



STUK-B 234 / VUOSIRAPORTTI 2018

Riikka Pastila (toim.)

B

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2018

TÄMÄN RAPORTIN LAADINTAAN OVAT OSALLISTUNEET

Siiri-Maria Aallos-Ståhl

Elina Hallinen

Sanntu Hellstén

Heli Hoilijoki

Sampsa Kaijaluoto

Venla Kuhmonen

Päivi Kurttio

Maaret Lehtinen

Reetta Nylund

Pilvi Orkasalo

Pasi Orreveteläinen

Iisa Outola

Teemu Siiskonen

Petri Sipilä

Petra Tenkanen-Rautakoski

Eija Venelampi

Korjattu painos

978-952-309-445-1 (pdf)

ISSN 2243-1896



Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2018

Riikka Pastila (toim.)

Pastila Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2018. STUK-B 234. Helsinki 2019. 47 s. + liitteet 13 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 2018 lopussa ionisoivan säteilyn käyttöä varten oli voimassa 3052 turvallisuuslupaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2018 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 592 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä annettiin tarkastuksissa 393 kappaletta. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Annostarkkailussa oli vuonna 2018 yhteensä 12 002 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin 75 852 kappaletta.

Vuonna 2018 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, radiolaitteisiin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin 45 kertaa vaarallisen laserlaitteen kauppaan tai maahantuontiin. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla 15 kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 30 solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi viittä solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella.

Mittanormaalityöinnässä kansallisia mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien ja ilman radonmittareiden kalibrointiin. Mittausvertailuissa STUKin tulokset olivat selvästi hyväksyntärajojen sisällä.

Vuonna 2018 sattui 110 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 30 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 75 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, 2 eläinlääketieteessä ja 3 ionisoimattoman säteilyn käytössä. Terveydenhuollosta ilmoitettiin lisäksi 1149 turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmäksi arvioitua tapahtumaa ja läheltä piti -tilannetta.

Vuonna 2018 kansalliseen radontietokantaan kirjattiin lähes 8 000 radonmittausta lähes 2 100 työpaikalta. Tavanomaisilla työpaikoilla radonpitoisuus oli suurempi kuin 400 Bq/m³ noin 15 %:ssa mitatuista työpaikoista. Noin 20 %:ssa mitatuista työpaikoista radonpitoisuus oli suurempi kuin uusi viitearvo 300 Bq/m³.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	4
JOHDON KATSAUS	7
1 YLEISTÄ	9
1.1 TÄRKEIMMÄT TUNNUSLUVUT	9
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 SÄTEILYN KÄYTTÖ TERVEYDENHUOLLOSSA, HAMMASLÄÄKETIETEESSÄ JA ELÄINLÄÄKETIETEESSÄ	11
2.2 SÄTEILYN KÄYTTÖ TEOLLISUUDESSA, TUTKIMUKSESSA JA OPETUKSESSA	13
2.3 TURVALLISUUSLUVAN ALAISEN SÄTEILYTOIMINNAN TARKASTUKSET	15
2.4 RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN VALMISTUS, TUONTI, JA VIENTI	16
2.5 TYÖNTEKIJÖIDEN SÄTEILYANNOKSET	17
2.6 HYVÄKSYNTÄPÄÄTÖKSET JA PÄTEVYYKSIEN TOTEAMINEN	19
2.7 RADIOAKTIIVISET JÄTTEET	20
2.8 POIKKEAVAT TAPAHTUMAT	20
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	28
3.1 RADON TAVANOMAISILLA TYÖPAIKOILLA	28
3.2 RADON MAANALAISILLA KAIVOKSILLA JA LOUHINTATYÖMAILLA	29
3.3 RAKENNUSMATERIAALIEN RADIOAKTIIVISUUS	30
3.4 TALOUSVEDEN RADIOAKTIIVISUUS	30
3.5 MUU LUONNONSÄTEILYN VALVONTA	30

4	IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	32
4.1	YLEISTÄ	32
4.2	UV-SÄTEILYÄ TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	33
4.3	LASERIEEN VALVONTA	33
4.4	SÄHKÖMAGNEETTISIA KENTTIÄ TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	34
4.5	KOSMEETTISTEN NIR-SOVELLUSTEN KÄYTÖN VALVONTA	34
4.6	MUUT TEHTÄVÄT	35
4.7	POIKKEAVAT TAPAHTUMAT	35
5	SÄÄNNÖSTÖTYÖ	36
6	TUTKIMUS	37
7	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	40
8	KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	41
9	VIESTINTÄ	43
10	MITTANORMAALITOIMINTA	44
10.1	YLEISTÄ	44
10.2	MITTARI- JA MITTAUSVERTAILUT	44
11	PALVELUT	46
11.1	KALIBROINNIT, TESTAUKSET JA SÄTEILYTYKSET	46
11.2	MUUT PALVELUT	46
	LIITE 1	
	TAULUKOT	47
	LIITE 2	
	JULKAISUT VUONNA 2018	57

Johdon katsaus

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) toimii ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena, tekee valvontaa tukevaa tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja.

Säteilyn käytön turvallisuustilanne terveydenhuollossa, teollisuudessa ja tutkimuksessa oli vuonna 2018 kohtuullisen hyvä. Terveydenhoidon säteilyn käytössä yksi merkittävimmistä poikkeavista tapahtumista sattui eläintenhoitajalle, joka kontaminoitui I-131:llä kissojen jodihoitojen yhteydessä. Tapahtuma luokiteltiin INES-2 -tapahtumaksi, koska työntekijän annosraja kaulan iholla arvioitiin olleen yli 2 Sv. Teollisuuden säteilyn käytön puolella metallinkierrätykseen liittyen orpoja lähteitä löytyi aiempaa enemmän. STUKille vuonna 2018 raportoiduista poikkeavista tapahtumista kolmessa tapauksessa Am-241-umpilähde sulatettiin teräksen valmistusprosessissa. Kahdeksassa tapauksessa radioaktiivista ainetta löydettiin metalliromun seasta. STUK teki kolmesta lyhyen ajan sisällä tapahtuneesta sulatuksesta ilmoituksen IAEA:lle. Tapahtumien luokka INES-asteikolla oli 1.

Poikkeavien tapahtumien määrä on pysynyt viime vuosien aikana melko samalla tasolla. Säteilyn käytössä raportoitiin STUKille vuonna 2018 poikkeavia tapahtumia 110 kappaletta, vuonna 2017 niitä oli 112 kappaletta ja sitä edellisenä vuonna 105 kappaletta. Säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapahtumat terveydenhuollossa voidaan ilmoittaa kootusti tiettyjen kategorioiden mukaisesti kalenterivuositain. Tällaisia tapahtumia ilmoitettiin 1149 kappaletta vuonna 2018, kun aiempina vuosina niitä on ilmoitettu 1 085 (vuonna 2017), 998 (vuonna 2016) ja 755 kappaletta (vuonna 2015).

Vuonna 2018 säteilyaltistuksen seurannassa oli 16 350 työntekijää, joista 12 002 oli säteilytyöntekijöiksi luokiteltuja. Säteilytyöntekijöiksi luokitelluista työntekijöistä noin 7 200 henkilöä osallistui säteilytoimintaan ja loput ydinenergian käyttöön. Säteilytyöntekijöistä henkilömäärältään suurin ja eniten altistuva työntekijäryhmä on lentotyötä tekevät, yhteensä noin 4 300 henkilöä. Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2018 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa. Vuonna 2018 annosrekisteriin kirjattiin kaikille säteilyaltistuksen seurannassa oleville työntekijöille yhteensä 17,37 Sv:n kollektiiviannos, josta 78 % kirjattiin lentotyötä tekeville työntekijöille.

Vuoden 2018 aikana oli turvallisuuslupa- ja muissa hakemuksissa ajoittain ruuhkautumista. Keskimääräinen käsittelyaika, 14,9 päivää, pysyi kuitenkin hyvin tavoitteiden mukaisena. Tavoiteajan ylittyminen joissakin tapauksissa johtui väliaikaisesta resurssien vajauksesta, johon suurin vaikuttaja oli lainsäädäntötyö. Terveydenhuollon alalla myös SOTE-uudistuksen aiheuttamat uudelleenjärjestelyt, kuten yritysostot, heijastuvat turvallisuuslupahakemuksiin. Käsiteltävänä oli myös hakemuksia täysin uudentyypiselle toiminnalle. Kesällä 2018 STUK myönsi määräaikaisen luvan maailman ensimmäisen kiihdytinpohjaisen BNCT-hoitolaitteen asennukseen ja tekniseen koekäyttöön. Laite on asennettu HYKS Syöpäkeskuksen tiloihin Helsinkiin. Kliinisten potilaskokeiden odotetaan alkavan vuoden 2019 lopulla.

Röntgenlaitteiden määrän lisääntyminen teollisuudessa jatkui. Erityisesti tukkien läpivalaisuun käytettävät röntgenlaitteet ovat lisääntyneet huomattavasti.

Suomen merkittävin materiaalien tutkimukseen keskittyvä radioaktiivisia aineita käsittelevä laboratoriokokonaisuus uudistui VTT:llä Otaniemessä. Uudelle Ydinturvatalolle myönnettiin turvallisuuslupa. Vanhojen laboratoriotilojen käytöstä poisto on menossa.

STUK jatkoi tiivistä yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa mm. osallistumalla viranomaisryhmän kokouksiin.

Ionisoimattoman säteilyn valvonnassa keskeisinä valvonnan kohteina ovat olleet solarium- ja kauneudenhoitopalvelujen tarjoajat sekä showlaseresitykset.

Vuoden 2018 aikana kehitettiin STUKin strategian mukaisesti yhteistyötä yliopistojen ja yliopistosairaaloitten kanssa. Olemassa olevia yhteistyöverkostoja on vahvistettu ja uusia mahdollisuuksia tutkimusyhteistyöhön on aktiivisesti kartoitettu. STUK on ollut aloitteellisenä tutkimusyhteistyön eteenpäin viejänä erityisesti säteilyn lääketieteellisen käytön ja metrologian aloilla. Kuvantamisen kansallista arkkitehtuuria edistettiin STM:n, Kelan ja THL:n kanssa.

STUKin tavoitteena on kehittää tutkimusyhteistyötä kotimaisten yhteistyökumppaneiden kanssa aiempaa enemmän, jotta voidaan taata ajanmukainen tiedonsaanti ja korkealaatuinen asiantuntemuksen taso koko toimialalla. Tutkimusyhteistyö kehittyi suotuisasti. STUK oli mukana myös useissa eurooppalaisissa tutkimushankkeissa, joiden tuloksena saadaan mm. Euroopan komission suosituksia säteilyn käyttöön ja tarvittavaa tutkimustietoa suomalaisille säteilyn käyttäjille ja viranomaisvalvontaan.

STUKin järjestämällä Säteilyturvallisuuspäivillä toukokuussa 2018 käytiin eri toimialojen edustajien kesken keskustelua liittyen uudistuvan säteilylain mukanaan tuomiin muutoksiin. Lisäksi STUK osallistui Sädeturvapäivien järjestämiseen.

Ionisoivan säteilyn kansallisena mittanormaallilaboratoriona STUK ylläpiti kalibrointi- ja mittausten menetelmiä annossuureiden osalta. STUKin kansallisen mittanormaallilaboratorion toiminnan arvioitiin täyttävän toiminnalle asetetut vaatimukset. Laboratorion laadun varmistamiseksi laboratorio osallistui säännönmukaisiin kansainvälisiin mittaustalouksien vertailuihin. Vuoden 2018 vertailumittaustulokset olivat hyvät. Säteilymittareita kalibroidiin kysynnän mukaan. Radonmittareiden kalibrointien määrät ovat lisääntyneet kymmenkertaiseksi viiden vuoden sisällä.

Hyvän säteily- ja ydinturvallisuuden sekä vaikuttavan valvonnan perusta on ajantasainen säännöstö. Täysin uudistettu säteilylaki ja sen alaiset valtioneuvoston asetukset sekä seitsemän uutta STUKin määräystä astuivat voimaan 15.12.2018. Laki ja asetukset uudistettiin STM:n johdolla tiiviissä yhteistyössä STUKin kanssa. Uudistus perustui EU:n säteilysuojeludirektiiviin. Samalla uudistettiin myös kansallisia vaatimuksia. Uudistus toteutettiin, jotta jatkuvasti uudistuvan ja laajenevan säteilyn käytön turvallisuus voidaan varmistaa jatkossakin ja viranomaistoimintaa voidaan modernisoida ja kehittää riskiperusteisemmaksi.

I Yleistä

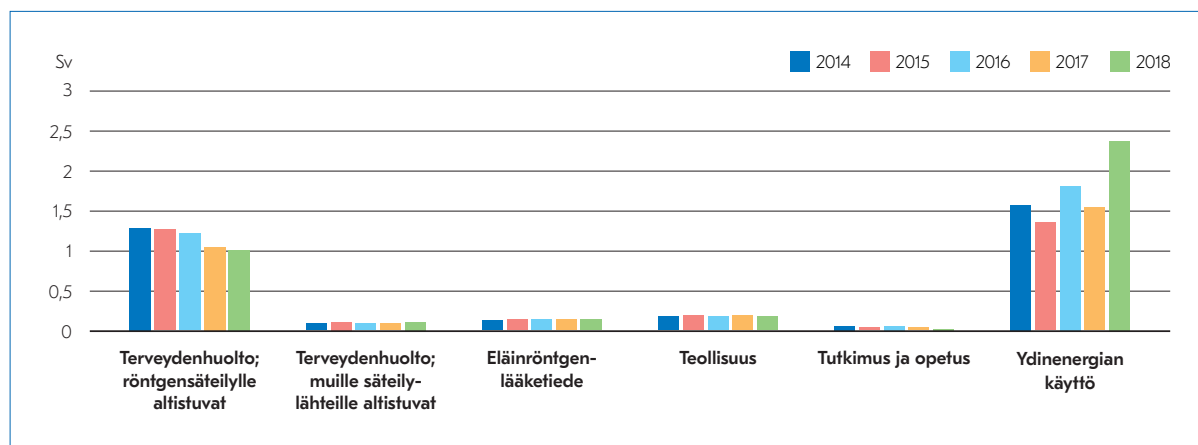
Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi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

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä.

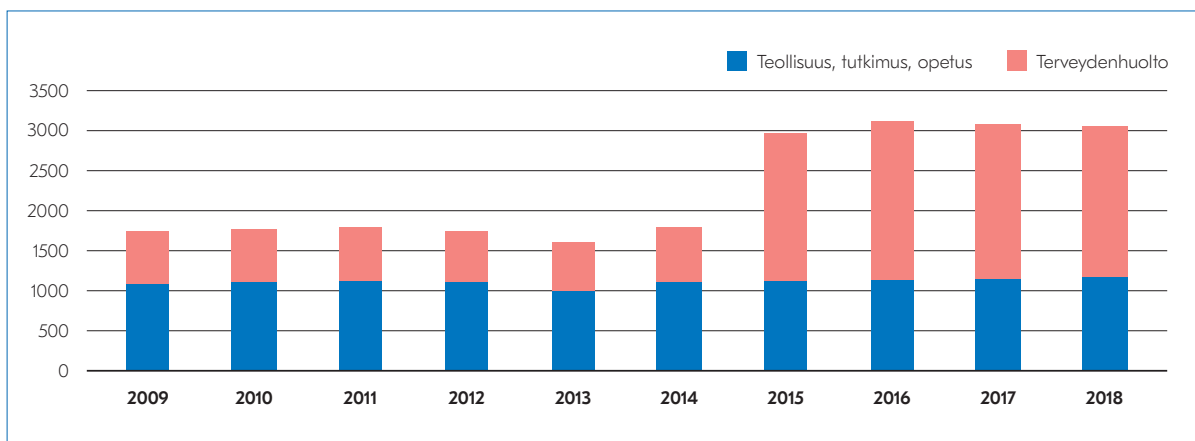
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa STUKin Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osasto (VALO).

I.1 Tärkeimmät tunnusluvut

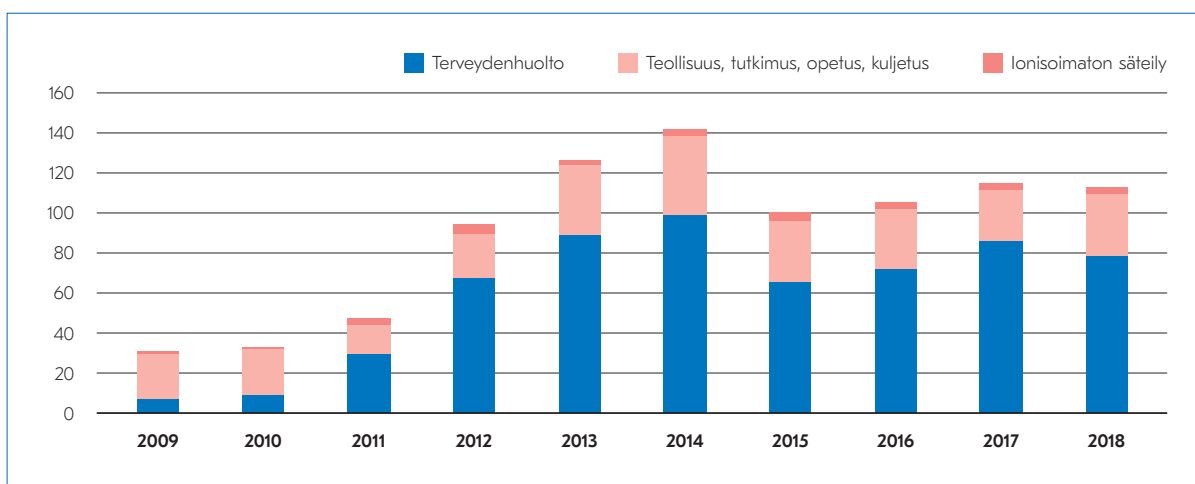
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–4.



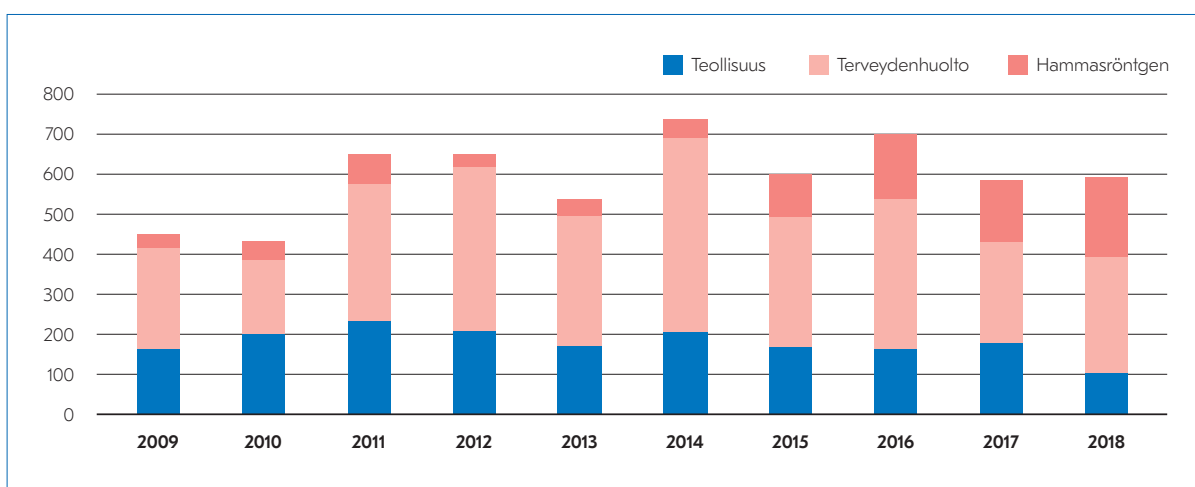
KUVA 1. Säteilyn käytössä annostarkkailussa oleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2014–2018. Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa 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 2009–2018. Terveydenhuollon lupien määrän kasvu johtuu hammasröntgentoiminnan muuttumisesta rekisteröidystä toiminnasta luvanvaraiseksi toiminnaksi.



KUVA 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2009–2018.



KUVA 4. Tarkastusten lukumäärät vuosina 2009–2018.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

Vuoden 2018 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 608 kappaletta (ks. myös kuva 2) ja eläinlääkintää koskevia lupia 277 kappaletta. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 990 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Terveydenhuollon turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 12,2 päivää. Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2018 lopussa.

Röntgentoiminta, hammasröntgentoiminta ja eläinlääketiede

Vuonna 2017 STUK asetti potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten tavanomaisille röntgentutkimuksille sisältäen thorax-tutkimukset sekä hampaiston ja leuan panoraamatomografiatutkimukset. STUKin koordinoiman selvityksen, jossa asetettiin eurooppalaiset vertailutasot kardiologiselle säteilyn käytölle, tulokset julkaistiin vuonna 2018.

STUKin järjestämällä Säteilyturvallisuuspäivillä käytiin eri toimialojen edustajien kesken keskustelua liittyen uudistuvan säteilylain mukanaan tuomiin muutoksiin. Lisäksi STUK osallistui Sädeturvapäivien järjestämiseen.

STUK totesi terveydenhuollon röntgentoiminnan tarkastuksilla 18 tutkimuksessa vertailutason ylityksen, osa näistä oli samalla laitteella tehtäviä eri tutkimuksia. Ylitysten johdosta STUK antoi tarkastuskohteita koskevat korjausmääräykset, joissa kehoitettiin toiminnanharjoittajaa selvittämään, olisiko alemmalla annostasolla saavutettavissa riittävän hyvä kuvanlaatu. Lisäksi edellytettiin, että tarvittavat muutokset tehdään kuvauskäytäntöihin. Osassa tapauksista todettiin, ettei annostasoa pysty laskemaan ilman, että kuvanlaatu kärsii liiaksi. Näiden lisäksi STUK totesi valvonnan yhteydessä 12 hammaslääketieteellisiin kuvauksiin käytettävän panoraamatomografialaitteen ja 13 intraoraaliröntgenlaitteen ylittävän asetetun vertailutason. Yksittäisen potilaan turvallisuutta vaarantavia säteilyannoksia ei valvonnassa havaittu. Tarkastusten yhteydessä havaittiin yhdeksän laitetta, joilla ei ollut

turvallisuuslupaa. Toiminnanharjoittajia kehoitettiin joko hakemaan lupa välittömästi tai lopettamaan laitteen käyttö.

STUKin, yhteistyössä Suomen kardiologisen seuran ja kardiologisen säteilyn käytön asiantuntijoiden kanssa, valmisteleva opas ”Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa” julkaistiin vuonna 2018.

STUK on osallistunut TEMin koordinoimaan Valviran vetämään Luvat ja valvonta-kärkihankkeeseen (LV-hanke), jossa on kehitetty sosiaali- ja terveystalouden (Sote-toimijat) palvelukokonaisuutta. Lisäksi STUK osallistui STM:n vetämään hallinnonalan digitalisaatiohankkeeseen Älypalvelut ja robotisaatio. STUK osallistui myös radiologisen kuvantamisen kansallisen arkkitehtuurin (Kvarkki) toimeenpanoprojektiin, eli THL:n ja KELAn Kuva-aineistojen arkistointiprojektiin, antamalla lausuntoja ja konsulttiapua projektin suunnitelmiin.

STUK osallistui Euroopan radiologiyhdistyksen koordinoiman EUCLID-hankkeen tieteelliseen neuvostoon. Projektissa pyritään antamaan eurooppalaiset, indikaatioihin perustuvat, vertailutasot yleisimpiin TT-tutkimuksiin, tavanomaisiin röntgentutkimuksiin ja toimenpiteisiin.

STUK osallistui terveydenhuollon säteilyn käyttöä käsittelevän pohjoismaisen työryhmän (NGMA) työhön. Ryhmän vuosikokouksessa elokuussa 2018 keskusteltiin muun muassa laitevalmistajaan tehdystä pohjoismaisesta yhteistarkastuksesta sekä käynnissä olevasta pohjoismaisesta vertailutasoprojektista. STUK osallistui myös HERCAN (Heads of European Radiological Protection Competent Authorities) toimintaan.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2018 asennetut tai siirtoasennetut terveydenhuollon röntgenlaitteet. Kyselyn tuloksena löydettiin 12 röntgenlaitetta, jolle ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista. Lisäksi kyselyssä tuli esiin 13 hammasröntgenlaitetta, joita ei ollut ilmoitettu STUKille. Tarkastusten yhteydessä STUKin tietoon tuli yhdeksän terveydenhuollon röntgenlaitetta, joille ei ollut turvallisuuslupaa. Kyseisille laitteille haettiin turvallisuuslupa.

Vuoden 2018 aikana STUK sai 42 kappaletta terveydenhuollon röntgentoimintaan liittyvää poikkeavan tapahtuman ilmoitusta (kohta 2.8). Turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapaukset voidaan ilmoittaa vuosiyhteenvetoina. Tällaisia tapauksia ilmoitettiin 1 149 kappaletta.

Isotooppilääketiede

Edellisvuoden tapaan isotooppilääketieteen tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota kontaminaatiomittausten tekemiseen säännöllisesti ja aina työskentelyn päättyessä.

Työntekijöiden kontaminaation mittaamiseen on suositeltu hankittavaksi käsi- ja jalkakontaminaation valvontalaitteita. Useamman vuoden suosittelun jälkeen näitä laitteita on hankittu isotooppiyksiköihin. Kontaminaatiomittauksien tekeminen ja mittausten tulosten dokumentoiminen on yleistynyt. Tästä huolimatta tarkastusten yhteydessä on usein havaittu kontaminaatiota tai radioaktiivisia roskia paikoissa, joissa niitä ei pitäisi olla.

Isotooppiyksiköihin saapuvia ja niistä lähteviä radioaktiivisten aineiden kuljetuksia on tarkastettu viranomaisyhteistyössä poliisin kanssa. Kuljetustarkastukset on

pääsääntöisesti tehty tavanomaisen säteilyn käyttöpaikkojen tarkastustoiminnan yhteydessä yllätystarkastuksina kuljetuksia tekeville yrityksille. Tarkastuksissa on havaittu puutteita kuljetusjärjestelyissä ja poliisi on näissä tapauksissa sakottanut kuljettajaa. Sairaaloiden menettelyissä kuljetuksiin liittyen ei ole havaittu merkittäviä puutteita.

PET-TT-tutkimusten määrän kasvu näkyy laitehankinnoissa ja tutkimusten tekemisen aloittamisena uusilla käyttöpaikoilla.

Sädehoito

Sädehoitoa annettiin kaikissa viidessä yliopistosairaalassa, seitsemässä keskussairaalassa sekä yhdellä yksityisklinikalla n. 16 000 potilaalle. STUK teki vuoden 2018 aikana 5 sädehoitolaitteen ja yhden TT-simulaattorin käyttöönottotarkastusta sekä 38 määräaikaistarkastusta.

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat sairaaloiden hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten ero oli fotonikeiloissa keskimäärin 0,2 % (keskihajonta 0,3 %) ja elektronikeiloissa 0,4 % (keskihajonta 0,5 %) sekä jälkilatauslähteillä 0,1 % (keskihajonta 1,5 %). Hoidon turvallisuutta vaarantavia, annospoikkeamia ei vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon potilasannoksen tarkkuuden valvonnassa verrattiin annoslaskentajärjestelmän avulla laskettuja useamman kentän suunnitelmia vastaaviin mittaustuloksiin. Potilasannoksiin vaikuttavia annoslaskentajärjestelmien tarkastuksia tehtiin yli 500 sädehoitokeilalle. Sairaaloiden annossuunnitteluohjelmistojen laskentatarkkuutta sekä syöttötietojen oikeellisuutta voidaan pitää erittäin hyvänä. Yli 3 %:n poikkeamia ei havaittu lainkaan.

Vuoden 2018 aikana myönnettiin asennus- ja koekäyttölupa boori-neutronihoitolaitteelle. Laitteella tullaan antamaan vastaavia hoitoja, joita aiemmin annettiin Espoon Otaniemessä olleella FIR-1-reaktorilla, mutta säteilyn tuottoon ei tässä tarvita ydinreaktoria, vaan neutronit tuotetaan hiukkaskiihdyttimellä.

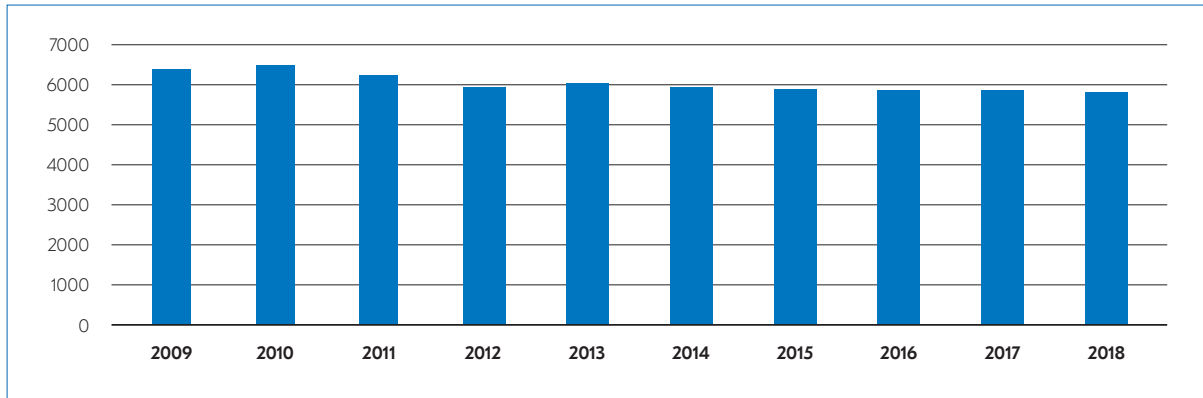
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Turvallisuusluvut

Vuoden 2018 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 167 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 589 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 19,1 päivää. Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

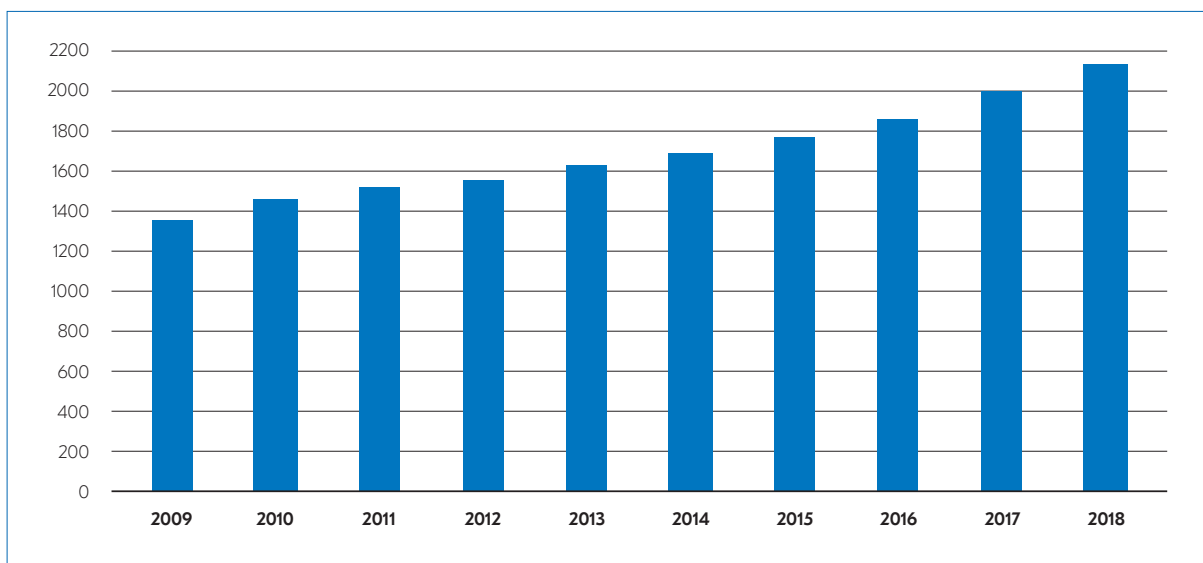
Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 5 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen käytössä. Määrä on pysynyt pitkään lähes samana.



KUVA 5. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä 2009–2018.

Kuvassa 6 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 6. Röntgenlaitteiden lukumäärä 2009–2018.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2018 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttö

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

STUK tarkastaa suunnitelmansa mukaisesti luvanhaltijoiden kuljetettavat säteilylähteet sekä niiden käytön ja kuljetusjärjestelyt. Tarkastusten yhteydessä havaituista kuljetusjärjestelyjen puutteista annettiin korjausmääräykset ja valvottiin niiden toteuttaminen.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksia koskevia hakemuksia tuli STUKin käsiteltäväksi vuonna 2018 kaksi kappaletta. Molemmat liittyivät vanhojen umpilähteiden kuljetukseen.

STUK jatkoi yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa osallistumalla Trafin koordinoimaan valvontaviranomaisten ryhmään sekä yhteistarkastukseen.

STUK viimeisteli oppaan turvajärjestelyistä auttamaan toiminnanharjoittajia vaatimusten täyttämässä.

STUK lähetti loppuvuodesta 2018 radiografiayrityksille kyselyn, siitä miten uuden säteilylain mukaiset velvoitteet koskien ulkopuolisia työntekijöitä toteutuvat yrityksissä. Kyselyn tuloksia käytetään valvonnan suunnittelussa. Säteilyn käyttötavoista erityisesti tukkien läpivalaisulaitteiden määrä lisääntyi. Näihin liittyi myös useita käyttöönottotarkastuksia.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveydenhuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Terveydenhuollon ja eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin vuonna 2018 yhteensä 490 kappaletta, joista eläinröntgentoiminnan tarkastuksia oli 45 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin toiminnanharjoittajille 238 korjausmääräystä. Tarkastuksilla löydettiin 9 laitetta, joilla ei ollut laitteen käyttöön tarvittavaa turvallisuuslupaa. Vertailutason ylittäviä annoksia mitattiin tarkastuksilla 18 kappaletta.

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2018 noin 1 300 toiminnanharjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin postitse lähetettävillä testipaketeilla 924 intraoraaliröntgenlaitteelta (testipaketteja lähetettiin 1 000 kpl). Keskimääräinen annos oli 1,1 mGy. Annos tarkoittaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 2,5 mGy ylittyi 13 kuvauslaitteella.

Vuonna 2018 tarkastettiin 198 kappaletta tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytettävää panoraatomografiaröntgenlaitetta. Hammasröntgentoiminnassa painotettiin

isompien toiminnanharjoittajien tarkastuksia laitetarkastusten sijasta. Pääosa tarkastuksilla havaituista puutteista kohdistui laadunvarmistukseen, laitteeseen, oheislaitteisiin tai tarvikkeisiin tai rekisteritietojen oikeellisuuteen. Vertailutason ylittäviä annoksia havaittiin tarkastuksilla 12 panoraamatomografiaröntgenlaitteella.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Tarkastuspöytäkirjojen sisältöön ja pääosin myös valmistumisnopeuteen oltiin tyytyväisiä.

Teollisuus, tutkimus ja opetus

Vuoden 2018 tarkastukset

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2018 aikana 102 tarkastusta. Vuosisuunnitelman mukaisesti määräaikaistarkastukset tehtiin 2–8 vuoden välein toiminnan vaativuudesta ja laajuudesta riippuen. Lisäksi uusien turvallisuuslupien toiminnat pyritään tarkastamaan ennen toiminnan aloittamista tai vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Vuonna 2018 tähän ei päästy. Osa luvista jäi tarkastamatta, koska tarkastusajankohtaa ei saatu aikataulullisista syistä sovittua tai koska luvanhaltijalla ei ollut toimintaa vuoden 2018 aikana. Tarkastuksen ajankohdasta sovitaan yleensä etukäteen vastaavan johtajan kanssa. Tarkastuksista 86 kpl oli määräaikaistarkastuksia ja 16 kpl käyttöönottotarkastuksia.

Tarkastusten jälkeen vastaaville johtajille lähetettiin palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset olivat hyödyllisiä ja annetut korjausmääräykset perusteltuja. Erityisen tyytyväisiä oltiin havaintojen ja niiden perusteella annettujen määräysten läpikäyntiin tarkastuksella. Joissakin tapauksissa vastaava johtaja ilmoitti, että pöytäkirja ei saapunut riittävän pian tarkastuksen jälkeen. Yleisesti tarkastusten koettiin parantavan säteilyturvallisuutta. Tarkastuksista ja tarkastajien ammattitaidosta annettiin myönteistä palautetta.

Ennalta ilmoittamattomat tarkastukset

Vuonna 2018 ei tehty ennalta ilmoittamattomia tarkastuksia.

2.4 Radioaktiivisten aineiden valmistus, tuonti, ja vienti

Tiedot radioaktiivisten aineiden toimituksista Suomeen tai Suomesta sekä valmistuksesta Suomessa vuonna 2018 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 6 ja 7. Taulukoiden luvut perustuvat kauppaa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin.

Taulukot eivät sisällä seuraavia tietoja:

- Toiminnanharjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankitut ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetut radioaktiiviset aineet.

- Radioaktiiviset aineet, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- Umpilähteitä, joiden aktiivisuus on pienempi tai yhtä suuri kuin vapaaraja.
- Amerikiumia (Am-241) sisältävät palovaroittimet ja paloilmoitinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan noin 50 500 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 1,7 GBq.
- Suomeen tuodut, radioaktiivista ainetta sisältävät lamput ja sytyttimet. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonaa (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuodut ja Suomesta viedyt avolähteet. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, Lu-177, I-131, I-123, Br-82, W-188, P-32, Y-90, Fe-55 ja F-18.

STUK pyysi vuoden 2019 alussa Suomessa toimivilta teollisuuden ja tutkimuksen röntgenlaitteiden myyjiltä (37 kpl) ilmoitusta vuonna 2018 luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella todettiin alustavasti, että kolmella toiminnanharjoittajalla ei ollut lupaa röntgenlaitteiden käyttöön tai hallussapitoon. Lisäksi todettiin, että kymmenen luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut uusien röntgenlaitteiden hankinnoista STUKille. STUK valvoi, että havaitut puutteet korjattiin ja että kaikkien edellä mainittujen laitteiden käyttöön haettiin turvallisuuslupaa tai ne lisättiin asianmukaisesti olemassa olevaan turvallisuuslupaan.

2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2018 yhteensä 12 002 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia, kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien, tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin 75 852 kappaletta. Lukumäärään sisältyvät myös luonnonsäteilylle – radonille ja avaruussäteilylle – altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2018 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa 100 mSv. Yhden työntekijän pinta-annos ylitti huomattavasti ihon ekvivalenttiannoksen vuosiannosrajan, joka on 500 mSv. Säteilyturvallisuuspoikkeaman seurauksena eläintenhoitaja sai kaulan iholleen jodin radioaktiivista isotooppia 131, joka aiheutti 21 000 mSv:n pinta-annoksen.

Keskimääräiset työntekijöiden säteilyannokset olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiempina vuosina. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) säteilyn käytössä olivat noin 1,46 Sv ja ydinenergian käytössä noin 2,37 Sv. Yhteenlaskettu annos säteilyn käytön osalta laski 3,4 % edelliseen vuoteen verrattuna. Ydinenergian käytössä yhteenlaskettu annos oli 55,7 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotöistä riippuen. Suomen ydinvoimalaitoksilla säteilytyöstä aiheutunut suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 14,8 mSv.

Terveydenhuollon toimialalla suurin syväannos (40,3 mSv) aiheutui toimenpideradiologille. Eläinlääkinnässä suurin syväannos (6,5 mSv) kirjattiin eläinlääkärille. Nämä vastaavat noin 1,3 mSv:n ja 0,2 mSv:n efektiivisiä annoksia. Suurin syväannos (4,7 mSv) terveydenhuollossa, joka aiheutui muusta kuin röntgensäteilystä, kirjattiin useita säteilylähteitä käyttävälle röntgenhoitajalle. Teollisuudessa suurin syväannos (6,8 mSv) aiheutui merkkiainekokeita tehneelle henkilölle, tutkimuksessa suurimmalle syväannokselle (2,9 mSv) altistui useita erityyppisiä lähteitä käyttänyt henkilö, ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa suurin syväannos oli 10,6 mSv.

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 2018 vuosiannosrajaa. Suurin vuosiannos oli tutkijalle mitattu 148,0 mSv. Suurimmat käsien iholle aiheutuneet annokset ovat jonkin verran suurentuneet terveydenhuollon, teollisuuden ja tutkimuksen toimialoilla verrattuna edellisvuoteen, kun taas radioaktiivisten aineiden valmistuksessa annokset ovat hieman pienentyneet. Radioaktiivisten aineiden valmistusta lukuun ottamatta sormiannosmittaria käyttävien työntekijöiden määrä on myös hieman kasvanut edellisvuoteen verrattuna. Ainoastaan kolmella avolähteitä käsittelevistä työntekijöistä käsien ihon annos oli suurempi kuin 100 mSv.

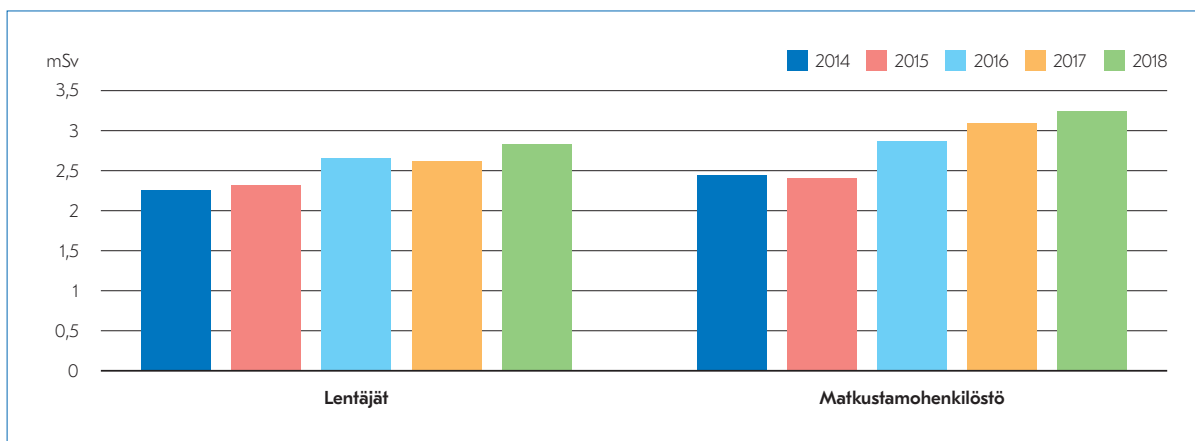
Radon työpaikoilla

Annosrekisterin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja.

Vuoden 2018 aikana yhteensä yhdeksän työpaikkaa oli määrätty järjestämään radonaltistuksen seuranta omille ja alihankkijoiden työntekijöille. Työnantajia oli yhteensä 14. Yhden työpaikan tiloissa voi työskennellä usean eri yrityksen työntekijöitä. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden aikana yhteensä 95 työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Kuudessa kohteessa tehtiin onnistunut radonkorjaus. Vuoden lopussa altistumisen seurannassa oli enää kolmen toiminnanharjoittajan työntekijöitä.

Avaruussäteily

Vuodelta 2018 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kolmen lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin henkilökohtainen vuosiannos ohjaamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä oli 5,4 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 5,7 mSv. Ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 2,8 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden 3,2 mSv. Keskimääräiset annokset vuosina 2014–2018 on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2014–2018.

Edellisvuoteen verrattuna lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä lisääntyi 9,9 %:lla ja työntekijöille aiheutunut kollektiivinen annos kasvoi 16,6 %. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kokonaisannos esitetään liitteen 1 taulukossa 8.

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 2018.

2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyskriteerit

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

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

Viidelle vastaavan johtajan kuulusteluja ja koulutusta järjestävälle koulutusorganisaatiolle tehtiin vuonna 2018 hyväksyntäpäätös. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2018 lopussa yhteensä 20 koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esitetään STUKin [www-sivuilla \(www.stuk.fi\)](http://www.stuk.fi).

Lentotoiminnanharjoittajat

Vuonna 2018 STUK ei tehnyt yhtään tarkastusta lentoyhtiöihin. Seuraavat tarkastukset tehdään vuonna 2019.

Annosmittauspalveluiden ja –menetelmien hyväksyntäpäätökset

STUK ei vuoden 2018 aikana hyväksynyt uusia annosmittauspalveluita tai -menetelmiä.

Radonmittalaitteiden hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2018 aikana tehtiin viisi radonmittausmenetelmän hyväksyntäpäätöstä. STUKin www-sivuilla on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty ohjeen ST 1.9 vaatimusten mukaisesti ja jotka ovat antaneet luvan julkaista nimensä hyväksytyjen listalla. Radonmittalaitteet pitää olla myös asianmukaisesti kalibroituja.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2018 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 12. Osa jätteistä on loppusijoitettu TVO:n voimalaitosjätteen loppusäilytystilaan vuoden 2017 alusta alkaen.

2.8 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on viivytyksettä 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.

STUKille ilmoitettiin 110 poikkeavaa tapahtumaa ionisoivan säteilyn käytössä vuoden 2018 aikana. Osa vuonna 2018 sattuneista poikkeavista tapahtumista ilmoitettiin STUKille vasta alkuvuodesta 2019.

Ilmoituksista 75 koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 30 säteilyn käyttöä teollisuudessa. Eläinlääkinnän alalta ilmoitettiin kahdesta poikkeavasta tapahtumasta. Suomessa sattuneiden poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2009–2018 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1), mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.7.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat, jotka eivät edellytä turvallisuusmerkitykseltään välitöntä ilmoittamista, voidaan ilmoittaa kootusti vuosi-ilmoituksella. Vuosi-ilmoitus eroaa viivytyksettä tehtävistä ilmoituksista siten, että vuosi-ilmoituksessa ilmoitetaan vain kuhunkin tapahtumakategoriaan kuuluvien poikkeavien tapahtumien lukumäärä. Vuotta 2018 koskevia ilmoituksia saatiin 62 taholta ja niissä ilmoitettiin yhteensä 971 poikkeavasta tapahtumasta ja 178 läheltä piti -tapahtumasta.

Yhteensä ilmoituksia oli 1149 kappaletta. Vuosi-ilmoituksella ilmoitettujen poikkeavien tapahtumien lukumäärät kategorioittain on esitetty jäljempänä taulukossa 1.

Vuosi-ilmoituksella ilmoitetut yhteensä 1149 tapahtumaa jakautuivat 16:n ennalta kuvatun kategorian (ohje ST 3.3) lisäksi säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisiin muihin tapahtumiin ja tarkemmin määrittelemättömiin läheltä piti -tapahtumiin. Osasta tapahtumista ilmoitettiin myös lisätietoja. Ilmoitetuista tapahtumista lähes puolet koski erilaisia laite- tai järjestelmävikoja. Väärän potilaan kuvauksia oli 56 kappaletta ja sikiön tahattomia altistuksia yksi tapaus. Vuosi-ilmoituksia kerättiin neljättä kertaa ja ilmoitusten määrässä ei ole viime vuoteen nähden tapahtunut merkittävää muutosta.

Seuraavaksi on esitetty poikkeavia tapahtumia terveydenhuollon säteilyn käytössä ryhmiteltyinä säteilyn käytön mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty tarkempi kuvaus.

Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa

Röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa viivytyksettä tehtyjä poikkeavien tapahtumien ilmoituksia oli 42 kappaletta, kun vuonna 2017 ilmoitettuja tapahtumia oli 48 kappaletta. Yleisimmät syyt poikkeavaan tapahtumaan vuonna 2018 olivat erilaiset laiteviat (19 kpl) sekä tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe (12 kpl). Suurin yksittäinen altistus, yhteensä 42 mSv, aiheutui potilaalle kahdesti epäonnistuneesta TT-kuvauksesta. Kyseisessä tapauksessa kuvaus keskeytyi heti aortan TT-tutkimuksen aluksi. Tutkimus päätettiin kuitenkin aloittaa saman tien uudelleen ilman uutta varjoaineruiskutusta, mutta varjo-aineajoitus oli jo mennyt ohi. Epäonnistunut kuvaus päädyttiin uusimaan lopulta toisella laitteella.

Esimerkkitapaus 1:

Potilaalle tehtiin lähete kaula- ja aivovaltimoiden TT-kuvaukseen ja samalla hänelle varattiin aika tähän tutkimukseen kahden päivän päähän. Potilaan vointi kuitenkin huononi ja pyydetty kuvaus tehtiin kiireellisesti seuraavana päivänä eri läheteellä. Alkuperäistä lähetettä ei epähuomiossa poistettu, mistä syystä potilas kuvattiin turhaan uudelleen seuraavana päivänä alkuperäisen lähetteen mukaisesti. Potilaalle aiheutui arviolta 3,3 mSv:n ylimääräinen efektiivinen annos.

Esimerkkitapaus 2:

Radiologi, kaksi röntgenhoitajaa ja amanuenssi altistuivat isotooppitutkimuksessa käyneestä potilaasta emittoituneelle säteilylle. Potilaalle annettiin luuston gammakuvauksen yhteydessä 600 MBq Teknetium-99m:ää. Noin kaksi tuntia myöhemmin samana päivänä isotooppikuvauksesta tietämättä tehtiin angiografiassa nefrostomia. Potilas oli haettu osastolta röntgeniin ja ei tiedetty, että potilaalle oli annettu isotooppiainetta. Osasto oli saanut jälkihoito-ohjeet miten toimia, kun potilas on saanut isotooppiaineen, mutta ei ollut informoinut potilaskuljettajia asiasta. Nefrostomian tekijöillä ei ollut täten tietoa, että potilas oli säteilevä. Tieto asiasta saatiin röntgenosastolle vasta seuraavana päivänä.

Radiologin ylimääräiseksi efektiiviseksi annoksi arvioitiin lyijyliivi huomioiden alle 80 μSv , toimenpiteessä mukana olleille hoitajille alle 30 μSv ja amanuenssille noin 10 μSv .

Esimerkkitapaus 3:

KKTT-laitteen ohjaustietokoneen päivityksen yhteydessä laitteen ohjelmistoversio päivittyi. Tämän johdosta tietyissä tilanteissa koronaalisuunnan leikkeiden esityssuunta ei tallentunut normaalissa radiologisessa orientaatioissa eli että potilaan vasen puoli näkyy oikealla. Lisäksi tallennettaessa koronaalikuvien modaliteetin vuoksi puolimerkit eivät näy kliinikolle. Tapahtuman aiheutti virhe ohjelmiston toiminnassa. Asian tultua ilmi selvitettiin, että päivityksen jälkeen kuvatusta noin 140 potilaasta 12 tapauksessa kuvat eivät olleet tallentuneet oikeassa radiologisessa orientaatioissa. Näissä tapauksissa on voinut aiheutua vaaratilanne mahdollisesta virheellisestä diagnoosista johtuen.

Virheellisessä orientaatioissa olevat koronaalikuvat poistettiin PACSista ja kyseisiä potilaita hoitavia lääkäreitä informoitiin. Tarvittaessa oikeassa orientaatioissa olevat koronaalileikkeet voitiin muodostaa. Koronaalisuuntaisten leikkeiden tekeminen lopetettiin siihen asti kunnes ohjelmistovirhe korjattiin.

Isotooppiyksiköissä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat

Terveystieteiden isotooppiyksiköt ilmoittivat 31 poikkeavaa tapahtumaa. Ilmoitusten lukumäärä on lähes sama, kuin vuonna 2017, jolloin ilmoitettiin 34:stä poikkeavasta tapahtumasta. Poikkeavien tapahtumien ilmoitusten lukumäärässä on vuosittaista vaihtelua, joka on nähtävissä kuvasta 3.

Poikkeavien tapahtumien ilmoituksista viisi koski tapahtumia, missä potilaan kunto tai yhteistyöhaluttomuus oli estänyt tutkimuksen suorittamisen. Viisi ilmoitusta koski henkilökunnan inhimillisen virheen takia epäonnistuneita tutkimuksia. Neljässä tapauksessa radioaktiivisen lääkkeen injektio oli epäonnistunut. Tapauksista 23:ssa altistuneena oli potilas ja kuudessa työntekijä.

Suurin poikkeavasta tapahtumasta potilaalle aiheutunut ylimääräinen altistus oli 12 mSv. Ylimääräinen altistus aiheutui, kun potilas TT-kuvauksen jälkeen ilmoitti, ettei hän pysty olemaan samassa asennossa PET-kuvauksen ajan. TT-kuvaus toistettiin potilaan uudelleen asettelun jälkeen, jotta hän voi olla samassa asennossa PET- ja TT-kuvauksen ajan.

Isotooppi lääketieteen poikkeavista tapahtumista työntekijöille aiheutuneet säteilyaltistukset olivat vuonna 2018 alhaisia. Suurimmat efektiiviset annokset olivat muutamia kymmeniä mikrosieverttejä.

Esimerkkitapaus 1:

Laboratorionhoitaja oli lisännyt sestamibipulloon 11 GBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$:ää, mutta ei muista, oliko samalla muistanut vetää pois suojakaasun. Viiden minuutin keittämisen jälkeen pullo räjähti kuivakeittimessä. Räjähdyksen aikaan kuumalaboratoriossa oli laboratorionhoitaja ja erikoistuva fyysikko. Laboratorionhoitajalla ja erikoistuvalla fyysikolla oli asianmukainen suojarustus, johon kuului mm. hengitysmaski, suojamyssy, lyijyessu, suojaessu tai irtohihat. He olivat selin pulloa kohden räjähdyksen aikaan. Suojarustuksesta huolimatta

kummankin kasvojen alueella oli kontaminaatiota. Räjähdyksen jälkeen kumpikin riisuutui ja kävi suihkussa. Kontaminaatiomittauksien avulla määritettiin kontaminoituneet ihon alueet ja tehtiin tarvittavat puhdistustoimenpiteet. Tapahtumasta aiheutui laboratorionhoitajalle ja erikoistuvalla fyysikolle arviolta noin 3 μSv :n ja 7 μSv :n efektiiviset annokset ja 70 μSv :n ja 820 μSv :n ekvivalenttiannokset iholle. Tapahtumaa hoitaneelle sairaalafyysikolle tapahtumasta aiheutui noin 12 μSv :n efektiivinen annos.

Esimerkkitapaus 2:

Kuvantamisyksikön PET-TT-laitteen TT lakkasi toimimasta. Tämän vuoksi neljä ^{18}F -FDG-radiolääkkeen saanutta potilasta jäi kuvaamatta. Potilaille aiheutui tapahtumasta 3,3 mSv:n, 4,9 mSv:n, 5,3 mSv:n ja 4,4 mSv:n tarpeettomat säteilyaltistukset.

Esimerkkitapaus 3:

Potilaalle oli tehty ^{177}Lu -oktreotidihoidon radiolääkeinfuusio vuodeosastolla. Infuusiossa potilas sai noin 7 000 MBq ^{177}Lu radiolääkettä 500 ml:n tilavuudessa laskimoteitse. Infuusiovälineitä isotooppiostasolle palautettaessa putosi tippaletku sälytystelineestä hissien lattialle. Aktiivisuutta levisi arviolta 1,5 MBq hissien lattialle ja hoitajan kengälle. Hissi ja hoitajan kenkä mitattiin kontaminaatiomittarilla ja puhdistettiin. Kontaminaatiota ei havaittu muissa tiloissa, eikä sitä levinnyt henkilökunnan tai potilaiden iholle. Hissi pidettiin käyttökielossa, kunnes lattian aktiivisuuskate oli laskenut rajan 4 Bq/cm² alapuolelle. Tapahtumaa hoitaneiden altistus oli alle 1 μSv , eikä sisästä kontaminaatiota havaittu.

Sädehoidon poikkeavat tapahtumat

Sädehoitoa koskien ilmoitettiin kaksi poikkeavaa tapahtumaa. Ensimmäisessä tapauksessa sädehoitoyksikön henkilökuntaan kuuluva henkilö oli brakyterapiahoituhuoneessa tarkastamassa hoitolaitteita, kun TT-kuvauslaite käynnistettiin. Bunkkerin ovi oli suljettu henkilön sitä huomaamatta ja tästä hetken kuluttua huoneessa olevan TT-laitteen lämmityssekvenssi aloitettu. Säätilassa olevat henkilöt olivat ennen oven sulkemista kovaäänisesti huutaneet hoituhuoneeseen, että onko siellä ketään ja mitään vastausta saamatta sulkeneet oven. Hoituhuoneessa ollut henkilö ei kuullut huutoja eikä kuullut tai nähnyt ovien sulkeutumista. Kun huoneessa olija havahtui TT-laitteen alkavan käynnistyä, painoi hän hätä-seis-kytkintä, jolloin TT-laite välittömästi sammui. Hoituhuoneessa olleen säteilyaltistus tapahtumasta oli hyvin alhainen. Toisessa tapauksessa potilaalle oli määrätty CBCT-kuvaus hoitokohteen paikan varmistamiseksi. CBCT-kuvaus toteutui normaalisti. Pöytää takaisin isosentriin siirrettäessä OBI-ohjelma jumiutui, jonka takia pöytää ei pystynyt siirtämään ja CBCT-kuvaa ei pystytty käyttämään. Tietokoneohjelman kaatumisen vuoksi CBCT-kuvaus jouduttiin uusimaan ja potilas sai ylimääräisen säteilyaltistuksen. Uusintakuvaus onnistui ongelmitta ja hoito toteutui suunnitelman mukaisesti.

TAULUKKO 1. Terveydenhuollon vuosi-ilmoituksella ilmoitetut poikkeavat tapahtumat.

Altistunut taho	Poikkeavan tapahtuman tyyppi	Syy tai tapahtumaan myötävaikuttanut tekijä	Tapahtumia vuodessa/kpl
Lähteeseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Lähete tehty väärälle henkilölle	Inhimillinen virhe	31
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	8
Potilas	Lähteessä väärä tutkimus tai anatominen kohde	Inhimillinen virhe	54
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	5
	Muu virhe lähteessä		59
Tutkimuksen tekemiseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Kuvattu väärä potilas	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu ennen tutkimusta	17
Potilas	Tehty väärä tutkimus tai kuvattu väärä anatominen kohde	Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	73
		Vialliset tai puutteelliset toimintaohjeet	14
	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	214
Ylimääräinen altistus, muut tapahtumat			
Potilas	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Yksittäinen laitevika	187
		Laitteen, oheislaitteen tai järjestelmän tms. virhealttius*) osana tapahtumaa	264
	Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	20
Potilas ja työntekijä	Lisäksi työntekijä altistunut yllä mainitun poikkeavan tapahtuman yhteydessä (kun työntekijän altistus merkityksetön)		5
Työntekijä	Työntekijän altistuminen (kun altistus merkityksetön)		10
Muu tapahtuma:			17
Tarkoitukseton sikiön altistuminen			
Sikiö	Kuvattu raskaana oleva	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voi todentaa	0
		Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty ennen toimenpidettä	1
Läheltä piti -filanne, joka aiheuttanut käyttöpaikalla toimenpiteitä			
	Silloin kun ei ole tarkoituksenmukaista tehdä tarkempaa ilmoitusta viranomaiselle		178

*) Virhealttiudella tarkoitetaan tässä laitteen tai järjestelmän huonoa käytettävyyttä, jolloin helposti tehtävissä oleva inhimillinen virhe johtaa ylimääräiseen säteilyaltistukseen.

Eläinlääketieteen poikkeavat tapahtumat

Eläinlääketiedettä koskien ilmoitettiin kahdesta poikkeavasta tapahtumasta. Ensimmäisessä tapauksessa eläinlääkärin kaula kontaminoitui ¹³¹I:llä kissojen jodihoidon yhteydessä. Kontaminaatio tapahtui todennäköisesti keskiviikkona kissan turkkiin jääneestä ¹³¹I-nesteestä. Eläinlääkärin havaitsi kaulansa kontaminaation vasta perjantaina. Tästä ilmoitettuaan vastaava johtaja ohjeisti eläinlääkärin ottamaan joditabletin. Lauantaina vastaava johtaja teki tarkemmat mittaukset ja puhdistukset kaulalle. Ennen puhdistusta kaulan aktiivisuus oli 300 kBq ja puhdistuksen jälkeen kaulan aktiivisuus oli 100 kBq. Vastaavan johtajan arvion mukaan kaulan ihon ekvivalenttiansios oli yli 2 Sv. Säteilyturvakeskuksessa tehtyjen mittausten perusteella kilpirauhasen ekvivalenttiansios oli 27 mSv ja efektiivinen annos 1,4 mSv. Työntekijän annosrajan ylityksen vuoksi tapaus raportoitiin INES 2 -luokan tapahtumana.

Toisessa tapauksessa koirasta otetussa vatsaontelokuvassa kuvan raja-alue oli riittämätön ja koira kiinni pitäen eläinlääkärin kolme sormea olivat säteilykeilassa. Tapauksesta aiheutui eläinlääkärille alle 1 µSv:n efektiivinen annos.

Poikkeavat tapahtumat teollisuudessa ja tutkimuksessa

STUKille raportoitiin vuonna 2018 yhteensä 30 poikkeavaa tapahtumaa, jotka koskivat säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Tapahtumat liittyivät esimerkiksi teollisuusradiografiaan, avolähteiden käyttöön sekä säteilylähteiden löytymiseen metallinkierrätysprosessissa tai muuten.

Säteilyn käyttö teollisuudessa

STUKille raportoitiin vuonna 2018 yhdeksän säteilyn käyttöön teollisuudessa liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Viidessä tapauksessa umpilähdelaiteiden sulkimia oli jäänyt sulkematta tai lähde oli jäänyt suojuksen ulkopuolelle. Kaksi tapausta koski suojahuoneen ja umpilähteen suojuksen vaurioitumista sekä yhdessä tapauksessa röntgenlaite varastettiin.

Esimerkkitapaus 1:

Teollisuuslaitoksessa lattian purkua suorittamassa ollut työntekijä oli vetänyt purettavaa lattiavaneria pois säteilylähteen suojuksen alta, jolloin suojuksen oli liikkunut lattiavanerin mukana. Suojuksen oli ollut kiinnitettynä lattiaan, mutta kiinnityspultit olivat syöpyneet rikki. Työntekijä nosti suojuksen lähteineen siilon päälle siten, että säteilylähteen keila osoitti alaspäin. Myöhemmin toinen työntekijä sai ilmoituksen, ettei yksi pinnanmittaus toimi. Tämä työntekijä nosti säteilysuojuksen takaisin paikalleen. Lähteen suljin oli auki koko ajan. Seuraavana päivänä suljin suljettiin ja suojuksen kiinnitettiin kunnolla paikalleen.

Esimerkkitapaus 2:

Teollisuuslaitoksessa työntekijät havaitsivat, että radiometrinen mittalaite ei toiminut oikein. Laitevian syyksi paljastui hiljattain tehdyn remontin yhteydessä asennettu liian lyhyt mittayhdeputki, joka aiheutti säteilylähteen kuumentumisen. Lämmön vaikutuksesta säteilylähteen lyijyvuori oli sulanut siinä määrin, että se jumitti säteilylähteen sulkimen. Toiminnanharjoittajan nopealla yhteydenotolla STUKiin ja säteilylaitteen maahantuojaan

pystyttiin viipymättä luomaan säteilyriskeistä kokonaiskuva ja välttämään työntekijöiden säteilyaltistus. Säteilylähde suojuksineen on poistettu käytöstä asianmukaisesti.

Esimerkkitapaus 3:

Työntekijä oli jättänyt röntgenfluoresenssianalysaattorin lukitussa laatikossa autoon hotellin parkkipaikalle. Yön aikana autoon murtauduttiin ja analysaattori varastettiin. Silminnäkijähavaintojen ansiosta poliisi pääsi nopeasti varkaiden jäljille ja analysaattori saatiin takaisin jo muutaman tunnin päästä ilmoituksesta.

Teollisuusradiografia

Vuonna 2018 STUKille raportoitiin viisi teollisuusradiografiaan liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Puutteita oli kuvausalueiden rajauksissa ja ohjeistuksien noudattamisessa.

Esimerkkitapaus 1:

Työntekijä teki radiografiakuvauksia kuvauskaapissa, kun hän huomasi kuvattavan putken pyörähtäneen ja meni korjaamaan kuvausasettelua. Palatessaan hän huomasi, ettei ollut katkaissut valotusta. Kaapin ovikatkaisinta ei oltu tarkoitettu käytössä olleelle radiografialaitteelle. Työntekijä oli lisäksi unohtanut käyttää dosimetria ja säteilyhälytintä. Laskennalliset enimmäisannokset olivat kädelle 8,6 mSv ja keholle 0,35 mSv.

Esimerkkitapaus 2:

Työntekijät yrittivät tehdä radiografiakuvaukset nopeasti ilman työsuunnitelmaa. Toinen työntekijöistä oli suljetun tilan ulkopuolella käyttämässä röntgenlaitetta ja toinen tilan sisäpuolella. Sisäpuolella ollut työntekijä meni kesken kuvauksen vaihtamaan kuvauspaneelin paikkaa saatuaan luvan röntgenlaitteen käyttäjältä. Röntgenlaitteen käyttäjä ei ollut huomionnut, että röntgenlaitteessa oli edelleen säteilytys päällä. Sisäpuolella olleen työntekijän säteilyhälytintä alkoi hälyttää, jolloin työntekijä välittömästi poistui alueelta. Altistuneen työntekijän dosimetrin lukema jäi alle kirjauskynnyksen.

Avolähteiden käyttö

STUKille raportoitiin vuonna 2018 viisi avolähteiden käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumat koskivat radioaktiivisen kaasun siirtolinjan virheellistä toimintaa, työtilojen ja työntekijän lievää kontaminoitumista, huoltotyöntekijöiden altistumista huollon yhteydessä ja kahdessa tapauksessa radioaktiivista ainetta sisältäneen ruiskun käsittely aiheutti sormiannosta.

Esimerkkitapaus 1:

Radiolääkeainetta sisältävä näytepullo hajosi aiheuttaen kontaminaatiota laboratoriotiloihin. Kontaminoituneet alueet selvitettiin, minkä jälkeen ne peitettiin muovilla ja merkittiin säteilyvaaramerkeillä. Paikalla olleiden työntekijöiden kontaminaatio mitattiin. Kontaminoituneet tavarat ja vaatteet kerättiin muovipusseihin ja laitettiin

puoliintumaan. Ihokontaminaatiota ei havaittu yhdelläkään työntekijällä. Tapahtumasta ei aiheutunut tavanomaisesta poikkeavia annoksia.

Löytyneet säteilylähteet

STUKille vuonna 2018 raportoiduista poikkeavista tapahtumista yksitoista liittyi löytyneisiin säteilylähteisiin tai säteileviin kuormiin metallinkierrätysprosessissa tai muuten. Kolmessa tapauksessa Am-241-umpilähde sulatettiin teräksen valmistusprosessissa. Kahdeksassa tapauksessa radioaktiivista ainetta löydettiin metalliromun seasta. Yhdessä tapauksessa toiminnanharjoittaja oli löytänyt varastostaan käyttämättömän läpivalaisulaitteen, joka toimitettiin myöhemmin romutukseen.

Esimerkkitapaus: Terästehtaalla joutui sulatukseen useita amerikumlähteitä

Terästehtaalla joutui sulatukseen useita Am-241-säteilylähteitä vuoden 2018 aikana. Am-241-säteilylähteitä on erittäin vaikea havaita mittaamalla kierrätysmetallin joukosta, sillä niiden lähettämä gammasäteilyn energia on niin pieni, että ympärillä oleva kierrätysmetalli vaimentaa säteilyn tehokkaasti. Terästehtaalla on käytössään erittäin tarkat mittalaitteet ja sulatetut säteilylähteet on onnistuttu havaitsemaan mittaamalla säteilyn annosnopeutta valokaariuunin jälkeen siirtosenkkapadan pinnasta. Sulatuksessa amerikum päättyy kuonaan, josta mitattiin korkeimmillaan noin 60 000 Bq/kg (vapauttamisraja amerikumille on 100 Bq/kg). Tehtaalla tehtiin kaikkien säteilylähteiden sulatusten jälkeen ns. puhdistussulatuksia, kunnes kuona oli puhdasta. Amerikiumia sisältävä kuona ja savukaasusuodattimet kerättiin tehtaalla talteen ja ne on varastoitu erilleen muusta materiaalista myöhempää loppusijoitusta varten. Terästehtaalla on hyvät kirjalliset ohjeet vastaavien tapahtumien varalle, joten tehtaan työntekijöistä kukaan ei saanut ylimääräistä säteilyannosta säteilylähteiden sulatusten takia. Tehtaalta otettiin tapahtumien jälkeen ilmanäytteitä ja ne lähetettiin STUKiin mitattavaksi. Mittaustulosten ja tehtaan omien ohjeiden perusteella tapahtuman takia käytettävien hengityssuojainten käyttö lopetettiin, kun ilmanäytteet oli analysoitu, puhdistussulatukset oli saatu valmiiksi ja hengitysilma oli todettu riittävän puhtaaksi. Otettujen kuonanäytteiden mittaustulosten perusteella sulatetun Am-241-lähteen aktiivisuudeksi arvioitiin kaikissa sulatustapahtumissa noin 1-2 GBq. Sulatukseen joutuneet säteilylähteet olivat peräisin eri romueristä, jotka tulivat Suomeen Hollannin kautta. Hollantiin laivataan romumetallia ympäri maailmaa, joten säteilylähteiden todellisesta alkuperästä ei ole tietoa. STUK on tapausten takia ollut yhteydessä Hollannin säteilyturvallisuusviranomaisiin, jotka taas ovat olleet yhteydessä hollantilaisiin kierrätysmetalliyrityksiin, joiden kautta säteilylähteet oli toimitettu Suomeen. Yhteydenottojen tarkoituksena on ollut paitsi kertoa sulatuksiin päätyneistä säteilylähteistä myös yritys saada hollantilaiset kierrätysmetalliyritykset mittaamaan entistä tarkemmin/herkempiä säteilymittareita käyttäen kaikki Suomeen (tai muualle) lähettämänsä kierrätysmetalli, jotta vastaavanlaiset tapaukset voitaisiin jatkossa estää mahdollisimman tehokkaasti. STUK teki tapauksista ilmoituksen myös IAEA:lle. STUKin arvion mukaan kyseessä on poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma tapausten toistuvuuden vuoksi, eli se kuuluu luokkaan yksi kansainvälisellä ydinlaitos- ja säteilytapahtumien INES-asteikolla. STUK on myös ottanut asian esille eurooppalaisten säteilyturvallisuusviranomaisten kanssa.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

Tässä kappaleessa kuvataan maaperästä peräisin olevan luonnonsäteilyn ja siihen liittyvän toiminnan valvontaa.

3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla

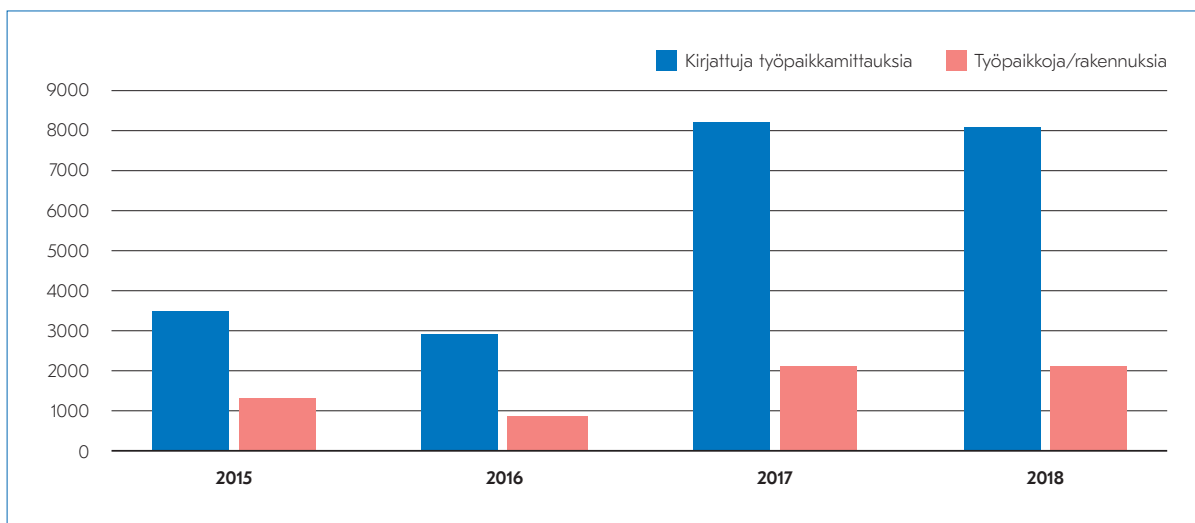
Koulujen radonhankkeessa koulujen radonpitoisuuksien seuranta jatkettiin edelleen. Hankkeen alussa syksyllä 2016 STUKiin ilmoitettiin 1 268 mitattavaa oppilaitosta, joista loppuvuodesta 2018 radonmittaustulokset puuttuvat vielä 128:n osalta.

AVIen työsuojelun vastuualueet ilmoittivat STUKiin noin 150 työpaikkaa, joissa ei oltu tehty radonmittausta kehotuksesta huolimatta. STUK otti nämä työpaikat valvontaansa ja lähetti niihin selvityspyynnön ja määräyksen tehdä radonmittaus.

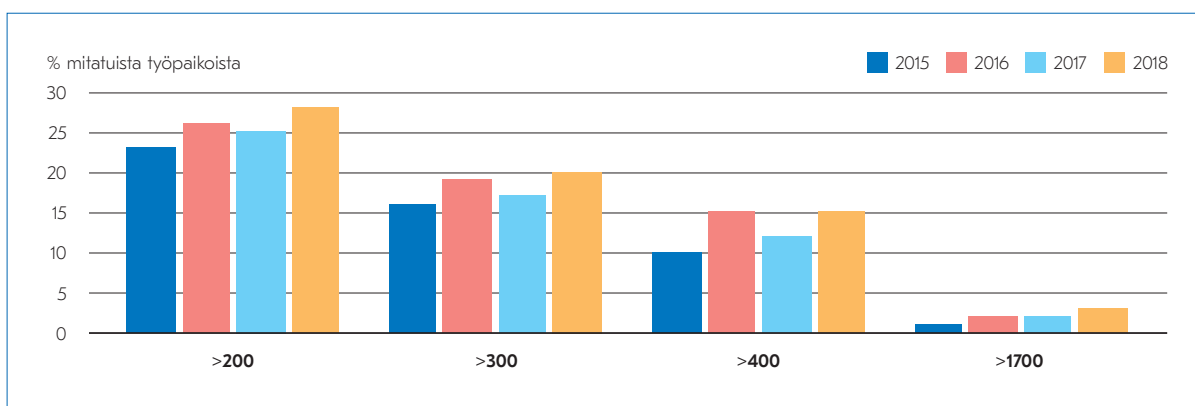
Radonmittauksia tehdään STUKin mittauspurkeilla sekä muiden toimijoiden purkeilla, ja radonpitoisuudet kirjataan kansalliseen radontietokantaan. Työpaikkojen radonpitoisuuksia, jotka olivat pienempiä kuin 400 Bq/m^3 ja joissa mittaukset on tehty muiden toimijoiden radonpurkeilla, on ilmoitettu STUKiin enemmän kuin aiemmin.

Työpaikkojen radonvalvonnan radontietokannassa on lähes 2 100 työpaikkaa, joissa on tehty radonmittauksia vuoden 2018 aikana. Radontietokantaan on kirjattu näissä työpaikoissa tehdyistä radonmittauksista 8 000 radonpitoisuutta noin 7 900 mittauspisteestä. Mittausten lukumäärä on suurempi kuin mittauspisteiden, koska joissakin mittauspisteissä on tehty useita mittauksia. Mitattujen työpaikkojen määrä on lisääntynyt selkeästi ja yhdellä työpaikalla tehdään mittauksia kattavammin verrattuna aikaisempiin vuosiin (Kuva 8).

Radontietokannassa tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien mediaani oli hieman pienempi kuin viime vuonna (kuva 9). Noin 310 työpaikalla mitattiin vähintään yksi radonpitoisuus, joka oli suurempi kuin toimenpidearvo (400 Bq/m^3). Radonpurkeilla mitatuista tavanomaisista työpaikoista noin 15 %:ssa radonpitoisuus oli suurempi kuin 15.12.2018 asti voimassa ollut toimenpidearvo 400 Bq/m^3 ja noin 20 %:ssa suurempi kuin uusi viitearvo 300 Bq/m^3 .



KUVA 8. Kansalliseen radontietokantaan kirjattujen työpaikkamittausten/kohteiden lukumäärä vuosina 2015-18.



KUVA 9. Radonpitoisuuksien jakautuminen työpaikoittain pitoisuusluokissa vuosina 2015-2018.

3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja louhintatyömailla

STUK tarkasti maanalaisten kaivosten radonaltistuksen asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tarkastusväli on pääsääntöisesti kaksi vuotta. Lisäksi tarkastettiin kaikki STUKille säteilyasetuksen 29 § mukaisesti ilmoitetut pitkäkestoiset maanalaiset louhintatyömaat. Työpaikkojen radonpitoisuutta valvottiin 14 kaivoksessa ja maanalaisella louhintatyömaalla. Radonpitoisuuden todettiin olevan suurempi kuin 400 Bq/m³ yhdellä louhinta- ja rakennustyömaalla. STUK antoi määräykset radonpitoisuuden pienentämiseksi ja kaikilla työmailla työpisteiden radonpitoisuutta onnistuttiin pienentämään alle 400 Bq/m³. Kaikissa kaivoksissa radonpitoisuuksien todettiin olevan pienempi kuin 400 Bq/m³.

3.3 Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus

STUK valvoo rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Talonrakennustuotantoon käytettävistä rakennusmateriaaleista väestölle aiheutuvan säteilyaltistuksen toimenpidearvo on 1 mSv vuodessa. Rakennustuotantoon tarkoitettun rakennusmateriaalin radioaktiivisuutta koskevia päätöksiä tehtiin 25 kappaletta. STUKiin toimitettujen selvitysten mukaan yhtään toimenpidearvon ylitystä ei ollut. Rakennustuotteiden radioaktiivisuuteen liittyen laadittiin kapillaarikatkon aiheuttaman säteilyn arvioimiseksi täyttösoramuistio.

3.4 Talousveden radioaktiivisuus

Talousveden sisältämien pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden aiheuttama annos saa olla enintään 0,1 mSv vuodessa. Kahdella vesilaitoksella talousveden radonpitoisuus oli suurempi kuin laatuvaatimus, mutta veden laatu on saatu hyvälle tasolle. STUK valmisteli Valviran kanssa vesilaitosten näytteenotto-ohjelmaa sekä luennoi kolmesti talousveden radioaktiivisten aineiden valvonnasta. Lisäksi opastettiin puhelimitse/sähköpostilla kuntien terveydensuojeluviranomaisia talousveden radioaktiivisuuteen liittyen.

3.5 Muu luonnonsäteilyn valvonta

STUK teki kolme näytteenottoja sisältänyttä vesienhallintaan liittyvää tarkastusta Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivoksella vuoden 2018 aikana. Lisäksi STUK tekee jatkuvaa asiakirjavalvontaa kaivosyhtiön käyttö- ja velvoitetarkkailutuloksista ja käsittelee muita hyväksyttäväksi lähetettyjä asiakirjoja. Vuoden 2018 aikana on hyväksytty luonnon radioaktiivisten aineiden tutkimussuunnitelma ja vesienhallintasuunnitelman päivitys. Tiivistä yhteistyötä Kainuun ELY-keskuksen kanssa on jatkettu valvonnassa. Lausuntoja annettiin kolme kappaletta liittyen akkukemikaalitehtaan YVAan ja uraanin erotuksen turvallisuusselosteeseen.

Terrafame Oy:llä on ollut uraanipitoisiin vesiin liittyviä häiriötilanteita Talvivaaran kaivoksella vuoden 2018 aikana, muun muassa:

- SLS3-altaalla putken liikahtamisesta johtunut vuoto
- Kivipuron kohonnut uraanipitoisuus johtuen sivukivialueen KL2 rakennustyömaan valumavesistä
- raffinaatin ylivuoto ja tukkeutunut putkikanaali
- primääriliuoksen vuoto primäärिकासojen keskikaistalle kalvottomalle alueelle kasteluputken rikkoutumisen vuoksi
- kohonneita uraanipitoisuuksia primääriliuotuksen pohjavesiputkissa

Kivipuron häiriötilanteen jälkeisessä tarkastuksessa syyskuussa STUK vaati vesienhallintasuunnitelman päivittämistä ja hyväksyttämistä STUKissa, koska Kivipuron kautta oli tullut uraanipitoisuudeltaan enimmäisarvon ylittäviä päästöjä kaivosalueen ulkopuolelle. Vaikka Kivipuron tapauksessa virtaama ja kokonaispäästö oli pieni, tapauksessa oli huolestuttavaa se, että häiriötilanteen havaitsi ensimmäisenä pitkällä viiveellä STUKin tarkastaja seuraamalla asiakirjojen perusteella kaivoksen oman tarkkailun tuloksia. Kaivosyhtiön olisi pitänyt reagoida oman tarkkailunsa tuloksiin nopeammin. Kivipuron uraanipitoisuus laski nopeasti takaisin tavanomaiselle tasolle, kun tarvittavat toimenpiteet oli käynnistetty. Vesienhallintasuunnitelman toteutumista seurataan jatkossa.

Primääriliuotuksen pohjavesi on huolenaihe, johon on vaadittu toimenpiteitä yhteistyössä ELYn kanssa. Primääriliuotuksen keskikaistan kaivojen vedessä on noin 2000 µg/l urania vuoden 2018 lopussa. Trendi on ollut pikemminkin nouseva kuin laskeva verrattuna vuoteen 2017. Vuoden 2018 aikana on havaittu myös primääriliuotuksen reunalla olevassa pohjavesiputkessa ensimmäistä kertaa 100 µg/l urania, joten pohjavesiselvityksiä ja suojaustoimenpiteitä vaaditaan kontaminaation mahdollisen leviämisen selvittämiseksi ja estämiseksi.

Ympäristövalvonnan lisäksi on osallistuttu erilaisiin kaivostoimintaa koskevien lausuntojen laatimiseen ja annettu luonnonsäteilyyn liittyvää säteilysuojeluohjeistusta.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuista säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö edellyttää ennakkotarkastuksen vain eräissä erikoistapauksissa, kuten käytettäessä suuritehoisia lasereita yleisoesityksissä. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR-yksikkö) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toiminnoille, jotka aiheuttavat väestön altistumista ionisoimattomalle säteilylle.

Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähtimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- ionisoimattomalla säteilyllä hyödyntävät kosmeettiset 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 2009–2018 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 13–16. Vaarallisia lasereita on löydetty jonkin verran, erityisesti osoitinlasereita on ollut kaupan edellisvuotta enemmän. STUK puuttui vuoden 2018 aikana yhteensä 45 kertaa vaarallisen laitteen kauppaan ja kolme kertaa efektilaserin luvattomaan käyttöön. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä viranomaisten lausunto- ja tietopyyntöjä on tullut STUKille edellistenvuosien tapaan runsaasti. Erityisesti voimajohtohankkeista on pyydetty usein STUKin lausuntoa.

Ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa kohdistettiin tehostetusti solariumpalveluiden tarjoajiin. Turvallisuuteen vaikuttavia puutteita havaittiin niissä edelleen varsin paljon. Kauneudenhoitoalan säteilyn käytön valvonta kohdistettiin voimakkaisiin lasereihin.

Kuluttajatuotteiden valvonnassa haasteena on Internet-kaupan lisääntyminen siten, että kuluttaja tilaa tuotteen suoraan EU:n ulkopuolelta. Lisäksi esimerkiksi suuritehoisten laserien hinnat ovat laskeneet merkittävästi tekniikan kehityksen seurauksena ja perinteisten

merkkituotteiden rinnalle on tullut moniin tuoteryhmiin merkittäviä halpamalleja. STUK seurasi tilannetta aktiivisesti ja havaitsi, että vaarallisia osoitinlasereita löytyi jälleen runsaasti. Nettihuutokaupoille tehdyistä poistopyynnöistä liki puolet kohdistui yhteen kansalaiseen, joka toistuvasti yritti saattaa myyntiin viittä liian voimakasta laserosoitinta.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä muun muassa UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi. 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, joka kieltää solariumin käytön alle 18-vuotiailta. Terveystarkastajat tekevät tarkastuksia terveydensuojelulain mukaisen valvonnan yhteydessä ja toimittavat havainnoista raportin STUKille, joka päättää aiheuttavatko havainnot toimenpiteitä. Lisäksi STUK tekee omia tarkastuksia tarpeen vaatiessa.

Itsepalvelusolariumit kieltävän lakimuutoksen (säteilylain 44 §) siirtymäaika päättyi jo 1.7.2015. Siitä huolimatta vaatimuksen noudattamisessa havaittiin edelleen puutteita vuonna 2018 ja tehostettua valvontaa jatkettiin. Solariumyrityksiin tehtiin yhteensä kolmekymmentä tarkastusta kuntien terveydensuojeluviranomaisten toimesta. Lisäksi viittä solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella (liite 1, taulukko 15). 47 %:ssa terveydensuojeluviranomaisten tarkastamista käyttöpaikoista ei havaittu puutteita. 27 %:ssa valvonnan kohteena olleista käyttöpaikoista ei ollut läsnä lain vaatimaa vastuuhenkilöä solariumlaitteiden kaikkina käyttöoloaikoina. 27 %:ssa havaittiin puutteita käyttöohjeistuksessa ja 17 %:ssa puutteita ajastimissa.

4.3 Laserien valvonta

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

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin 45 kertaa laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. Nämä tapaukset liittyivät laserlaitteen myyntiin kuluttajien väliseen kauppaan keskittyvillä Internet-sivustoilla.

Ilmoituksia yleisötilaisuuksissa käytettävistä lasereista tehtiin 52, joista STUK tarkasti käyttöpaikalla yhteensä 15 esitystä. Tarkastuksissa turvallisuus ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia. Yhdessä esityksessä yleisöön suuntautuvien efektien käytöstä luovuttiin tarkastuksen yhteydessä niihin liittyvien turvallisuusongelmien vuoksi ja yhdessä tapauksessa taivaalle suunnattujen lasereiden käyttösuunnitelma oli niin puutteellinen, että toiminnanharjoittajalle lähetettiin asiasta muistutuskirje. Esitys kyettiin kuitenkin pitämään, kun toiminnanharjoittaja toimitti asianmukaiset suunnitelmat. Vuoden

2018 lopussa oli voimassa kahdeksan määräaikaista hyväksyntää. Hyväksynnät oli myönnetty edellisen säteilylain voimassaolon aikana, joten ne ovat voimassa enintään vuoden 2020 loppuun saakka.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

Vuonna 2018 STUK ei testannut langattomia päätelaitteita markkinavalvonnassaan vaan sen sijaan. STUK aloitti vertailumittauskampanjan yhdessä Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSM:n (Swedish Radiation Safety Authority) kanssa. Kampanjassa mitataan kymmenen matkapuhelimen aiheuttama altistus. SSM mittasi matkapuhelimet vuonna 2018, STUK tekee omat mittauksensa vuonna 2019. Mittausten tuloksista viestitään STUKin Internet-sivuilla.

Matkapuhelinten tukiasemia valvottiin kansalaisyhteydenottoihin perustuvilla alustavilla turvallisuusselvityksillä. Kaikki tukiasemat todettiin turvallisesti ja vaatimustenmukaisesti asennetuiksi. Mittauksissa havaittiin yksi kohde, jossa säteily oli tavanomaista suurempi, mutta tässäkin tapauksessa mittaustulos jäi selvästi altistuksen raja-arvojen alle. Tukiasemaa hallinnoiva operaattori ilmoitti kuitenkin suuntaavansa antennin toisin.

4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten käytön valvonta

Vuonna 2016 alkanut kosmeettisia hoitoja tarjoavien yritysten laaja valvontakampanja jatkui vuonna 2018. Valvonta kohdistui voimakkaisiin laserlaitteisiin ja niiden käyttöön. Näistä STUK sai tietoa erityisesti ilmiantojen perusteella. Kaksi toiminnanharjoittajaa lopetti tatuoinninpoistolaserin käytön vapaaehtoisesti sen jälkeen, kun STUK oli ottanut heihin yhteyttä. Radiotaajuista säteilyä käyttävien RF-hoitolaitteiden osalta oli tiedossa, että altistuksen raja-arvot tulevat selvästi nousemaan aiemmasta, joten niiden valvonnan sijaan keskityttiin valvontamenetelmien kehittämiseen, laitteita koskevaan standardointityöhön sekä lakiuudistuksesta tiedottamiseen. Laitteiden maahantuojien ja käyttäjien yhteydenotoissa on muun muassa selvitetty laitteiden käytön turvallisuusvaatimuksia ennen laitteiden hankintaa tai asettamista myyntiin.

STUK tiedotti aktiivisesti alan toimijoita tulevasta lainsäädännön muutosehdotuksista, koska ne tulevat vaikuttamaan merkittävästi alan toimintaan. Lainsäädäntöön tuli tiukennuksia, kuten tiedotusvelvoite asiakkaalle toimenpiteen riskeistä, vasta-aiheiden eli kontraindikaatioiden huomioiminen sekä uusien säteilytekniikoiden sisällyttäminen lakiin. Toisaalta lainsäädäntöön tuli myös lievennyksiä, joilla huomioidaan alan toimijoiden tarpeita kuitenkin vaarantamatta asiakkaiden turvallisuutta.

4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin aktiivisesti STUKilta lausuntoa. Lausuntoja hankkeista annettiin yhteensä seitsemän kappaletta. Muista ionisoimattomaan säteilyyn liittyvistä asioista annettiin neljä lausuntoa.

Valvonnan ohella STUKin NIR-yksikkö vastasi vuoden 2018 aikana 496 kansalaiskyselyyn. Kyselyistä 216 tuli puhelimitse ja 280 sähköpostilla. Kyselyt koskivat erityisesti matkapuhelimien, tukiasemien, voimajohtojen sekä kodin sähköverkkojen ja -laitteiden säteilyä. Lisäksi suuri määrä kyselyitä koski lasereita ja UV-säteilyä.

4.7 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2018 STUKin tietoon tuli kolme ilmoitusta ionisoimattoman säteilyn aiheuttamista tapahtumista, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä. Vapaa-ajan tuotteita myyvässä nettikaupassa oli myynnissä laserosoitin UV-liimojen kovettamiseen. STUKin mittausten perusteella osoittimen teho ylitti sallitun arvon 35-kertaisesti. STUKin yhteydenoton jälkeen tuotteet poistettiin välittömästi myynnistä sekä myymälästä että nettikaupasta.

Toisessa poikkeavassa tapahtumassa STUKin tarkastaja havaitsi kahvilassa laserlaitteiden käyttöä. Tarkastuksen perusteella toinen käytetyistä lasereista kuului luokkaan 3B eikä sen käytölle ollut myönnetty STUKin lupaa. Luokan 3B laserlaitteen käyttö kahvilassa lopetettiin vapaaehtoisesti tapauksen selvittämisen yhteydessä.

Kolmannessa tapauksessa STUK sai ilmiannon solarium-palvelujen tarjoajasta, jolla on liian voimakkaat lamput. STUKin tekemän tarkastusmittauksen perusteella todettiin, että solarium-laitteessa oli voimakkaimmat lamput STUKin mittaushistoriassa. Toiminnanharjoittaja vaihtoi lamput sellaisiksi, että niiden käyttö voidaan hyväksyä. STUKin tietoon ei ole tullut ilmoituksia liian voimakkaiden lamppujen aiheuttamista vahingoista.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2009–2018 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1; ks. myös kohta 2.9 poikkeavista tapahtumista ionisoivan säteilyn käytössä).

5 Säännöstötyö

EU:n säteilyturvallisuusdirektiivi (2013/59/Euratom, BSS-direktiivi) vahvistettiin 5.12.2013 ja se astui voimaan Suomessa kansallisessa lainsäädännössä 15.12.2018. Uudella säteilylailla ja sen nojalla annettavilla alemman tason säädöksillä pannaan täytäntöön ionisoivaa säteilyä koskevat EU:n säteilyturvallisuusdirektiivin vaatimukset ja uudistetaan ionisoimatonta säteilyä koskevat säännökset. Hallituksen esitykseen liittyy myös useiden liitântälakien muutoksia. Uudistuksen keskeinen periaate on se, että viranomaisvalvontaa kohdennetaan entistä tarkemmin sinne, missä säteilyriski on suurin. Uusi laki antaa uudet raamit säteilyn turvalliselle käytölle. Yhteiskunnan kannalta merkittävät ja yksilön oikeuksia rajoittavat vaatimukset siirrettiin perustuslain edellyttämällä tavalla lakiin. Vähemmän merkittävistä asioista säädetään asetuksissa ja viranomaisen oikeuksista antaa määräyksiä säädetään täsmällisesti ja tarkkarajaisesti.

Hallituksen esitys uudeksi säteilylaiksi annettiin EU:n komissiolle ennakkolausunnolle syyskuun 2017 alussa. Tämän jälkeen esitys viimeisteltiin STUKin ja sosiaali- ja terveysministeriön virkamiestyönä. Ehdotettavan lain nojalla valmisteltiin myös yksi valtioneuvoston asetus ja kaksi sosiaali- ja terveysministeriön asetusta. Lisäksi ehdotettavan lain nojalla valmisteltiin 7 kpl STUKin määräyksiä, jotka olivat ulkoisella lausunnolla vuoden 2017 ja 2018 aikana. Loput määräykset on tarkoitus saada valmiiksi alkuvuoden 2019 aikana.

Säteilylainsäädännön kokonaisuudistus oli hyvin laaja hanke ja se edellytti yhteistyötä useiden ministeriöiden toimialalla. Uudistustyöhön on osallistunut asiantuntijoita ministeriöistä, keskusvirastoista, työmarkkinajärjestöistä, koulutusorganisaatioista sekä säteilytoiminnanharjoittajista yli 100 henkilöä.

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, mittanormaalityötä 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. Tutkimustyölle on jatkuva tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien nopean kehityksen vuoksi. Ionisoimattoman säteilyn tutkimus keskittyy valvonnassa ja säännösten kehityksessä tarvittaviin altistumisen määrittämismenetelmiin.

STUK on toiminut aktiivisesti kotimaisen säteilyturvallisuustutkimuksen osaamis pohjan laajentamiseksi.

STUK ja yhdeksän suomalaista yliopistoa perustivat STUKin koordinoiman Säteilyturvallisuustutkimuksen yhteenliittymän lokakuussa 2015. Samalla luotiin kansallinen säteilyturvallisuustutkimuksen ohjelma, joka päivitettiin vuonna 2018. STUK toimii osana Fysiikan tutkimuslaitosta. Tämän yhteistyön kautta STUK on jäsenenä Euroopan ydintutkimuslaitoksen (CERN) Knowledge Transfer for Medical Applications -ryhmässä. Kotimaisia yliopisto- ja yliopistosairaalapartnereita on rohkaistu osallistumaan säteilyturvallisuuteen ja säteilymetrologiaan liittyviin kansainvälisiin tutkimuskonsortioihin ja rahoitushakuihin.

Tutkimus- ja kehitystyöprojektit

STUK osallistui EURADOS-työryhmien 2 (Harmonisation of individual monitoring), 7 (Internal dosimetry), 9 (Radiation dosimetry in radiotherapy) ja 12 (Dosimetry in medical imaging) toimintaan. EURADOS-tutkimus keskittyi toimenpideradiologian ja -kardiologian potilasaltistuksiin. STUKin koordinoimassa hankkeessa selvitettiin potilaan altistus 13 maassa ja tehtiin ehdotus eurooppalaisiksi säteilyaltistuksen vertailutasoiksi kardiologisessa säteilyn käytössä. Tulokset julkaistiin vuonna 2018. Potilaiden ihoaltistusta ja ihon annoksen hälytysrajoja koskeneen tutkimuksen tulokset julkaistiin niinkään vuonna 2018. EURADOS-EFOMP -yhteistyönä valmisteltiin hanketta, jossa selvitetään sädehoidosta aiheutuva kokonaisannos (ml. kuvantaminen). STUK osallistuu potilasannosten laskennalliseen määritykseen ja riskilaskennan menetelmien kehitykseen ja koordinoi hanketta.

STUK selvitti väestön altistumista sähkö- ja magneettikentille eri käyttöympäristöissä ja käyttösovelluksilla. Käyttöympäristöjä olivat muun muassa metrot sekä junat.

Käyttösovelluksina selvitettiin magneettipatjojen ja lämpöhuopien säteilyturvallisuuksia. Pienimuotoisena kampanjana mitattiin tukiasemien aiheuttamaa altistusta kansalaisten kodeissa.

STUK selvitti väestön altistumista radioamatööriasemien aiheuttamille sähkömagneettisille kentille vuosina 2017 ja 2018. Selvityksen tulokset julkaistaan STUKin TR-raporttina 2019.

STUK jatkoi vuonna 2017 alkanutta projektia RF-kauneudenhoitolaiteiden mittausten kehittämiseksi. Tutkimuksessa on saatu uutta tietoa RF-säteilyn kytkeytymisestä ihmiskehoon, jolloin altistusarvio paranee ja hoitolaiteiden turvallinen käyttö voidaan määrittää tarkemmin. Tarkoituksena on vuoden 2019 aikana kirjoittaa tieteellinen artikkeli mittausten kehittämiseksi. Samalla saatua tutkimustulosta käytetään hyväksi meneillään olevassa IEC:n standardointiprojektissa, jossa määritetään muun muassa RF-hoitolaiteiden suurimmat sallitut altistukset.

ERASMUS+-rahoitteinen EBreast-hanke, johon STUK osallistui päättyi vuonna 2018. Hankkeen tavoitteena oli kartoittaa ja kehittää rintasyövän hoitoketjuun osallistuvan henkilöstön koulutusta syövän varhaisesta havaitsemisesta seurantaan. STUKin tehtävänä oli säteilyturvallisuus- ja laadunvarmistusosaamisen lisääminen mammografiaseulonnoissa ja kliinisissä mammografioissa. Hankkeessa tuotettu koulutusmateriaali löytyy netistä <http://www.earlydetectionofbreastcancer.com/>

STUK arvioi isotooppilääketieteessä altistuvan työntekijäryhmän silmäannoksia termoluminesenssin avulla. Tuloksia hyödynnetään käytännön säteilyvalvontatyössä ja henkilökunnan säteilysuojelussa. Mittaukset valmistuivat vuoden 2017 aikana. Tulokset julkaistaan vuoden 2019 aikana.

Suomen Akatemian rahoittama nelivuotinen ilmaisekehitysprojekti jatkui vuonna 2018. Työ tehdään yhteistyössä Fysiikan tutkimuslaitoksen kanssa. Projektissa kehitetään paikkaherkkiä ja säteilylajin tunnistavia ilmaisimia sekä diagnostisen säteilyn käytön että sädehoidon dosimetrian tarpeisiin. Ilmaisimet kykenevät mittaamaan myös säteilyn energiaspektrin.

STUK on yhdessä Helsingin yliopistollisen keskussairaalan kanssa selvittänyt lääketieteellisen säteilyn käytön työntekijöiden altistuksia ja potentiaalisten altistusten todennäköisyyksiä. Tulokset julkaistiin 2018.

Neutronimittausten ja säteilytysten kysyntä on kasvanut. STUK selvitti simuloinnein ja mittauksin säteilytyshallinsa soveltuvuuden henkilöannosmittareiden kalibrointiin neutronisäteilyllä. Tutkimuksen tulokset julkaistiin 2018. Projektin yhteydessä tehtiin myös yhteispohjoismainen neutronimittareiden ominaisuuksien vertailu, jonka tuloksia esitellään kesän 2019 pohjoismaisessa säteilysuojelukonferenssissa.

STUK valmisteli ja julkaisi yhdessä kotimaisten asiantuntijoiden kanssa kardiologisen säteilyn käytön oppaan.

STUK on osana EURAMET TC-IR:n toimintaa osallistunut järjestön tutkimuksen tietokartan päivittämiseen sekä ollut mukana EURADOSin tutkimusstrategian päivityksessä (säteilyn lääketieteellinen käyttö).

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research)

Perfuusiokuvantamisen dosimetrian kolmivuotinen hanke käynnistyi kesällä 2016. STUK osallistuu potilaskohtaisen TT-dosimetrian kehittämiseen yhdessä saksalaisen PTB:n ja Helsingin yliopiston kanssa. Projektissa on kehitetty sekä mittaus- että laskennallisia menetelmiä tietokonetomografian potilasannosmäärityksiin. Tuloksia on esitelty Kööpenhaminassa kesällä 2018 järjestetyssä työpajassa ja tuloksia on lähetetty myös lehtiin julkaistavaksi.

STUK kehittää RTNORM-projektissa sädehoidon annosmittauksissa käytettyjen ionisaatiokammioiden dosimetriaa. Hanke liittyy IAEA:n sädehoidon annosmittausprotokollan (IAEA TRS 398) päivitykseen.

Vuonna 2017 alkanut MetroRADON-hanke jatkui. Tavoitteena on kehittää radonkalibrointien tarkkuutta euroopanlaajuisesti.

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.

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2018 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilö-kokous
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous
- Pohjoismaisen terveydenhuollon säteilyn käytön ryhmän (Nordic group for medical applications) 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
- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
- NACP Radiation Physics Committee
- Nordic Ozone Group (mm. UV-asiat)
- Pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten NIR-seminaari Oslossa
- WHO EMF-project ja InterSun Programme; international advisory group
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (mm. solariumstandardit)
- IEC TC 76 -kokous (optinen säteily ja laserit)
- IEC PT 60335-2-115 -internetkokouksia (kauneudenhoitolaiteiden standardointi)
- IAEA: Transport Safety Standards Committee
- IAEA: Radiation Safety Standards Committee
- CERN: Knowledge Transfer for Medical Applications
- ESOREX (European Platform on Occupational Radiation Exposure) työryhmän kokous
- Pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten kokous EU-BSS:n implementoinnista Tukholmassa.

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 rahoittama ja THL:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä (KLIARY), Seulontatyöryhmä, viranomaisten radontyöryhmä ja Ympäristöherkkyysverkosto. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmiä ja luentoja.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2018 STUKin edustajat osallistuivat muun muassa seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen alatyöryhmät
- STM:n seulontatyöryhmä ja sen asetusmuutosta valmisteleva alatyöryhmä
- STM:n ympäristöherkkyysverkosto
- SESKO SK 34 -komitea (Valaisimet)
- SESKO SK 61 -komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106 -komitea (Sähkömagneettiset kentät)
- Puolustusvoimien säteilyturvallisuustoimikunta (NIR-asiat)
- Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat)
- STM hallinnonalan TKI-koordinaatioryhmä.

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

STUKin järjestämällä Säteilyturvallisuuspäivillä 23.–25.5.2018 käytiin eri toimialojen edustajien kesken keskustelua liittyen uudistuvan säteilylain mukanaan tuomiin muutoksiin. Lisäksi STUK osallistui Sädeturvapäivien järjestämiseen.

Muu kotimainen yhteistyö

STUKin edustaja toimi Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) asettaman ja Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) rahoittaman Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (KLIARY) jäsenenä ja sihteerinä ja huolehti ryhmän nettisivujen ylläpidosta. Ryhmä mm. valmisteli suosituksen pienten röntgentutkimusyksiköiden syventävistä kliinisistä auditoinneista. Suositus julkaistiin tammikuussa 2018. Aiemmin julkaistuja suosituksia päivitettiin. Suosituksia ja lisätietoja ryhmän toiminnasta on saatavissa ryhmän nettisivulta (www.kliininenauditointi.fi).

9 Viestintä

Vuoden 2018 aikana tuli STUKiin www-sivujen kautta ja puhelimitse runsaasti säteilyyn liittyviä kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Suuri osa kysymyksistä koski ionisoimatonta säteilyä. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja ajankohtaisista säteilyaiheista.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin säteilytoiminnan valvonnassa seuraavien otsikoin:

- STUKin määräys parantaa säteilyturvallisuutta kosmeettisissa hoidoissa
- STUKin radonkorjauskoulutus Kouvolassa 5.2.2019
- STUKin verkkosivuilla vanhan ja uuden lain mukaista tietoa joulukuussa
- STUKin sitovat määräykset täydentävät säteilylakia
- Helsingistä Eurajoelle romun seassa päätynyt säteilylähde pysyi suojuksensa sisällä eikä aiheuttanut vaaraa
- Perjantaina romumetallin seasta löytyneen säteilylähteen omistaja selvisi
- Uusi säteilylaki korostaa toiminnanharjoittajien vastuuta – toiminta ja valvonta muuttuvat riskiperusteisiksi
- Vajaa viikko aikaa ilmoittautua ionisoimattoman säteilyn tutkimusta käsittelevään Cores-symposiumiin
- Harva kokee radonin riskiksi terveydelleen
- Kolme radioaktiivista amerikum-lähdettä sulatukseen Torniossa lyhyen ajan sisällä
- Uusi säteilylaki tiukentaa työnantajien radonmittausvelvoitetta
- Netistä voi vahingossa ostaa vaarallisen laserlaitteen
- Älä grillaa ihoasi festareilla!
- Radiojodia päätyi vahingossa eläintenhoitajan iholle
- STUKin tehovalvonta: Isoja radonpitoisuuksia työpaikoilla myös radonriskialueiden ulkopuolella
- Tommi Toivosesta STUKin säteilytoimintaa valvovan osaston johtaja.

Vuonna 2018 julkaistiin kaksi terveydenhuollon sekä kaksi teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä. Uutiskirjeen asema tiedonvälityskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

10 Mittanormaalityöiminta

10.1 Yleistä

STUK toimii ionisoivan säteilyn annossuureiden kansallisena mittanormaalityöimintona. STUK pitää yllä kansallisia ja muita mittanormaaleja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaalityöimintansa kalibrointista 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. Annossuureiden osalta STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM MRA), jonka toteutumista Euroopassa EURAMET koordinoi, ja IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

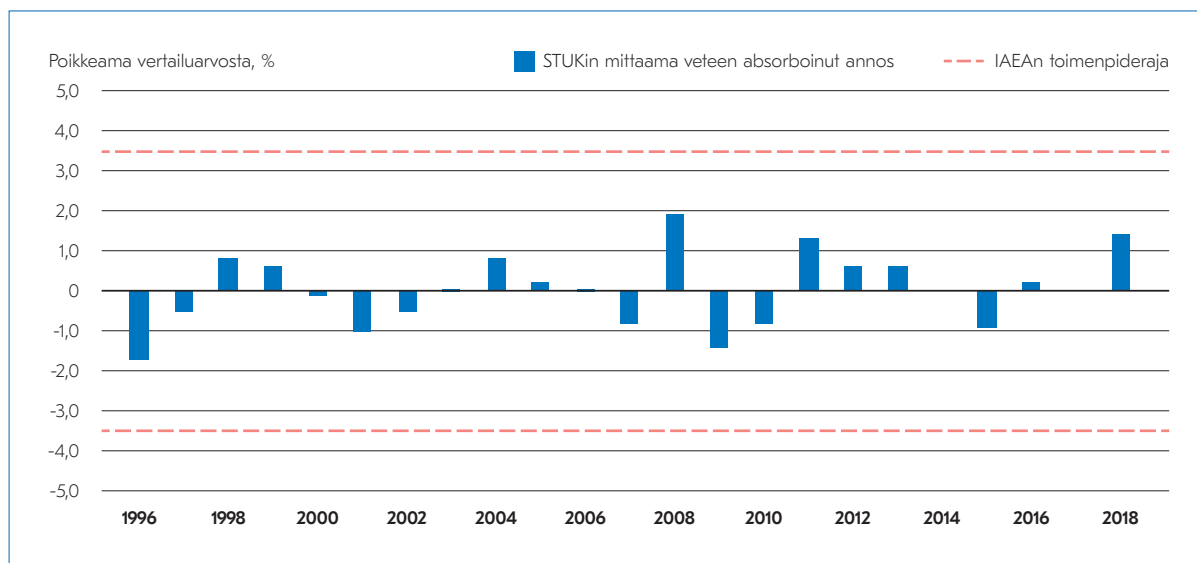
Mittanormaalityöiminnasta vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn annossuureiden osalta ja Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalityöiminnasta vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osasto (VALO).

Säteilytyslaitteistot ja kansalliset mittanormaalityöimintat ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointiin. Radonmittanormaalityöimintalaboratoriota on käytetty yhä sekä radonmittareiden kalibrointiin että tutkimukseen.

10.2 Mittari- ja mittausvertailut

Neljän mittausvertailun, joihin on osallistuttu aiempina vuosina, tulokset julkaistiin. Nämä vertailut oli tehty fotonisäteilyllä ja eri röntgensäteilylaaduilla. Kaikissa vertailuissa STUKin tulokset olivat erinomaiset tukien hyvin STUKin kalibrointitoimintaa. STUK osallistui beta-säteilyllä tehtävään vertailuun vuoden 2018 aikana. Tämän vertailun tulokset julkaistaan myöhemmin.

Lisäksi STUK osallistui IAEA/WHO kalibrointilaboratorioverkoston järjestämiin dosimetriavertailuihin (RPLD ja OSLD-vertailut). STUKin tulokset olivat hyvin hyväksyntärajojen sisällä ja näin ollen tulokset tukevat hyvin STUKin kalibrointitoimintaa (kuva 10).



KUVA 10. IAEA:n dosimetriavertailun tulokset, joihin STUK on osallistunut vuosina 1996-2018



II Palvelut

II.1 Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

STUK toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Dosimetrialaboratoriossa tehtiin 465 säteilymittarin kalibrointia ja säteilytettiin 1851 säteilytyserää. Kalibroinneista noin 30 % tehtiin STUKin omille mittalaitteille.

Radonmittanormaalilaboratoriossa tehtiin lähes 50 radonmittarin kalibrointia.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä viisi kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä neljä kappaletta. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2009–2018 on esitetty liitteen 1 taulukossa14.

II.2 Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa myytiin 42 kappaletta.

Liite I

Taulukot

TAULUKKO 1. Säteilyn käytön turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2018 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentoiminta	311
Röntgentoiminta (eläinlääketiede)	248
Vaativa röntgentoiminta	95
C-kaaritoiminta	76
Suppea röntgentoiminta	1 385
Osastokuvaustoiminta	50
Seulontatoiminta	49
Avolähteiden käyttö	25
Avolähteiden käyttö (eläinlääketiede)	2
Umpilähteiden käyttö	25
Umpilähteiden käyttö (eläinlääketiede)	1
Sädehoito	14

TAULUKKO 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2018 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*	1604
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	482
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	289
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	156
mammografialaitteet, joista	156
• seulontamammografia	80
• tomosynteesi	16
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	108
• angiografia	49
• läpivalaisu	24
• kardioangiografia	48

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
TT-laitteet, joista	141
• SPECT-TT	37
• PET-TT	13
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	17
O-kaarilaitteet	10
Hammasröntgenlaitteet (muu kuin tavanomainen hammaskuvaus)	178
• KKTT-laite	120
• panoraatomografiaröntgenlaitteet	111
• intraoraaliröntgenlaitteet	28
luun mineraalipitoisuuden mittauslaitteet	49
muut laitteet	3
Hammasröntgenlaitteet (tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytetyt)	6034
intraoraaliröntgenlaite	5392
panoraamaröntgenlaitteet	642
Sädehoidon laitteet	125
kiihdyttimet	48
röntgenkuvaslaitteet	52
automaattiset jälkilataushoitolaitteet	7
manuaaliset jälkilatauslaitteet	1
röntgenhoitolaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	16
umpilähteet (tarkistuslähteet)	40
Umpilähteet	334
kalibrointi- ja testauslaitteet	324
vaimennuskorjausyksiköt	5
gammäsäteilyttimet	0
muut terveydenhuollon umpilähteet	5
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	469
tavanomaiset röntgenlaitteet	323
läpivalaisulaitteet	1
intraoraaliröntgenlaite	134
KKTT-laite	3
TT-laitteet, joista	8
muut laitteet	0
Radionuklidilaboratoriot	36
B-typin laboratoriot	28
C-typin laboratoriot	8

*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.

TAULUKKO 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2018 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgenlaitteiden käyttö	689
Umpilähteiden käyttö	546
Asennus, koekäyttö ja huolto	238
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	111
Avolähteiden käyttö	75
Röntgenlaitteiden kauppa	37
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	18

TAULUKKO 4. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2018 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	5 832
pintakytkimet	1 740
pinnankorkeusmittarit	1 121
tiheysmittarit	964
kuljetinvaat	621
pintapainomittarit	462
kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	424
kosteus- ja tiiveysmittarit	103
hiukkaspitoisuusmittarit	78
radiografialaitteet	37
fluoresenssianalysaattorit	35
muut laitteet	247
Röntgenlaitteet	2 132
läpivalaisulaitteet	897
diffraaktio- ja fluoresenssianalysaattorit	620
radiografialaitteet	410
pintapainomittarit	48
muut röntgenlaitteet	157
Hiukkaskiihdyttimet	28
Tutkimus	15
Läpivalaisu	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	6

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radionuklidilaboratoriot *)	97
A-typin laboratoriot	14
B-typin laboratoriot	21
C-typin laboratoriot	60
toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	2

*) Vanhan säteilylainsäädännön mukaisen luokittelun mukaisesti.

TAULUKKO 5. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2018 lopussa.

Radionukliidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	4 128
Co-60	904
Am-241 (gammalähteet)	315
Kr-85	304
Fe-55	104
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	98
Sr-90	97
Ni-63	94
Pm-147	84
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	28
Co-60	14
Am-241 (gammalähteet)	10
Ir-192	9
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	6
Pu-Be	1
Se-75	1

TAULUKKO 6. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2018.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	65 933	27	6 419	27
Se-75	5 180	2	533	2
Kr-85	1 863	118	1 110	75
Ni-63	183	497	4	38
Fe-55	130	23	67	12
Cs-137	126	109	3	6
Pm-147	37	4	20	10
Gd-153	10	15	- *)	-
Co-57	6	40	-	-
Am-241	5	183	6	1047
Co-60	1	17	-	-
Ge-68	1	23	-	-
Sr-90	< 1	2	2	5
C-14	-	-	4	12
muut yhteensä **)	< 1	18	< 1	1
Yhteensä	73 477	1078	8 169	1 235

*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.

**) Toimitukset Suomeen: Po-210, Ba-133, I-125 ja Ra-226.

Toimitukset Suomesta: Ba-133.

TAULUKKO 7. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2018.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	269 301
O-15	27 424
C-11	26 941
Ga-68	45
Yhteensä	323 710

TAULUKKO 8. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2014–2018.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2014	1 213	2 441	2,74	5,93
2015	1 153	2 527	2,66	6,09
2016	1 118	2 534	2,95	7,24
2017	1 239	2 717	3,25	8,36
2018	1 306	3 042	3,68	9,86

TAULUKKO 9. Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoitain vuosina 2014–2018.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoitain								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut*)	Ydinenergian käyttö**)	Yhteensä ***)
	Röntgensäteilylle altistuvat *)	Muille säteilylähteille altistuvat							
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	143	3 621	11 197
2015	3 631	1 244	664	1 371	649	26	142	3 291	10 800
2016	3 548	1 218	703	1 322	644	27	163	3 511	10 951
2017	3 222	1 184	726	1 420	685	34	159	4 144	11 381
2018	3 106	1 254	762	1 439	647	31	168	4 794	12 002

*) 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) toimialoitain vuosina 2014–2018.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede *)	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut**)	Ydinenergian käyttö ***)	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat							
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,007	1,57	3,28
2015	1,27	0,10	0,13	0,18	0,03	0,011	0,003	1,35	3,07
2016	1,22	0,08	0,13	0,16	0,04	0,016	0,007	1,81	3,46
2017	1,04	0,09	0,14	0,18	0,03	0,024	0,003	1,53	3,04
2018	1,01	0,10	0,13	0,16	0,02	0,030	0,010	2,37	3,83

*) 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 2018.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjaukskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	213	0,40	2,6	1,9	14,5
Toimenpideradiologit**)	36	0,24	8,7	6,8	40,3
Radiologit**)	260	0,21	3,3	0,8	14,8
Erikoislääkärit***) ***)	277	0,05	1,1	0,2	6,7
Röntgenhoitajat (röntgensäteily)**)	947	0,03	0,6	0,0	2,7
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	621	0,07	0,7	0,1	4,7
Eläinlääkärit ja avustajat**)	476	0,07	1,0	0,2	4,0
Eläinlääkärit**)	289	0,06	1,6	0,2	6,5
Materiaalitarkastusten tekijät****)	612	0,12	0,8	0,2	4,2
Merkkiainekokeiden tekijät	28	0,04	2,4	1,3	6,8
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• eristetyö	121	0,29	4,8	2,4	14,0
• mekaaniset- ja konekunnossapitotyöt	1040	0,68	1,4	0,7	10,0
• siivous	291	0,25	1,9	0,9	10,2
• materiaalitarkastus	349	0,26	1,2	0,7	11,2
• sähkö- ja automaatiotyöt	777	0,17	0,9	0,2	7,8
• säteilysuojeluhenkilöstö	98	0,18	2,3	1,9	11,6
• Telinetyöt ja haalaus	194	0,19	1,6	1,0	10,0

*) Kirjaukskynnys on 0,10 mSv/kk tai 0,30 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 (31.12.2018).

Nuklidi	Aktiivisuus [GBq] tai massa
H-3	32184
Cs-137	2698
Am-241	2195
Pu-238	1482
Kr-85	1413
Am-241 (Am-Be)	602
Ra-226	235
Sr-90	203
Cm-244	132
Co-60	70
Pm-147	45
Ni-63	34
Fe-55	19
C-14	18
Pu-238 (Pu-Be)	7
Ra-226 (Ra-Be)	1
U-238 (köyhdytty uraani)	1470 kg
Th-232	2,5 kg

TAULUKKO 13. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaisuuritteet vuosina 2009–2018.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Vaarallisten lasereiden poistot Internetkaupoista	Yhteensä
2009	47	2	9	15	73
2010	55	3	9	31	98
2011	56	6	3	42	107
2012	53	0	15	43	111
2013	63	3	11	42	119
2014	53	2	23	41	119
2015	68	1	14	14	97
2016	72	2	10	18	102
2017	81	3	11	22	117
2018	56	0	10	45	111

TAULUKKO 14. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2009–2018.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuus-arvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2009	31	12	43
2010	36	13	49
2011	4	10	14
2012	8	16	24
2013	5	5	10
2014	6	8	14
2015	2	7	9
2016	8	4	12
2017	6	3	9
2018	5	4	9

TAULUKKO 15. Solariumien käyttöpaikatarkastukset vuosina 2009–2018. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012–2018 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella (lukumäärä suluissa) ja selvitettiin toiminnan vaatimustenmukaisuutta selvityspyynnöillä.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2009	19
2010	16
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)
2015	4 (17)
2016	4 (55)
2017	6 (31)
2018	5 (30)

TAULUKKO 16. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2009–2019.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2009	15
2010	10
2011	5
2012	15
2013	11
2014	10
2015	14
2016	11
2017	0
2018	0

Liite 2

Julkaisut vuonna 2018

Sähköisestä julkaisuarkistosta Julkari (Julkari.fi) löytyvät STUKin sarjajulkaisut pdf-muodossa. Julkari toimii myös julkaisurekisterinä. Osasta julkaisuja löytyy siksi vain metatiedot.

Vuonna 2018 valmistuivat seuraavat säteilyn käytön turvallisuuteen liittyvät julkaisut:

STUK:laisten tieteelliset artikkelit

Bjerke H, Plagnard J, Bordy JM, Kosunen A, Huikari J, Persson L, Hetland PO. Comparison of the air-kerma x-ray standards of the NRPA, the STUK, the SSM and the LNE-LNHB in the ISO 4037 narrow spectrum series in the range 40 kV to 300 kV (EURAMET.RI(I)-S3.2). Metrologia 2018, Volume 55, Technical Supplement.

Bjerke H, Plagnard J, Bordy JM, Kosunen A, Lindholm C, Persson L, Hetland PO. Comparison of the airkerma standards of the NRPA, the STUK, the SSM and the LNE-LNHB in low-energy and mammography x-ray ranges (EURAMET.RI(I)-S14). Metrologia 2018, Volume 55, Technical Supplement.

Bjerke H, Plagnard J, Bordy JM, Kosunen A, Lindholm C, Persson L, Hetland PO. Comparison of the air-kerma standards of the NRPA, the STUK, the SSM and the LNE-LNHB in medium-energy x-rays (EURAMET.RI(I)-S15). Metrologia 2018, Volume 55, Technical Supplement.

Csete István, Toroi Paula, Steuer Andreas, Hourdakos Costas, Gabris Frantisek, Jozela Sibusiso, Kosunen Antti, Cardoso Joao, Sochor Vladimir, Persson Linda, Glavi Cindro Denis, Arib Mehenna, Smekhov Mark. IAEA-SSDL bilateral comparisons for diagnostic level air kerma measurement standards. Physica Medica 2018; 47: 9–15. DOI: 10.1016/j.ejmp.2018.02.004

Huikari Jussi, Siiskonen Teemu, Kosunen Antti, Pousi Panu. Neutron field characteristics at radiation metrology laboratory of STUK. Radiation Protection Dosimetry 3.2.2018. DOI:10.1093/rpd/ncy007

Järvinen Hannu, Farah Jad, Siiskonen Teemu, Ciraj-Bjelac Olivera, Dabin Jérémie, Carinou Eleftheria, Domienik-Andrzejewska Joanna, Kluszczynskig Dariusz, Kneževih Željka, Kopec Renata, Majer Marija, Malchair Françoise, Negri Anna, Pankowski Piotr, Sarmiento Sandra, Trianni Annalisa. Feasibility of setting up generic alert levels for maximum skin dose in fluoroscopically guided procedures. *Physica Medica* 2018; 46: 67-74.

<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.01.010>

Pekkarinen A, Siiskonen T, Lehtinen M, Savolainen S, Kortnesniemi M. Potential occupational exposures in diagnostic and interventional radiology – statistical modelling based on national dose registry data. *Acta Radiologica* 2019; 60 (1): 68-77. doi: 10.1177/0284185118770902. (Hyväksytty jo 2018.)

Siiskonen T, Ciraj-Bjelac O, Dabin J, Diklic A, Domienik-Andrzejewska J, Farah J, Fernandez JM, Gallagher A, Hourdakakis CJ, Jurkovic S, Jarvinen H, Jarvinen J, Kneževi Ž, Koukorava C, Maccia C, Majer M, Malchair F, Riccardi L, Rizk C, Sanchez R, Sandborg M, Sans Merce M, Segota D, Sierpowska J, Simantirakis G, Sukupova L, Thrapsanioti Z, Vano E. Establishing the European diagnostic reference levels for interventional cardiology. *Physica Medica* 2018; 54: 42-48.

<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.09.012>

Tuovinen Hanna, Pelkonen Mila, Lempinen Janne, Pohjolainen Esa, Read David, Solatie Dina, Lehto Jukka. Behaviour of metals during bioheap leaching at the Talvivaara mine, Finland. *Geosciences* 2018; 8. doi:10.3390/geosciences8020066

STUKin omat sarjajulkaisut

Holmgren O, Kojo K, Kurttio P. Radon concentrations in Finnish houses built in 2013-2015. Cores Symposium on Radiation in the Environment report. STUK-A261. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2018: 110-116.

Järvinen Hannu (toim.). Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa. STUK opastaa/Syyskuu 2018. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2018.

Kallio A, Kämäräinen M, Turunen J. Radioactivity in the ashes from biomass-fired bioenergy production in Finland, 2016 case study. Cores Symposium on Radiation in the Environment report. STUK-A261. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2018: 83-84.

Kurkivuori Janne. Gamma- ja röntgensäteilyttimien vertailu. STUK-TR 29/Lokakuu. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2018.

Kämäräinen M, Kallio A, Turunen J. Energiantuotannossa syntyvän tuhkan radioaktiivisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 19.4.2018.

Pastila Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2017. STUK-B 224. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2018.

Pastila Riikka (ed.). Radiation practices. Annual report 2017. STUK-B 229. Helsinki; Radiation and Nuclear Safety Authority: 2018.

STUKin esitteet/Muut julkaisut

Jeminen S, Holmgren O, Kojo K. Radonpitoisuudet kuriin kattavilla radonmittauksilla ja nopealla korjauksella. Päiväkummun koulu, Vantaa. Ympäristö ja terveys -lehti 2018; 5: 68-71.

Kurttio P. Säteilylain uudistus ja sisäilman radonvalvonta. Ympäristö ja terveys -lehti 2018; 3: 46-48.

Kämäräinen M, Kallio A, Turunen J. Energiantuotannossa syntyvän tuhkan radioaktiivisuus. BioEnergia -lehti 2018; 5: 30-31.

Siru Tuomas. Säteilylähteiden turvajärjestelyt -oppaan laatiminen. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu, Turvallisuusalan koulutusohjelma, Tradenomi (AMK). Vantaa; Laurea-ammattikorkeakoulu: 2018.

STUK-B sarjan julkaisuja

STUK-B 234 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2018.

STUK-B 233 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, inter-national cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2018.

STUK-B 232 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2018.

STUK-B 231 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2018.

STUK-B 230 Julin S (toim.) Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2018.

STUK-B 229 Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2017.

STUK-B 228 Julin S (toim.) Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2018.

STUK-B 227 Liukkonen J (toim.). Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2015.

STUK-B 226 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2017. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2017. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2017.

STUK-B 225 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2017.

STUK-B 224 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2017.

STUK-B 223 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2017.

STUK-B 222 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, inter-national cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2017.

STUK-B 221 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosi-raportti 3/2017.

STUK-B 220 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosi-raportti 2/2017.

STUK-B 219 Nylund R. Pulssiröntgenlaitteet teollisuus- ja tutkimuskäytössä.

STUK-B 218 Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. 6th Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention.

STUK-B 217 Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2016.

STUK-B 216 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2017.

STUK-B 215 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2016. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2016. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2016.

STUK-B 214 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2016.

STUK-B 213 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2016.

STUK-B 212 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2016.

STUK-B 211 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2016.

STUK-B 210 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2016.

STUK-B 209 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1-2/2016.

STUK-B 208 Lehto J. Säteilyturvallisuus hiukkaskiihdyttimien käytössä.

STUK-B 207 Suutari J (toim.). Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015.

STUK-B 206 Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2015.

B



Korjattu painos
978-952-309-445-1 (pdf)
ISSN 2243-1896

STUK

**Säteilyturvakeskus
Strålsäkerhetscentralen
Radiation and Nuclear Safety Authority**

Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881
fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi