tutkimuksen (vartalon alueen laaja TT-tutkimus) aikana muutettiin tutkimustekniikkaa potilaan sydämen epätasaisen sykkeen vuoksi. Laite kuitenkin kuvasi EKG-ohjattuna koko ajan. Tästä aiheutui turhan suuri annos potilaalle. Arvioitu ylimääräinen efektiivinen annos oli n. 40 mSv.

Työntekijän altistuminen terveydenhuollon säteilyn käytössä

Kahdeksassa tapauksessa työntekijä tai useampi henkilö altistui tahattomasti. Useimmiten altistustilanteessa röntgentutkimus alkoi ennen kuin hoitaja ehti poistua huoneesta tai säteilytys epähuomiossa laitettiin päälle liian aikaisin. Lisäksi on muutamia tapauksia, joissa henkilökuntaa tuli kuvaushuoneeseen kesken kuvauksen. Yhdessä tapauksessa eristyksessä olleiden jodihoitopotilaiden tukkeutunut WC piti avata. Työntekijöille aiheutuneet altistukset jäivät pieniksi.

Esimerkkitapaus 1:

Vatsan varjoaine TT-kuvauksen aikana potilas sai

varjoaineesta pahoinvointireaktion juuri ennen varsinaisen kuvasarjan alkamista. Konehoitaja yritti pysäyttää kuvauksen konsolin ”stop” ja ”pause” -näppäimillä potilashoitajan mennessä kuvaushuoneeseen. Kuvaus ei kuitenkaan pysähtynyt ja röntgenhoitaja altistui sironneelle säteilylle kuvauksen ajan. Hoitajan efektiiviseksi annokseksi arvioitiin 3,4 µSv. Kuvaus oli riittävä potilaan diagnoosia varten, eikä uusintakuvausta tarvittu.

Esimerkkitapaus 2:

Tehtäessä munuaisten gammakuvausta pienelle lapselle merkkiainetta roiskahti työntekijän käsillem. Työntekijällä oli suojakäsineet ja sormiansmittari oli suojakäsineiden sisällä. Lapsella oli iv-kanyyli jalassa ja kanyylin jatkona suodattimellinen kolmitiehana. Kanyyli toimi hyvin keitotosuolaliuoksella tarkistettaessa, mutta radioaktiivista lääkettä injisoitaessa ruiskua ei työnnetty heti riittävän pitkälle (suodatin ottaa aina hiukan vastaan) ja injisoinnin yhteydessä radioaktiivista ainetta roiskahti vähän käsille. Kuvaus onnistui normaalisti ja aine näkyi potilaassa. Ympäristö siivottiin välittömästi ja suojakäsineet ja suojavaatteet vaihdettiin. Kontaminaatiomittauksissa (ympäristö ja työntekijät) ei havaittu kontaminaatiota.

Muut inhimillisistä virheistä johtuneet tapahtumat

Muut inhimilliset virheet aiheuttivat 21 tapahtumaa. Suurin yksittäinen potilaan ylimääräinen altistus oli noin 30 mSv. Yhdessä poikkeavassa tapahtumassa sikiö oli altistunut säteilylle, mutta altistus jäi hyvin vähäiseksi.

Esimerkkitapaus 1:

Päivystysaikana oli pyydetty 4 v. pojan vatsan TT-tutkimus, joka oli vahingossa kuvattu pään TT-protokollalla. Tutkimuksen raakadata pystyttiin kuitenkin hyödyntämään diagnoosia varten. Säteilyaltistus oli yli 20-kertainen normaaliin, tämänikäiselle lapselle tehtävään vatsan TT-tutkimukseen verrattuna. Efektiiviseksi annokseksi arvioitiin 25–30 mSv.

Lisäksi eläinröntgentutkimuksiin liittyen raportoitiin yksi poikkeava tapahtuma, jossa oli kyseessä laitteen viallinen toiminta. Kyseisessä tapauksessa STUKin tarkastuksella havaittiin, että eläinröntgenlaitteen valotusautomaatti ei toimi ja laite eksponoi aina ohjelmoituun takarajaan asti.

Vika lienee ilmestynyt puoli vuotta aiemmin tehdyn laitesirron yhteydessä, jolloin laitteen asennus on ollut puutteellinen. Vika on aiheuttanut kiinnipitäjien eli eläinklinikan henkilökunnan ja eläintenomistajien ylimääräistä altistusta arviolta 2–3-kertaisesti normaaliin nähden. Poikkeavia mutta pienehköjä dosimetrilukemia on ollut seitsemän työntekijällä laitteen siirrosta lähtien.

Poikkeavat tapahtumat teollisuudessa ja tutkimuksessa

Työntekijän altistuminen teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä

Säteilyturvakeskukselle raportoitiin vuonna 2014 yhteensä viisi tapausta, joissa työntekijä altistui säteilylle teollisuuden säteilyn käytössä. Työntekijät altistui kahdessa tapahtumassa huoltotöiden yhteydessä radiometrisen mittalaitteen lähettämälle säteilylle, koska säteilylähteen suljinta ei oltu suljettu asianmukaisesti. Kolmessa tapauksessa altistuminen aiheutui avolähteiden käsittelystä.

Esimerkkitapaus:

Työntekijä, joka teki leimauksia I-125:llä, huomasi oikean kätensä kontaminoituneen I-125:lla. Tarkemmissa säteilymittauksissa kilpirauhasessa ei havaittu kontaminaatiota. Tämän jälkeen toiminnan harjoittaja otti yhteyttä työterveyslääkäriin, joka suositteli joditabletin ottamista. Työntekijä otti joditabletin kolme päivää tapahtuman jälkeen. STUKissa tehtyjen mittausten perusteella työntekijän efektiiviseksi annokseksi arvioitiin noin 0,06 mSv ja kilpirauhasen ekvivalenttiannokseksi noin 1 mSv. Käden ihon annokseksi arvioitiin noin 26 mSv.

Teollisuuden radiografiatoiminta

Vuonna 2014 Säteilyturvakeskukselle raportoitiin yksi teollisuusradiografiaan liittyvä poikkeava tapahtuma. Putkistojen kuvauksissa käytettävä gammalähde (Ir-192, 680 GBq) unohtui kuvausjärjestelyjen aikana hetkeksi suoja-aseman ulkopuolelle. Tapahtumaa ei heti huomattu, koska työntekijöiden säteilyhälyttimien ääni ei kuulunut kovan metelin takia. Hetken päästä toinen työntekijä kuuli oman säteilyhälyttimensä hälytysään, ja säteilylähteä kelattiin suoja-asemaan ennen töiden jatkamista. Työntekijöiden käyttämien

henkilökohtaisten dosimetrioiden mittaustuloksista voitiin päätellä, että työntekijöille aiheutui tapahtumasta ylimääräistä säteilyannosta enintään 0,3 ja 0,1 mSv. Ulkopuolisille henkilöille ei aiheutunut altistusta.

Säteilylähteet kierrätysmetallin joukossa

Vuoden 2014 aikana ilmoitettiin STUKiin seitsemän tapahtumaa, joissa kierrätysmetallirytyksen tai terästehtaan säteilyvalvontaportti oli havainnut saapuvassa metallikuormassa säteilylähteen. Kuormista löydettiin esimerkiksi radiumia (Ra-226) sisältäviä kytkimiä ja metallimursketta, Cs-137:llä kontaminoitunut polttoarina sekä Co-60-säteilylähte.

Kahdessa tapauksessa Am-241-säteilylähte joutui terästehtaan sulatukseen. Tehtaan ulkopuolelle ei aiheutunut säteilyvaaraa eikä työntekijöille säteilyaltistusta suoritettujen suojaustoimenpiteiden vuoksi. Amerikium-lähteen sulattaminen ei saastuttanut valmistettavaa metallia, koska suurin osa siitä päätyi prosessissa syntyneeseen kuonaan ja savukaasupölyihin. Am-241:lla kontaminoituneet materiaalit, yhteensä noin 1 057 tonnia, sijoitettiin myöhemmin tehtaan alueelle STUKin hyväksymällä tavalla.

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

Yhdessä tapauksessa peruskorjattavan säteilylaitteen käyttöpaikan kellarin purkutöissä löydettiin suojakaivosta kuusi jätepakkausta, jotka sisälsivät pääasiassa Cs-137, Co-60 ja H-3-nuklideja.

Esimerkkitapaus:

Romupihan ilmaisimet hälyttivät rautaromukuormasta, josta löytyi hihnavaaka. Hihnavaaka sisälsi Co-60-säteilylähteen, jonka aktiivisuus oli löydettyäessä noin 6 MBq. Rautaromukuorma oli tullut Ruotsin Kiirunasta vuosina 1997–1998. Laitteen pinnasta mitattu annosnopeus oli noin 5 µSv/h. Laite toimitettiin Suomen Nukliditeknikan kautta loppusijoitukseen.

Säteilylähteen katoaminen

STUK havaitsi tarkastuksen yhteydessä kahden säteilylähteen kadonneen toiminnan harjoittajalta. Myöhemmin toinen näistä löydettiin Ruotsista (alla tarkempi kuvaus). Lisäksi yksi radioaktiivis-

ta isotooppia (Cd-109, aktiivisuus 25 MBq) sisältänyt analyysilaitte varastettiin toiminnan harjoittajan tiloista. Säteilylähteen tiedot ilmoitettiin varkautta tutkivalle poliisille, ja ne kirjattiin tutkintaraporttiin. Varastettua lähdettä ei ole toistaiseksi löytynyt.

Esimerkkitapaus:

Tarkastuksen yhteydessä havaittiin, että toiminnan harjoittajalta oli kadonnut kaksi umpilähteen sisältävää mittalaitetta (säteilylähteet Cm-244, 1 110 MBq ja Am-241, 2 960 MBq). Etsinnöissä havaittiin, että toinen, pintapainomittarilaitte, oli toimitettu Ruotsiin huoltoon vuonna 2009 ja laite oli jäänyt sinne säteilylähteineen. Säteilylähde on loppusijoitettu Ruotsissa. Am-241-säteilylähdettä ei ole toiminnan harjoittajan etsinnöistä huolimatta löydetty. Turvallisuusluvan haltija on asettanut uusia säteilyn käyttöön liittyviä käyttöehtoja säteilylähteen katoamisen estämiseksi.

Avolähteiden käyttö

Avolähteisiin liittyviä poikkeavia tapahtumia raportoitiin STUKille kaksi kappaletta.

Yhdessä tapauksessa laboratorion pääsi ulkoilmaan 860 MBq F-18:aa. Määrä vastaa noin 1 % toiminnasta aiheutuvasta vuosipäästörajasta. Päästö havaittiin myös STUKin valvontaverkkoon kuuluvalla spektrometrillä, joka oli tapahtuman aikaan sijoitettuna laboratorion lähelle.

Toisessa tapauksessa STUKin mittauslaboratorion kalibrointilähteen käytön aikana havaittiin, että lyijysuojus oli sisältä kontaminoitunut Cs-137:llä. Ennen kuin tapahtuma tuli ilmi, kontaminaatio ehti levitä STUKin tutkijoiden käsien kautta mittauslaboratorion pinnoille ja tavaroihin. Tapahtuma johti laajoihin puhdistustoimiin mittauslaboratoriossa.

Radioaktiivisten aineiden kuljetus

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa ilmoitettiin kuudesta poikkeavasta tapahtumasta. Kahdessa tapahtumassa Suomeen saapunut kuljetuspakkaus vahingoittui, kuitenkin niin, että sisäpakkaus säilyi ehjänä. Kolme tapahtumaa liittyi vääriin tai puutteellisiin pakkaus- tai rahtikirjamerkintöihin. Yhdessä tapauksessa kuljettaja jätti kollin lastauslaiturille ilman kuittausta.

Esimerkkitapaus:

Asiakkaalle oli toimitettu aamulla säteilylähteitä

ja jätetty ne lastauslaiturille ilman kuittausta tai ilmoitusta. Ranskasta lähetetyt pakkaukset sisälsivät neljä Co-57 tarkistuslähdettä, joiden aktiivisuudet olivat 3,7–600 MBq. Lähteiden kuljettaja oli menetellyt VAK-määräysten ja kuljetusyrityksen omien ohjeiden vastaisesti. Asiakasyrityksen henkilökunta huomasi pakkaukset lastauslaiturilla aamupäivällä, ja siirsi ne sisälle. Kuljetusyrityksessä käsiteltiin virheellinen toiminta ja yrityksen kuljetusohjeita tarkennettiin.

Muita poikkeavia tapahtumia

STUKille ilmoitettiin kymmenen muuta poikkeavaa tapahtumaa. Näistä seitsemän liittyi säteilylähteiden luvattomaan hallussapitoon tai käyttöön. Muut liittyivät liian suureen annosnopeuteen säteilylähdevaraston ulkopuolella ja radiometrisen mittalaitteen kontaminoitumiseen säteilylähteen vaihdon yhteydessä.

Esimerkkitapaus 1:

Toiminnan harjoittaja lähetti umpilähteen sisältävän säteilylaitteen Saksaan korjattavaksi ilman vaadittavaa siirtolomaketta, ja kollista puuttuivat vaadittavat pakkausmerkinnät. Laite ei lisäksi ollut laitetta käyttävän tahon turvallisuusluvassa. Laite lisättiin STUKin määräyksestä lupaan.

Esimerkkitapaus 2:

STUK sai tarkastuksen perusteella tietää, että toiminnan harjoittaja oli luovuttanut Troxlermittalaitteen toiselle, luvattomalle toiminnan harjoittajalle. Utta mittalaitteen haltijaa kehoitettiin hakemaan pikaisesti turvallisuuslupaa. Laitteen luovuttanutta yritystä muistutettiin selonottovelvollisuudesta säteilylähteitä luovutettaessa. Lisäksi asiaan puututtiin seuraavalla tarkastuksella.

Esimerkkitapaus 3:

Tunnustetun laitoksen tilojen ulkopuolelta havaittiin kohonneita annosnopeuksia. Yritykselle annettiin määräys tehdä välittömästi toimenpiteitä annosnopeuden alentamiseksi ympäröivissä tiloissa. Lisäksi pyydettiin selvitystä kohonneisiin annosnopeuksiin johtaneista syistä. Syy kohonneisiin annosnopeuksiin oli varastoon kertynyt tavallista suurempi määrä radioaktiivista jätettä. Yritys lisäsi säteilysuojauksia niin, että annosnopeudet laskivat hyväksyttävälle tasolle.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

Luonnonsäteilyn valvonta siirtyi osaksi Ympäristön säteilyvalvonta -osaston tehtäviä 1.6.2014.

3.1 Radon työpaikoilla

Työpaikkojen radonvalvonta toteutettiin yhteistyössä aluehallintovirastojen työsuojeluyksiköiden kanssa. Maanalaisia louhinta- ja rakennustyömaita tarkastettiin 19, joissa tehtiin yhteensä 35 tarkastusta. Radonpitoisuus oli yli 400 Bq/m³ seitsemällä työmaalla, joihin kaikille annettiin määräys radonpitoisuuden pienentämiseksi. Kolmelle maanalaiselle louhintatyömaalle määrättiin työaikakirjanpito, joka lopetettiin, kun radonpitoisuudet saatiin laskemaan. Kaikilla seitsemällä työmaalla työpisteiden radonpitoisuutta onnistuttiin pienentämään alle 400 Bq/m³.

Kuudessa maanalaisessa kaivoksessa tehtiin radontarkastus. Yhdessä näistä todettiin toimenpidearvon ylitys, joka kuitenkin mitattiin paikassa, jossa ei enää työskennellä.

Vuoden 2014 aikana STUKin radonmittauspurkeilla tehtiin mittauksista muilla kuin kaivoksilla tai maanalaisilla louhintatyömailla, eli ns. tavanomaisilla työpaikoilla, 1 398 mittauspisteestä. Näistä 230 ylitti toimenpidearvon 400 Bq/m³. STUK laati 165 sisäilman radoniin liittyvää tarkastuspöytäkirjaa tavanomaisille työpaikoille. Näistä radonvalvontatietokantaan on kirjattu vain sellaistaisten työpaikkojen tulokset, joissa vähintään yhdessä mittauspisteessä radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon tai joissa oli aiempia toimenpidearvon ylityksiä. Radonvalvontatietokantaan tehtiin 643 kirjausta. Mittaustulosten perusteella asetettiin toimenpidevaatimuksia seuraavasti: korjaustoimenpiteitä tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvityksiä vaadittiin 114 työpisteessä ja varmistus- tai uusintamittaus toisena vuodenaikana 33 työpisteessä. Lisäksi lähetettiin 38 kehoituskirjettä yrityksiin, jotka olivat jättäneet ilmoittamatta korjauksista tai mittauksista. Toiminnan harjoittajat tekivät onnistuneita radonkorjauksia 60 työpisteessä.

Kolmella tavanomaisella työpaikalla ja yhdellä maanalaisia tunneleita käsittävällä työpaikalla ei onnistuttu pienentämään radonpitoisuutta tai -altistumista.

3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden, rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Talousveden radioaktiivisuutta valvottiin 24 kohteessa. Missään kohteessa 0,5 mSv:n annos ei ylittynyt. Rakennustuotantoon tarkoitettujen rakennusmateriaalin radioaktiivisuutta koskevia valvontamittauksia tehtiin yhteensä 116 kappaletta. Näistä selvitystä edellyttäviä tarkastuspöytäkirjoja tehtiin yhteensä 21. Selvitysten mukaan yhtään annosylitystä ei ollut. Rakennusmateriaalien aktiivisuusmittaukset ovat lisääntyneet rakennustuoteasetuksen myötä, joka astui voimaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetus tekee CE-merkinnästä pakollisen myös Suomessa kaikille niille markkinoille saatetuille rakennustuotteille, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Eurooppalainen standardisointijärjestö CEN laatii harmonisoidut tuotestandardit.

STUK on valvonut Talvivaaran kaivoksen ympäristön radioaktiivisuutta säännöllisillä näytteenottoilla. Valvonnassa on havaittu kohonneita, yli 100 mikrogrammaa litrassa, uraanipitoisuuksia lähinnä kaivosalueen vesistöissä kuten avolouhoksessa ja Salmisessa. Kaivosalueen ulkopuolisten vesistöjen pintavesissä pitoisuudet niin pieniä, että niillä ei ole säteilysuojellista merkitystä ihmiselle, eläimille tai ympäristölle. Näin alhaisista pitoisuuksista ei aiheudu ihmisille terveyshaittaa. Tällä hetkellä säteilyn suhteen ei ole rajoituksia alueen ympäristön luonnontuotteiden sekä elintarvikkeiden käytölle. Ympäristövalvonnan lisäksi on osallistuttu erilaisiin kaivostoimintaa koskevien lausuntojen laatimiseen.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö edellyttää ennakkotarkastuksen vain eräissä erikoistapauksissa, kuten käytettäessä suuritehoisia lasereita yleisöesityksissä. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta- yksikkö (NIR-yksikkö) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toimintoille, 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 2005–2014 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 13–16. Vaarallisia lasereita on ollut markkinoilla muutaman edellisen vuoden tapaan paljon ja tämä on edellyttänyt aktiivista valvontaa. STUK puuttui vuoden 2014 aikana yhteensä 49 kertaa vaarallisen laitteen kauppaan tai maahantuontiin. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyvät viranomaisten lausunto- ja tietopyynnöt ovat lisääntyneet selvästi edellisiin vuosiin verrat-

tuna. Erityisesti voimajohtohankkeista on pyydetty aiempaa useammin STUKin lausuntoa.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi ja osallistuu asiantuntijana sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutusten ympärillä käytävään keskusteluun. Etenkin matkapuhelinten tukiasemia ja langattomia verkkoja kohtaan tunnettu huoli on näkynyt STUKille tulleissa kansalaiskyselyissä ja 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 20 tarkastuksesta (liite 1, taulukko 15). Turvallisuuteen vaikuttavia puutteita havaittiin näistä kahdeksassa ja vähäisiä puutteita viidessä kohteessa. Yleisimmät puutteet olivat käyttöohjeissa ja ajastimien asetusajoissa. Näiden lisäksi tehtiin yksi solariumien käyttöpaikkatarkastus. Kuntien tarkastusten perusteella annettujen korjauskehotusten noudattamista valvottiin aktiivisesti. Näiltä osin valvonnassa kertynyt ruuhka saatiin purettua.

4.3 Laserien valvonta

Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja laserlaitteita valvotaan sekä maahantuonnin tullivalvontana että perinteisen kaupan ja Internet-kaupan markkinavalvontana. Lisäksi valvotaan suuritehoisten lasereiden käyttöä yleisöesityksissä.

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin

12 laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. Kymmenen laitteista oli laser-osoittimia. Näistä kaikissa oli puutteita (mm. tyyppitarkastustodistukset ja merkinnät) ja yhden teho oli selvästi suurempi kuin osoittimelle sallittu 1 mW. Merkinnöistä annettiin korjauskehotukset ja liian tehokas laite poistettiin markkinoilta. Kaksi laitteista oli esityksissä käytettäviä efektilasereita, joita tutkittiin asiakkaalta saatujen ilmiantojen perusteella. Näistä toinen laite oli vaatimustenmukainen, mutta käytön todettiin edellyttävän STUKin tarkastuksen. Toinen laite todettiin vaatimusten vastaiseksi. Lisäksi laitteen myyjän luettelosta löytyi useita laitteita, joita markkinoitiin ilman asianmukaisia varoituksia ja ohjeistuksia.

Huuto.net-palvelun sekä muiden Internetissä toimivien myyntisivujen ylläpidolle lähetettiin 41 myynti-ilmoituksen poistopyyntöä liian tehokkaiden laserosoittimien takia.

Tulli pyysi STUKilta 34 kertaa neuvoa EU:n ulkopuolelta tulevien lasereiden päästämisestä maahan. Näistä viidessä tapauksessa laserlaitteet todettiin vaarallisiksi ja maahantulo estettiin. Seitsemässä tapauksessa tuotteissa oli puutteita, jotka edellyttivät maahantuojalta toimia.

Yhteensä seitsemän laseresitystä tarkastettiin käyttöpaikalla. Lisäksi siirrettävälle laserlaitteistolle hyväksynnän saaneet toiminnanharjoittajat tekivät 25 ilmoitusta esityksistä. Tarkastuksissa turvajärjestelyt ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia. Yhteenveto lasertarkastuksista on esitetty liitteessä 1, taulukossa 13.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

Langattomien päätelaitteiden markkinavalvonnassa testattiin 10 tuotetta. Valvonta keskittyi Suomen markkinoilla uudempiin merkkeihin. Kohteiksi valittiin puhelimia sekä uutena valvontakohteena taulutietokoneita. Näiden lisäksi testattiin puhelinten lisälaitteita, jotka saattavat vaikuttaa säteilyominaisuuksiin. Suurin mitattu SAR-arvo 10 gramman keskiarvona oli 1,33 W/kg, eikä se ylittänyt STM:n asetuksen 294/2002 enimmäisarvoa 2 W/kg (liitteen 1, taulukko 16).

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 valvonnassa keskityttiin säännöstöön liittyvien ongelmien selvittämiseen. Sosiaali- ja terveysministeriöltä pyydettiin säteilylain tulkinta kosmeettisten hoitojen valvonnasta. Tämän perusteella STUKin valvonnassa olleet tatuoinninpoistoja suorittavat toiminnanharjoittajat ohjattiin hakemaan terveydenhuollon toimintayksikön lupaa aluehallintovirastosta. Kaksi tapausta on parhaillaan kesken. Kosmeettisten sovellusten markkinavalvonnassa mitattiin lisäksi kolme rakennekynsien kovettamiseen tarkoitettua kynsiuunia. Laitteet eivät aiheuttaneet vaaraa käyttöohjeen mukaisessa käytössä.

4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin STUKilta edelleen usein lausuntoa. Lausuntoja annettiin yhteensä kahdeksan kappaletta. Näiden lisäksi tehtiin joitakin selvityksiä asuntojen läheisyydessä sijaitsevien voimajohtojen kentistä kansalaisten pyynnöstä. STUK toteutti 2014 myös kattavan selvityksen kiinteistömuuntamoista, jotka aiheuttavat magneettikenttiä asuintiloihin.

Muista ionisoimattomaan säteilyyn liittyvistä asioista annettiin lausuntoja yhteensä 13 kertaa. Aiheina olivat muun muassa tutkat, laserlaitteet ja olivat sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutukset.

Valvonnan vaikuttavuutta lisättiin aktiivisella viestinnällä. STUK osallistui Tukesin koordinoimaan viranomaisyhteistyönä toteutettuun kampanjaan nettikaupan turvallisuudesta ja julkaisi tiedotteen lasereiden vaaroista yhteistyössä Trafín ja Lentäjaliiton kanssa.

4.7 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2014 STUKin tietoon tuli kolme ilmoitusta ionisoimattoman säteilyn aiheuttamista tapahtumista, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä.

Ensimmäisessä poikkeavassa tapahtumassa STUKille ilmoitettiin ihon palamisesta solariumissa. Solariumlaite kuitenkin todettiin tarkastuksessa vaatimustenmukaiseksi. Syynä palamiseen oli oletettavasti käyttäjän virhe.

Kaksi muuta poikkeavaa tapahtumaa liittyivät suuritehoisten laserien luvattomaan käyttöön ravintolatiloissa. Ensimmäinen tapauksista

Turkulaisessa yökerhossa aiheutti huomattavan silmävaurion riskin, koska säteet oli suunnattu suoraan yleisöön. Vahinkoja ei tullut tietoon. Toisessa tapauksessa laite oli suunnattu siten, että säteiden osuminen silmiin oli epätodennäköistä.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2005–2014 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1; ks. myös kohta 2.8 poikkeavista tapahtumista ionisoivan säteilyn käytössä).

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 2014 julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 3.1 Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa
- ST 6.2 Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt
- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu.

Muu säännöstötyö

Uusi säteilysuojelun perusturvallisuusdirektiivi 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 ministeriössä virkamiesvaihdossa olleen STUKlaisen henkilön johdolla. Muistio valmistui helmikuussa 2014. Muistio oli laajalla lausuntokierroksella ja STM:n www-sivuilla kesällä 2014. Lausunnoista valmisteltiin yhteenveto ja arviomuistio päivitettiin lausuntojen perusteella STUKin ja STM:n yhteistyössä marraskuussa 2014.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fyysisistä tekijöistä aiheutuville riskeille (sähkömagneettiset kentät) on toimeenpantava heinäkuuhun 2016 mennessä. Direktiivi toimeenpannaan Suomessa työturvallisuuslain (738/2002) perusteella annetulla valtioneuvoston asetuksella, jonka valmistelee STM. STUK osallistui työhön asiantuntijana ministeriön 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, mittanormaalitoimintaa 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.

Vuonna 2014 STUKin tutkimusaiheiden prioriteetteja tarkennettiin osana kansallista säteilyturvallisuustutkimuksen uudelleenjärjestelyä. Korkeatasoisen kotimaisen osaamisen varmistamiseksi STUK on yhteistyössä kotimaisten korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa valmistellut kansallista tutkimuksen toimintaohjelmaa. Toimintaohjelma julkaistaan vuoden 2015.

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 2014 aikana MetrExtRT-hankkeessa valmistui raportti radiokromifilmin ominaisuuksista. Puolianatomisen fantomin ra-

kennetta parannettiin ja tehtiin elektronisäteilykeilojen dosimetriaa koskevat mittaukset yhdessä italialaisten kumppanien ja Taysin kanssa.

Vuonna 2011 alkanut metrologiahanke kiertäysmetallia käyttävien metallisulattamojen säteilymittausmenetelmien kehittämiseksi päättyi vuonna 2014. Vuoden 2014 aikana STUK osallistui projektissa järjestetyn mittausvertailun tulosten analysointiin ja raportointiin. Projektissa kehitettiin mm. referenssilähteitä metallisulattamojen säteilymittalaitteiden havainnointiherkkyyden testaamiseen.

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

Projektissa kehitettiin verkkopohjaista opetusta varten opetussuunnitelmia, opetusohjelmia sekä koulutusmateriaalia digitaaliseen hammaskuvaukseen, sekä hammaskuvauksen ja katseluolosuhteiden laadunvarmistukseen. Opetusohjelmat suunniteltiin säteilynkäyttäjien nuorisoasteen koulutukseen ja aikuiskoulutukseen sekä kandidaatti- että maisteritason opetusohjelmiin. Tuloksia hyödynnetään koulutuksessa Pohjoismaissa ja Virossa. Projekti päättyi 2014.

Potilasannoksen määrittäminen mammografiassa

Projektissa arvioitiin standardipotilasvastineella saatavien annosarvojen luotettavuutta sekä pohdittiin mahdollisuutta määrittää mammografian vertailutasot todellisesta potilasaltistusdatasta. Selvityksen tuloksia tullaan käyttämään hyödyksi myös koulutuksissa.

Potilaan ihoannoksen ja henkilökunnan annoksen määrittäminen kardiologisissa toimenpiteissä

STUK on yhteistyössä kotimaisten sairaaloiden kanssa selvittänyt potilaiden säteilyaltistusta kardiologisissa toimenpiteissä, mukaan lukien poti-

laiden ihon annokset. Samassa yhteydessä on karotettu myös säteilykeilaa lähinnä olevien työntekijöiden säteilyaltistus. Mittaukset jatkuvat vielä vuoden 2015 aikana. Tavoitteena on tarkastella mahdollisuutta asettaa toimenpiteen vaativuuden mukaiset potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot sekä tarkastella potilaiden ja työntekijöiden säteilyaltistusta mm. toimenpiteen vaativuuden ja potilaan ominaisuuksien funktiona.

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 marraskuussa 2015.

Potilaan säteilyaltistus ja vertailutasot lasten tietokonetomografiatutkimuksissa

Lasten tietokonetomografiatutkimuksissa (TT-tutkimuksissa) tarkasteltiin noin 3 500 lapsipotilaan annostietoja, jotka on kerätty yhteistyössä 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 voitaisiin käyttää useammassa maassa. Tulokset raportoitiin ja niiden perusteella julkaistiin ehdotus Suomessa asetettaviksi vertailutasoiksi vuonna 2014. Loppuvuodesta käynnistettiin vertailutasojen koekäyttö muutamassa sairaalassa, jotta vertailutasoja koskeva STUKin päätös voidaan antaa vuonna 2015. Tutkimuksen tuloksia raportoitiin alan kansainvälisissä kokouksissa ja tuloksista on valmisteilla erillinen julkaisu.

Röntgen- ja isotooppitutkimuksista Euroopan väestölle aiheutuva säteilyannos

Euroopan Komission (EC) rahoittaman projektin, jonka tavoitteena on ollut röntgen- ja isotooppi-

tutkimuksista Euroopan väestölle aiheutuvan kollektiivisen efektiivisen annoksen selvittäminen, loppuraportti valmistui vuonna 2014. Raportissa on arvioitu röntgen- ja isotooppitutkimusten ja toimenpiteiden lukumäärät Euroopassa ja Euroopan väestölle aiheutuva kollektiivinen efektiivinen annos. Raportissa on myös tietoa eri maiden tutkimusmääristä ja väestöannoksista sekä väestöannosten vertailua aikaisempiin arvioihin. Raportissa esitellään lisäksi Euroopan maiden ilmoittamat röntgen- ja isotooppitutkimusten vertailutasot. Euroopan väestölle aiheutuva säteilyannos on noin 1,1 mSv/henkilö, josta isotooppitutkimusten osuus on noin 5 %. Suurimman osan röntgentutkimusten annoksesta, keskimäärin noin 52 %, aiheuttavat tietokonetomografiatutkimukset.

Säteilyriskien ja poikkeavien tapahtumien arviointi sädehoidossa

STUK osallistui Euroopan komission projektiin (ACCIRAD), jossa valmisteltiin komission suositus proaktiivisesta riskin arvioinnista sädehoidossa. Suositus koskee myös sädehoidon poikkeavien tapahtumien käsittelyä ja raportointia. Proaktiivista sädehoidon riskin arviointia varten perustettiin kotimainen työryhmä, joka valmistelee aiheutta käsittelevän oppaan perustuen Euroopan komission suositukseen. Kansallisella oppaalla tuetaan yhdenmukaista suosituksen soveltamista sädehoitoklinikoissa Suomessa. Opas julkaistaan vuonna 2015.

Muu tutkimustoiminta

Vuoden 2014 aikana on analysoitu potilaan koosta riippuvan säteilyaltistuksen arviointimenetelmiä sekä tarkasteltu tietokonetomografian annosmittauksissa käytetyn puikkomaisen ionisatiokammion kalibrointikäytäntöjä. Keväällä 2014 tehtiin protonien ja ¹²C-ionien jarrutuskykymittauksia yhteistyössä Jyväskylän yliopiston kanssa. Mittaukset liittyvät kosmisen säteilyn ja sädehoidon dosimetriaan.

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 standardisointitoimintaa 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, WHO, UNSCEAR.

Säteilytoiminnan valvonta -osasto on mukana Euroopan Komission projektissa (PiDRL), jonka tavoitteena on valmistella suositus potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoista lasten radiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Suosituksesta valmistui ensimmäinen luonnos ja se viimeistellään julkaistavaksi vuonna 2015.

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2014 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilökokous
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous
- Pohjoismaisen diagnostiikkaryhmän kokous
- HERCA (Heads 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 säteilysuojeluviranomaisten NIR-seminaari
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (solariumstandardit)
- IAEA: Transport Safety Standards Committee
- IAEA: Radiation Safety Standards Committee.

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, Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n asettamat Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä, Seulontatyöryhmä, SOTERKO ja Ympäristöherkkyysverkosto. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmiä ja luentoja.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2014 STUKin edustajat osallistuivat seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n seulontatyöryhmä ja sen asetusmuutosta valmisteleva alatyöryhmä
- SESKO SK 61-komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106-komitea (Sähkömagneettiset kentät)

- Puolustusvoimien säteilyturvallisuustoimikunta (NIR-asiat)
- Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat).

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2014 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Sädehoitofyysikoiden 31. neuvottelupäivät 5.–6.6.2014 Billnäsissä
- Teollisuuden 10. säteilyturvallisuuspäivät 9.–10.4.2014 Jyväskylässä.

Muu kotimainen yhteistyö

STUKin tarkastajat tapasivat VALVIRAn tarkastajia ja tekivät valvontayhteistyötä.

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

STUKin edustaja toimii Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) asettaman ja Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) rahoittaman Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (KLIARY) jäsenenä ja sihteerinä. KLIARY:n suositus ”Röntgentutkimusten syventävät auditoinnit” valmistui ja julkaistiin ryhmän nettisivulla 1.1.2015.

9 Viestintä

Vuoden 2014 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.

UV-säteilyn haitoista viestittiin aktiivisesti. STUK järjesti 15.4.2014 UV-infon 12. kertaa. Tilaisuuteen osallistui luennoitsijoita STUKin lisäksi Syöpäjärjestöt ry:stä, Työterveyslaitokselta ja Ilmatieteen laitokselta. Tilaisuuden aiheena oli lasten suojaaminen. Tapahtumasta julkaistu tiedote sai kohtuullisesti medianäkyvyyttä. NIR-alueen viestintää tehostettiin parantamalla STUKin internet-sivustolla julkaistuja materiaaleja.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin seuraavista aiheista:

- ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyaltistus pienentynyt
- melanooma yleistyy Suomessa
- Turun yliopiston alueelta löydettyistä radioaktiivisista aineista ei aiheutunut vaaraa työntekijöille eikä ympäristölle
- Turun yliopiston remonttityömaan radioaktiiviset suojakaivot siirretään työmaalta talteen
- tieto lisää turvaa nettiostoksilla
- pimeys houkuttaa kokeilemaan – laserosoittimet aiheuttavat vakavia vaaratilanteita
- Helsingin yliopiston laboratoriosta pääsi ilmaan pieni määrä radioaktiivista fluoria.

Vuonna 2014 julkaistiin kolme terveydenhuollon sekä kaksi teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä. Uutiskirjeen asema tiedonvälityskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

10 Mittanormaalityö

10.1 Yleistä

STUK toimii ionisoivan säteilyn annossuureiden kansallisena mittanormaalityölaboratoriona. STUK pitää yllä kansallisia ja muita mittanormaalityöjä Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaalityöjen kalibroinnista 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 toteutusta Euroopassa EURAMET koordinoi, ja IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

Mittanormaalityöinnasta vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn annossuureiden osalta ja Ionisoimattoman säteilyn val-

vonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalityöinnasta vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

Mittanormaalityöjen ylläpito sekä säteilylaitteiden ja mittausten kehittämisen kehittäminen

Säteilylaitteistot ja kansalliset mittanormaalityö ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointiin.

Mittari- ja mittausten vertailut

STUK osallistui IAEA:n järjestämään mittausten vertailuun röntgendiagnostiikassa käytetyille ilmakermamittareille. Mittaukset tehtiin alkuvuodesta 2014. STUKin tulokset poikkesivat enintään 0,3 % ilmakerman vertailuarvosta. Erot vertailuarvoihin olivat selvästi pienempiä kuin mittausten epävarmuudet.

11 Palvelut

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

Dosimetrialaboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testaus-todistuksia annettiin 112 kappaletta ja säteilytys-todistuksia 74 kappaletta. Säteilytyseriä oli 1 281 kappaletta. Kalibroinneista noin 13 % ja säteily-tyksistä noin 12 % tehtiin STUKin omille mitta-laitteille ja näytteille.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö

teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 6 kpl sekä turvallisuusarviointeja ja sä-teilymittauksia yhteensä 8 kpl. NIR-yksikön palve-lusuoritteet vuosilta 2005–2014 on esitetty liitteen 1 taulukossa 14.

Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa kehitet-tiin ja myytiin 68 kpl.

LIITE 1

TAULUKOT

Taulukko 1. Säteilyn käytön turvallisuusluissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2014 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentoiminta	302
Röntgentoiminta (eläinlääketiede)	254
Vaativa röntgentoiminta	90
C-kaaritoiminta	81
Suppea röntgentoiminta	1 095 ^{*)}
Osastokuvaustoiminta	54
Seulontatoiminta	54
Avolähteiden käyttö	27
Umpilähteiden käyttö	24
Sädehoito	13

^{*)} Tavanomainen hammasröntgentoiminta muuttui laitteiden rekisteröinnistä turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi 1.9.2014 alkaen. Tämä muutos näkyy suppean röntgentoiminnan määrän kasvuna.

Taulukko 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2014 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)^{*)}	1 529
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	503
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	269
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	190
mammografialaitteet, joista	168
• seulontamammografia	81
• tomosynteesi	3
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	107
• angiografia	44
• läpivalaisu	27
• kardioangiografia	36
TT-laitteet, joista	117
• SPECT-TT	30
• PET-TT	12
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	10
O-kaarilaitteet	4
hammasröntgenlaitteet (muu kuin tavanomainen hammaskuvaus)	157
• KKTT-laite	72
• panoraatomografiröntgenlaitteet	54
• intraoraaliröntgenlaitteet	31
luun mineraalipitoisuuden mittauslaitteet	66
muut laitteet	4
Hammasröntgenlaitteet (tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytetyt)	5 819
intraoraaliröntgenlaitteet	5 176
panoraamaröntgenlaitteet	643

Sädehoidon laitteet	135
kiihdyttimet	43
röntgenkuvauslaitteet	40
jälkilataushoitolaitteet	7
manuaaliset jälkilatauslaitteet	3
röntgenhoitolaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	17
umpilähteet (tarkistuslähteet)	24
Umpilähteet	257
kalibrointi- ja testauslaitteet	247
vaimennuskorjausyksiköt	6
gamma säteilyttimet	2
muut terveydenhuollon umpilähteet	2
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	353
tavanomaiset röntgenlaitteet	271
luun mineraalikelvopoisuuden mittauslaitteet	3
läpivalaisulaitteet	1
intraoraalilaitteet	66
TT-laitteet, joista	10
• SPECT-TT	2
• PET-TT	1
muut laitteet	2
Radionuklidilaboratoriot	39
B-tyyppin laboratoriot	24
C-tyyppin laboratoriot	15
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2014 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö	570
Röntgenlaitteiden käyttö	531
Asennus, koekäyttö ja huolto	174
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	116
Avolähteiden käyttö	96
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	15

Taulukko 4. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2014 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	5 985
pintakytkimet	1 949
pinnankorkeusmittarit	1 086
tiheysmittarit	982
kuljetinväät	617
pintapainomittarit	501
kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	319
kosteus- ja tiiveysmittarit	124
hiukkaspitoisuusmittarit	72
fluoresenssianalysaattorit	57
radiografialaitteet	37
muut laitteet	241

Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet	1 710
läpivalaisulaitteet	681
diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit	492
radiografialaitteet	369
pintapainomittarit	42
hiukkaskiihdyttimet	23
muut röntgenlaitteet	103
Radionuklidilaboratoriot	132
A-tyyppin laboratoriot	6
B-tyyppin laboratoriot	25
C-tyyppin laboratoriot	98
toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	3

Taulukko 5. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2014 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	3 976
Co-60	993
Kr-85	317
Am-241 (gammalähteet)	311
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	111
Pm-147	105
Fe-55	101
Ni-63	72
Sr-90	69
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	47
Co-60	27
Am-241 (gammalähteet)	9
Ir-192	7
Sr-90	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	4

Taulukko 6. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2014.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	58 814	19	6 419	19
Kr-85	7 581	63	1 036	70
Pm-147	556	18	260	12
Se-75	444	2	402	2
Fe-55	164	38	131	29
Cs-137	162	75	< 1	2
Ni-63	37	98	26	71
I-125	31	*)	- **)	-
Gd-153	11	18	-	-
Cm-244	10	5	-	-
Co-57	8	47	-	-
Cs-129	6	5	-	-
Am-241 (gamma- ja alfa-lähteet)	3	15	3	426
Co-60	2	15	-	-
Sr-90	2	6	1	1
Cd-109	2	3	-	-
muut yhteensä **)	3	38	-	-
Yhteensä	67 835	465	8 278	632

*) Pienten, sädehoidossa käytettävien I-125-lähteiden tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.
 **) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.
 ***) Nuklidit: Am-241 (AmBe-neutronilähteet), Po-210, Ge-68, Ba-133, Na-22 ja Cf-252.

Taulukko 7. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2014.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	168 838
C-11	21 703
O-15	4 250
Br-82	3 239
muut yhteensä*)	95
Yhteensä	198 125

*) Mm. nuklidit: Cu-64 ja Au-198.

Taulukko 8. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2010–2014.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
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
2014	1 213	2 441	2,74	5,93

Taulukko 9. Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2010–2014.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut ^{*)}	Ydinenergian käyttö ^{***)}	Yhteensä ^{****)}
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat							
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
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	143	3 621	11 197

^{*)} 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 säteilytyöntekijöiden kokonaisannokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2010–2014.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede ^{*)}	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut ^{**)}	Ydinenergian käyttö ^{***)}	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat ^{*)}	Muille säteilylähteille altistuvat							
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
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,007	1,57	3,28

^{*)} 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 2014.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyn*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	207	0,65	3,5	3,1	24,1
Toimenpideradiologit**)	37	0,25	8,3	6,7	28,8
Radiologit**)	328	0,20	2,5	0,6	13,6
Erikoislääkärit***) ****)	295	0,06	1,5	0,2	12,8
Sairaanhoitajat**)	1 118	0,05	0,5	0,1	4,5
Röntgenhoitajat (röntgensäteily)**)	1 319	0,04	0,4	0,0	3,1
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	549	0,06	0,8	0,1	3,2
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	399	0,07	0,8	0,2	4,1
Eläinlääkärit**)	246	0,04	1,6	0,2	9,2
Materiaalitarkastusten tekijät****)	488	0,10	0,3	0,2	4,0
Merkkiainekokeiden tekijät	24	0,04	2,3	1,8	6,3
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt ja konekunnossapitotyöt	701	0,50	1,4	0,7	7,1
• siivous	218	0,19	1,7	0,9	7,7
• materiaalitarkastus	224	0,17	1,1	0,8	9,1
• eristetyöt	75	0,13	3,3	1,7	9,2
• sähkö- ja automaatiotyöt	641	0,11	0,6	0,2	6,0
• säteilysuojeluhenkilöstö	82	0,10	1,7	1,2	6,2

*) 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 (31.12.2014).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	40 301
Cs-137	2 950
Am-241	2 752
Kr-85	1 828
Pu-238	1 536
Ra-226	236
Sr-90	224
Cm-244	154
Co-60	118
U-238 *)	1 470 kg

*) Köydytetty uraani

Taulukko 13. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaissuoritteet vuosina 2005–2014.

Vuosi	Viranomais- tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Tullineuvonta lasereiden maahantuonnissa yht. (pysäytetyt)	Vaarallisten lasereiden poistot internet- kaupoista	Yhteensä
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	168
2014	53	2	23	34 (12)	41	153

Taulukko 14. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2005–2014.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
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
2014	6	8	14

Taulukko 15. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2005–2014. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012, 2013 ja 2014 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella. Näiden lukumäärä suluissa.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2005	36
2006	25
2007	31
2008	26
2009	19
2010	16
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)

Taulukko 16. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2005–2014.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2005	15
2006	15
2007	15
2008	10
2009	15
2010	10
2011	5
2012	15
2013	11
2014	10

Vuonna 2014 valmistuivat seuraavat julkaisut:

Kansainväliset julkaisut

Dunscombe P, Grau C, Defourny N, Malicki J, Borrás JM, Coffey M, Bogusz M, Gasparotto C, Slotman B, Lievens Y, Kokobobo A, Sedlmayer F, Slobina E, De Hertogh O, Hadjieva T, Petera J, Grau Eriksen J, Jaal J, Bly R etc. Guidelines for equipment and staffing of radiotherapy facilities in the European countries: Final results of the ESTRO-HERO survey. *Radiotherapy and Oncology* 2014; 112: 165–177. doi:10.1016/j.radonc.2014.08.032.

Gilvin P, Alves JG, Cherestes, van Dijk JWE, Lehtinen M, Rossi F, Vekic B. Quality assurance in individual monitoring: A summary of the EURADOS survey 2012. *Radiation Measurements* 2014; 71: 434–437. DOI:10.1016/j.radmeas.2014.07.003 .

Grau G, Defourny N, Malicki J, Dunscombe P, Borrás JM, Coffey M, Slotman B, Bogusz M, Gasparotto C, Lievens Y, Kokobobo A, Sedlmayer F, Slobina E, Feyen K, Hadjieva T, Odrazka K, Grau Eriksen J, Jaal J, Bly R etc. Radiotherapy equipment and departments in the European countries: Final results from the ESTRO-HERO survey. *Radiotherapy and Oncology* 2014; 112: 155–164. doi: 10.1016/j.radonc.2014.08.029.

Holm P, Peräjärvi K, Ristkari S, Siiskonen T, Toivonen H. A capture-gated neutron spectrometer for characterization of neutron sources and their shields. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 2014; 751: 48–54.

Järvinen H. and Wilcox P. Clinical audit and practice accreditation, in: *Radiological Safety and Quality, Paradigms in Leadership and Innovation*, Springer Science+Business Media Dordrecht 2014.

Kelaranta A, Toroi P, Timonen M, Komssi S, Kortensniemi M. Conformance of mean glandular dose from phantom and patient data in mammography. *Radiation Protection Dosimetry*. Epub August 11, 2014. DOI: 10.1093/rpd/neu261.

Muikku M, Huikari J, Korpela H, Lindholm C, Paile W, Parviainen T. Occupational exposure to 131I – A case study. *Health Physics* 2014; 107 (4): 351–655. DOI:10.1097/HP.000000000000147.

Ojala J, Kapanen M, Sipilä P, Hyödynmaa S, Pitkänen M. The accuracy of Acuros XB algorithm for radiation beams traversing a metallic hip implant – comparison with measurements and Monte Carlo calculations. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 2014; 15: pp–pp. doi: 10.1120/jacmp.v15i5.4912.

Pöllänen R, Siiskonen T. Detection of fast neutrons from shielded nuclear materials using a semiconductor alpha detector. *Applied Radiation and Isotopes* 2014; 90: 187–191.

Pöllänen R, Siiskonen T. Unfolding alpha-particle energy spectrum from a membrane air filter containing radon progeny. *Radiation Measurements* 2014; 70: 15.20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.radmeas.2014.08.011>.

Roivainen P, Eskelinen T, Jokela K, Juutilainen J. Occupational exposure to intermediate frequency and extremely low frequency magnetic fields among personnel working near electronic article surveillance systems. *Bioelectromagnetics* 2014; 35: 245–250. DOI: 10.1002/bem.21850. Published online 24.2.2014 in wileyonlinelibrary.com.

Toroi P, Kajaluoto S, Bly R. Patient exposure levels in radiotherapy CT simulations in Finland. *Radiation Protection Dosimetry* 2014. doi:10.1093/rpd/ncu363.

Kokousjulkaisut, abstraktit, posterit

Muikku M, Huikari J, Pusa S. 241Am contamination case and the need for in vivo lung counting facility in Finland. Abstract. Online presentation. International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity. September 7–14, 2014. Barcelona, Spain, 2014.

Pöllänen R, Turunen J, Karhunen T, Peräjärvi K, Siiskonen T, Wirta M, Turunen A. Novel equipment for in-situ alpha spectrometry. In: Proceedings of the 8th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Prague, Czech Republic, 1–5 September 2014. p. 96–101.

Salminen E, Barth I, Tolvanen T, Savisto N, Rimpler A, Teräs M, Bergman J, Bly R, Korpela H. Radiation protection of staff in PET centre activities – how to change from ‘yes but’ to ‘will do’ in staff radiation protection. In: Book of contributes abstracts. International Conference on Occupational Radiation protection: Enhancing the protection of Workers – gaps, Challenges and developments. IAEA-CN-223 2014: 379–382.

Tiikkaja M, Alanko T, Toppila E, Toivo T, Kännälä S, Jokela K, Hietanen M. Advanced methods to evaluate well-being of workers exposed to magnetic fields at MRI units. BioEM2014, Joint Meeting of the Bioelectromagnetics Society and the European BioElectromagnetics Association. Cape Town, South Africa 8.–13. June 2014.

STUKin sarjajulkaisut ja esitteet

Kännälä S. Väestön altistuminen matkapuhelintukiasemien radiotaajuisille kentille Suomessa. STUK-TR 16. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

Muikku M, Bly R, Kurttio P, Lahtinen J, Lehtinen M, Siiskonen T, Turtiainen T, Valmari T, Vesterbacka K. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos – Annoskakku 2012. STUK-A259. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

Kajaluoto S (toim.) Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2014. STUK-B 169. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

Pastila Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. STUK-B 175. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

Pirinen Markku. Seulontamammografiatoiminta Suomessa vuonna 2013. STUK-B 183. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014. VAIN PDF-VERSIO

STUK. Mammografialaitteiden laadunvalvontapöytäkirja. STUK opastaa/Toukokuu 2014. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

STUK. Radon työpaikoilla. Heinäkuu 2014. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014. VAIN PDF-VERSIO

STUK. Tukiasema-antennien asentaminen. STUK opastaa/Huhtikuu 2014. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2014.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa. Ohje ST 3.1 (13.6.2014).

Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Ohje ST 3.3 (8.12.2014).

Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt. Ohje ST 6.2 (3.10.2014).

Säteilyaltistuksen seuranta. Ohje ST 7.1 (14.8.2014).

Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet. Ohje ST 7.2 (8.8.2014).

Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen. Ohje ST 7.3 (13.6.2014).

Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen. Ohje ST 7.4 (8.12.2014).

Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu. Ohje ST 7.5 (13.6.2014).

Ruotsinkieliset

Skyddsarrangemang för strålkällor. Direktiv ST 1.11 (9.12.2013).

Varningsmärkning av strålkällor. Direktiv ST 1.3 (9.12.2013). VAIN PDF-VERSIO

- Tandröntgenundersökningar inom hälsovården. Direktiv ST 3.1 (13.6.2014). Calculation of the dose caused by internal radiation. Guide ST 7.3 (13.6.2014).
- Övervakning av strålningsexponering. Direktiv ST 7.1 (14.8.2014). Radiation safety in aviation. Guide ST 12.4 (1.11.2013).
- Dosregister och anmälan av uppgifter. Direktiv ST 7.4 (8.12.2014). **Muut julkaisut**
- Strålsäkerhetskrav för och övervakning av solarieapparater. Direktiv ST 9.1 (1.7.2013). VAIN PDF-VERSIO Alén R. Viranomaismääräyksiä säteilytyöntekijöiden terveystarkkailusta. Työterveyslääkäri 2014; 2: 53–57.
- Strålsäkerhet vid flygverksamhet. Direktiv ST 12.4 (1.11.2013). VAIN PDF-VERSIO Bly R, Jahnen A, Järvinen H, Olorud H, Vassileva J, Vogiatzi S. How much radiation is used in Europe in x-ray and nuclear medicine procedures. Radiografia 2014; 2: 16–17.
- Englanninkieliset käännökset** Järvinen H. Säteilyaltistukset vertailutasojen käyttö lasten röntgentutkimuksissa yleisty. Radiografia 2014; 3: 14–15.
- Safety in radiation practices. Guide ST 1.1 (23.5.2013). Nyander Poulsen A, Lind B, del Risco Norrlid L, Isaksson M, Halldórson Holm Ó, Huikari J. Assessment of accidental uptake of iodine-131 in emergency situations. NKS-298. Roskilde: Nordic Nuclear Safety Research; 2014. Electronic report.
- Exemption of radiation use from safety licensing. Guide ST 1.5 (12.9.2013). Paasonen T, Savolainen S, Henner A, Bly R, Kettunen E, Havukainen R. Survey conducted by Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority in 2010 indicated that radiation protection training should be improved in Finland. Journal of Clinical Radiography and Radiotherapy (Kliininen radiografiatiede); 2014; 1: 9–14.
- Security arrangements of radiation sources. Guide ST 1.11 (9.12.2013).
- Dental X-ray examinations in health care. Guide ST 3.1 (13.6.2014).
- Radiation safety in mammography examinations. Guide ST 3.8 (25.1.2013).
- Monitoring of radiation exposure. Guide ST 7.1 (14.8.2014).

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, 13.6.2014
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 8.12.2014
- 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 Avolähteiden käytöstä syntyneet radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 3.10.2014
- ST 6.3 Säteilyturvallisuus isotooppilääketeissä, 14.1.2013

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 14.8.2014
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 8.8.2014
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 13.6.2014
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen, 8.12.2014
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 13.6.2014

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 190 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2014. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2014. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2014.

STUK-B 189 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2014.

STUK-B 188 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2014.

STUK-B 187 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2014.

STUK-B 186 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2014.

STUK-B 185 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2014.

STUK-B 184 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2014.

STUK-B 183 Pirinen M (toim.). Seulonta-mammografiatoiminta Suomessa vuonna 2013

STUK-B 182 Klemetilä E (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2014.

STUK-B 181 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2014.

STUK-B 180 Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. 5th Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention.

STUK-B 179 Weltner A (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2014.

STUK-B 178 Pastila R. (ed.) Radiation practices. Annual report 2013.

STUK-B 177 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2014.

STUK-B 176 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2013.

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