



B

STUK-B 282 / VUOSIRAPORTTI 2021

Eija Venelampi (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2021

TÄMÄN RAPORTIN LAADINTAAN OVAT OSALLISTUNEET

Siiri-Maria Aallos-Ståhl

Ritva Bly

Timo Helasvuo

Santtu Hellstén

Heli Hollijoki

Anne Höytö

Sampsa Kaijaluoto

Antti Kallio

Anne Kiuru

Milla Korhonen

Venla Kuhmonen

Päivi Kurttio

Iida Kuurne

Sami Kännälä

Antti Latomäki

Maaret Lehtinen

Reetta Nylund

Pasi Orreveteläinen

Iisa Outola

Lauri Puranen

Teemu Siiskonen

Petri Sipilä

Tuomas Siru

Antti Takkinen

Petra Tenkanen-Rautakoski

Emmi Tikkanen

Tim Toivo

Tommi Toivonen

Paula Toroi

Reijo Visuri

Lasse Ylianttila

ISBN 978-952-309-537-3 (pdf)

ISSN 2243-1896



Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2021

Eija Venelampi (toim.)

Eija Venelampi (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2021. STUK-B 282. Helsinki 2022. 70 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, säteilyturvallisuuspoikkeamat

Tiivistelmä

Vuoden 2021 lopussa oli voimassa 2 887 turvallisuuslupaa ionisoivan säteilyn käyttöä varten ja kolme turvallisuuslupaa ilmailun harjoittamiseen. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, valvontakyselyillä ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2021 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 137 turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastusta käyttöpaikoilla.

Henkilökohtaisessa annostarkkailussa oli vuonna 2021 yhteensä noin 13 660 työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin noin 76 500 kappaletta.

Vuonna 2021 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, matkapuhelimiin, taskulamppuihin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin neljä kertaa vaarallisen laserlaitteen nettihuutokauppaan. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla kaksi kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 18 solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi neljää solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella. Tarkastus tehtiin dokumentaation perusteella 25 kauneudenhoitopaikalle. Vuoden aikana tarkastettiin kymmenen matkapuhelimen säteilytasot.

Mittanormaalityöinnässä ylläpidettiin kansallisia mittanormaaleja ja kalibroitiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittareita ja ilman radonmittareita. Mittausvertailuissa STUKin tulokset olivat selvästi hyväksyntärajojen sisällä. STUK hyväksyttiin jäseneksi kansainvälisen paino- ja mittakomitean ionisoivan säteilyn neuvoo-antavan komitean dosimetriaryhmään, mikä on Dosimetrialaboratoriolle huomattava tunnustus.

STUK hyväksyttiin IAEA:n koordinoimaan tutkimusprojektiin, jossa tavoitteena on selvittää röntgenkuvantamisen dosimetriakäytänteiden päivitystarvetta.

Vuonna 2021 sattui 42 säteilyn käyttöön liittyvää säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Tapahtumista 21 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 18 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, yksi eläinlääketieteessä ja kaksi ionisoimattoman säteilyn käyttöä. Terveydenhuollosta ilmoitettiin lisäksi 2 434 turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmäksi arvioitua tapahtumaa ja läheltä piti -tilannetta sekä teollisuudesta ja tutkimuksesta neljä kootusti ilmoitettavaa säteilyturvallisuuspoikkeamaa.

Kansalliseen radontietokantaan kirjattiin yli 12 000 radonmittausta noin 3 000 työpaikalta vuonna 2021. Tavanomaisilla työpaikoilla radonpitoisuuden vuosikeskiarvo oli suurempi kuin viitearvo 300 Bq/m^3 noin 14 %:ssa mitatuista työpaikoista. Yksi turvallisuuslupa myönnettiin maanalaiselle rakennustyömaalle, jossa ei pystytty pienentämään radonpitoisuuksia.

Sisällys

TIIVISTELMÄ	5
JOHDON KATSAUS	8
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 JA TUTKIMUKSESSA	12
2.3 TURVALLISUUSLUVAN ALAISEN SÄTEILYTOIMINNAN TOIMINNANAIKAINEN VALVONTA	13
2.4 SÄTEILYLÄHTEIDEN VALMISTUS, TUONTI, JA VIENTI	17
2.5 TYÖNTEKIJÖIDEN SÄTEILYANNOKSET	18
2.6 HYVÄKSYNTÄPÄÄTÖKSET JA KELPOISUUKSIEN TOTEAMINEN	22
2.7 RADIOAKTIIVISET JÄTTEET	23
2.8 SÄTEILYTURVALLISUUSPOIKKEAMAT	23
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	33
3.1 RADON TAVANOMAISILLA TYÖPAIKOILLA	33
3.2 RADON MAANALAISISSA KAIVOKSISSA, LOUHINTATYÖMAILLA JA TUNNELEISSA	34
3.3 RAKENNUSTUOTTEIDEN RADIOAKTIIVISUUS	34
3.4 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TEOLLISUUDEN VALVONTA (NORM-VALVONTA)	35
3.5 KOSMISEN SÄTEILYN VALVONTA ILMAILUN HARJOITTAMISESSA	35

4	IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	36
4.1	YLEISTÄ	36
4.2	UV-SÄTEILYÄ JA NÄKYVÄÄ VALOA TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	37
4.3	LASERIEEN VALVONTA	38
4.4	SÄHKÖMAGNEETTISIA KENTTIÄ TUOTTAVIEN LAITTEIDEN VALVONTA	38
4.5	KOSMEETTISTEN NIR-SOVELLUSTEN KÄYTÖN VALVONTA	39
4.6	MUUT TEHTÄVÄT	40
4.7	SÄTEILYTURVALLISUUSPOIKKEAMAT IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖSSÄ	40
5	SÄÄNNÖSTÖTYÖ	41
6	TUTKIMUS	42
7	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	45
8	KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	47
9	VIESTINTÄ	49
10	MITTANORMAALITOIMINTA	50
10.1	YLEISTÄ	50
10.2	MITTARI- JA MITTAUSVERTAILUT	50
11	PALVELUT	52
11.1	KALIBROINNIT, TESTAUKSET JA SÄTEILYTYKSET	52
11.2	MUUT PALVELUT	52
	LIITE 1 TAULUKOT	53
	LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2021	65

Johdon katsaus

Säteilytoiminnan valvonnassa jatkui 2021 laaja etätyösuositus. Käyttöpaikoille päästiin tarkastuksille varsin vähän. Vakavia säteilyturvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei tullut tietoon, mutta kaksi vuotta jatkuneet poikkeusolot alkoivat selvästi vaikuttaa STUKin tilannekuvaan. Olosuhteisiin on luonnollisesti sopeuduttava, joten yhteydenpitoa toiminnanharjoittajiin aktivoitiin muun muassa useilla webinaareilla ja valvontaan kehitettiin etätapaamisiin ja kyselyihin perustuvia menettelyitä. Lisäksi esimerkiksi säteilevien tuotteiden markkinavalvonta oli hyvin aktiivista. Poikkeusolojen viimein väistyessä olemme huomanneet, että monet opitut toimintatavat kannattaa säilyttää, mutta perinteiselle kasvokkain tapaamiselle on paikkansa.

Säteilylain uusiin vaatimuksiin liittyvät tehtävät jatkuivat vielä vuonna 2021. Turvallisuusarvioiden käsittelyssä syntyi 2020 ruuhkaa, joka saatiin purettua vasta 2021. Jotkut toiminnanharjoittajat joutuivat valitettavasti odottamaan turvallisuusarvion vahvistamista melko pitkään.

Sammio-ohjetietokanta julkaistiin 2021 ja sen täydentäminen jatkuu edelleen. Tietokannasta löytyy kaikki säteilylainsäädännön eritasoiset säädökset perusteluineen ja lisäksi STUKin laatimia soveltamisohjeita. Toivomme, että mahdollisimman monet toiminnanharjoittajat oppivat etsimään vastauksia tietokannasta ja antavat palautetta sen kehittämiseksi.

Aloitimme 2021 pohjustamaan valvonnan tietojärjestelmämme uusimista. Nykyinen järjestelmä on teknisen käyttöikänsä loppupäässä ja rajoittaa valvonnan kehitystä. Olemme selvittäneet mahdollisuuksia yhdistää voimamme järjestelmäkehityksessä Tukesin kanssa. Tavoittemme on, että pystyisimme jatkossa tarjoamaan sujuvan sähköisen työkalun lupa-asiointiin ja nopeuttamaan käsittelyä automatisoinnilla.

STUK valmistautui 2021 IAEA:n vetämään kansainväliseen säteily- ja ydinturvallisuuden vertaisarviointiin (IRRS) ja radioaktiivisen jätteen ja käytetyn polttoaineen turvallisuuden vertaisarviointiin (Artemis). Arvioinnit tehdään 2022 lopulla. Säteilyturvallisuusosalalla valmistaudutaan myös kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICRP) perussuositusten päivitykseen. STUK osallistuu työhön kommentoimalla prosessia kansainvälisten toimikuntien kautta.

Etätyösuositus on nyt keväällä 2022 päättynyt. STUKlaiset eivät kuitenkaan enää palaa läsnätyöhön Roihupellon toimitiloihin Helsinkiin, vaan toimistotyö aloitetaan kevään kuluessa uusissa toimitiloissa Vantaan Jokiniemessä. Muuton valmistelu on ollut yksi 2021 keskeisistä tehtävistä etenkin laboratoriotoiminnoissa.

I Yleistä

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

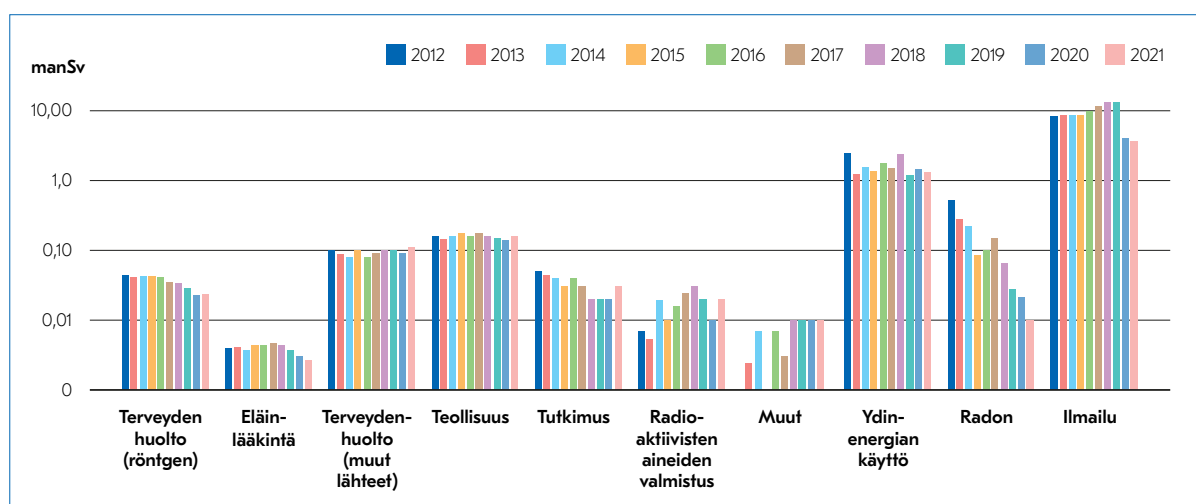
Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä, kuten radonista, ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä.

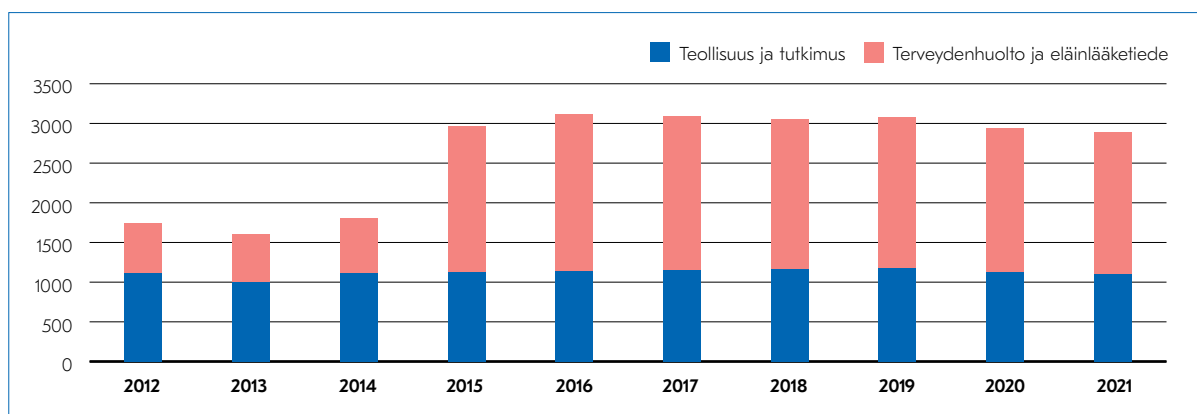
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

I.1 Tärkeimmät tunnusluvut

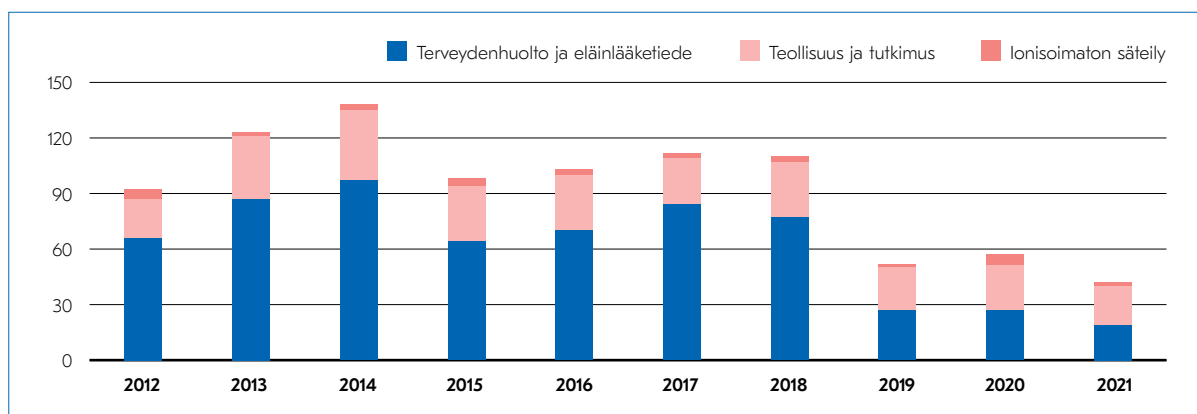
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–4.



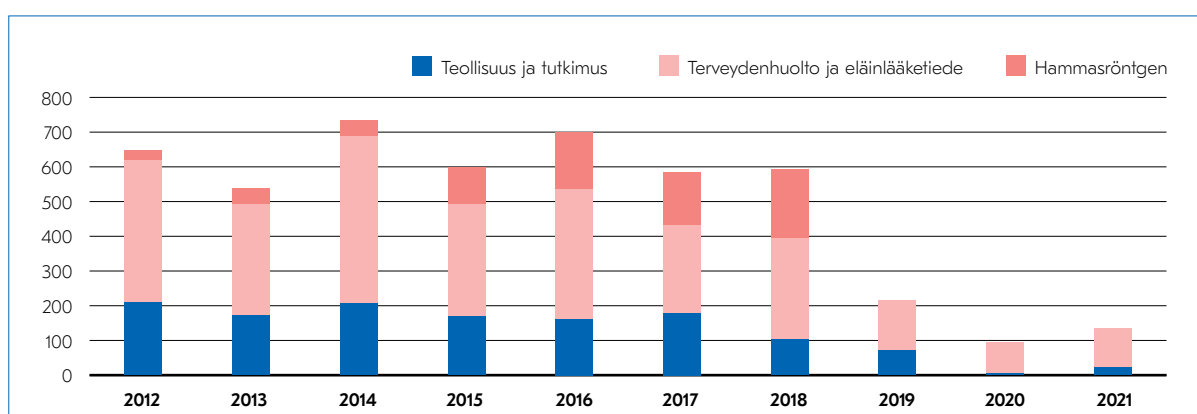
KUVA 1. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden työntekijöiden kollektiiviset efektiiviset annokset (manSv) toimialoittain vuosina 2012–2021. Kuvassa esitettujen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. liitteen 1 taulukot 10 ja 11).



KUVA 2. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2012–2021. Vuosina 2019–2021 on lisäksi ollut kolme turvallisuuslupaa ilmailun harjoittamiseen. Terveydenhuollon lupien määrän lisääntyminen vuonna 2015 johtuu hammasröntgentoiminnan muuttumisesta rekisteröidystä toiminnasta luvanvaraiseksi toiminnaksi.



KUVA 3. Viivytystä ilmoitettavien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärät vuosina 2012–2021. Vuodesta 2019 alkaen osa aiemmin viivytystä ilmoitettavista säteilyturvallisuuspoikkeamista voitiin ilmoittaa kootusti vuosittain.



KUVA 4. Käyttöpaikoille tehtyjen tarkastusten lukumäärät vuosina 2012–2021. Vuodesta 2019 alkaen hammasröntgentarkastukset ovat mukana kohdassa "Terveydenhuolto ja eläinlääketiede".

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

Kesäkuun 2020 puolivälissä umpeutui säteilylaissa asetettu määräaika toimittaa säteilytoiminnan turvallisuusarvio STUKille vahvistettavaksi. Tämän määräajan jälkeen turvallisuusarvioiden käsittely ruuhkautti valvonnan ja turvallisuusarvioiden käsittely jatkui edelleen vuoden 2021 alussa. Toisaalta merkittävä osuus toiminnanharjoittajista ei toimittanut turvallisuusarviota STUKin vahvistettavaksi määräaikaan mennessä. Kyseisille toiminnanharjoittajille annettiin kehoitus toimittaa turvallisuusarvio STUKille viipymättä. Myös hallintopakkoa on toimintaan liittyvät riskit huomioiden pitänyt kohdistaa joihinkin toiminnanharjoittajiin turvallisuusarvion toimittamisen varmistamiseksi. STUK on myös muissa turvallisuuslupa-asioissa edelleen jämäköittänyt lupavalvontaa käyttämällä muun muassa aiempaa aiemmassa vaiheessa kehotusta ja tarvittaessa muita toimeenpanomenettelyjä.

Koronatilanteen vuoksi läsnäseminaareja ei järjestetty. Toisaalta osa koulutustarpeesta saatiin hoidettua verkkoseminaarien muodossa, joita pidettiin useita, eri aiheista ja eri kohderyhmille. Myös toiminnan valvontaa tehtiin jossain määrin etämenetelmillä.

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

Vuoden 2021 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 477 kappaletta ja eläinlääketiedettä koskevia lupia 306 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin 653 lupa-asiaa koskevaa päätöstä ja 327 ilmoitusta (uusvia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan peruuttamisia). Terveydenhuollon turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli noin 8 päivää. Tämän lisäksi vahvistettiin erillisellä päätöksellä turvallisuusarvio 169 turvallisuusluvan osalta. Turvallisuusarvioiden käsittelyajat olivat muita lupa-asioita huomattavasti pidempiä. Vuonna 2021 vahvistetut turvallisuusarviot liittyivät pääosin turvallisuuslupiin, joista turvallisuusarviota ei ollut toimitettu määräaikaan mennessä vaan se saatiin vahvistettavaksi vasta hallintopakkoa käyttämällä. Tämä vei edelleen alkuvuonna 2021 huomattavan paljon työaikaa. Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa olevien toimintojen lukumäärät.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon ja eläinlääketieteen säteilyn käytössä vuoden 2021 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Liitteen 1 taulukossa 6 on esitetty sellaisten terveydenhuollossa, teollisuudessa ja tutkimuksessa käytössä olevien umpilähteiden lukumäärät, joiden ikä on suurempi tai yhtä suuri kuin 40 vuotta vuosina 2021–2023, ellei niitä poisteta käytöstä ennen sitä ennen. Umpilähde on poistettava käytöstä viimeistään, kun 40 vuotta on kulunut sen vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta. Siirtymäaika päättyy 15.12.2023.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa sisältää myös säteilyn käytön opetuksessa, palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa, säteilylähteiden kaupan ja valmistuksen, radioaktiivisten aineiden kuljetukset, radioaktiivisten jätteiden vastaanoton ja käsittelyn sekä orpojen säteilylähteiden käsittelyn ja varastoinnin.

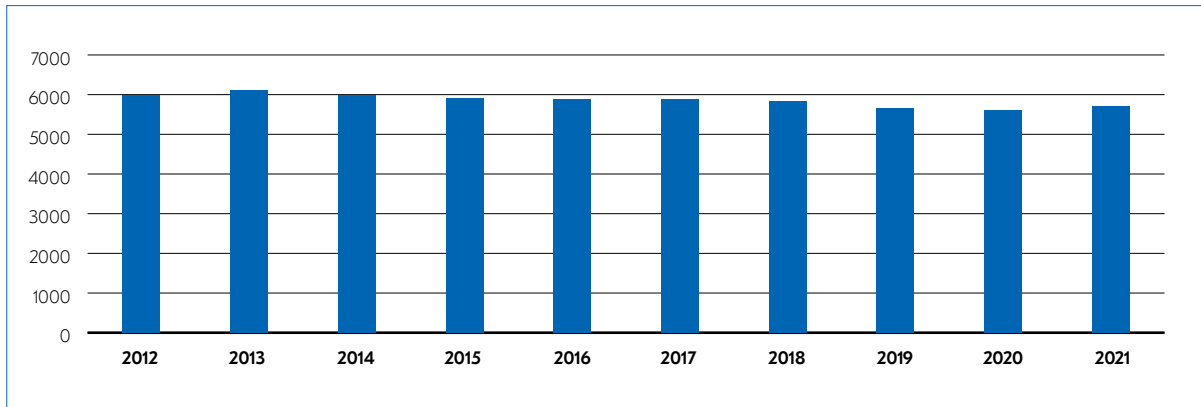
Teollisuuden säteilyn käytön osalta noin 100 turvallisuusarviota oli vuoden 2021 lopussa vielä käsittelyjonossa. Lisäksi noin sadalta toiminnanharjoittajalta turvallisuusarviota ei ole saatu lainkaan muistutuksista huolimatta. Turvallisuusarvioiden läpikäynti työllisti huomattavan paljon.

Turvallisuusluvut

Vuoden 2021 lopussa teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia oli 1 104 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 572 muuta lupasuoritetta kuin turvallisuusarvion vahvistamista (357 päätöstä ja 215 ilmoitusta) jotka koskivat uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan peruuttamisia. Uusia lupia myönnettiin 38 kappaletta ja 57 lupaa peruutettiin. Lupasuoritteita koskevien hakemusten ja ilmoitusten keskimääräinen käsittelyaika oli 32 päivää, kun lisätietojen saamiseen kulunutta aikaa ei otettu huomioon. Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luvissa olevien säteilytoimintojen lukumäärät.

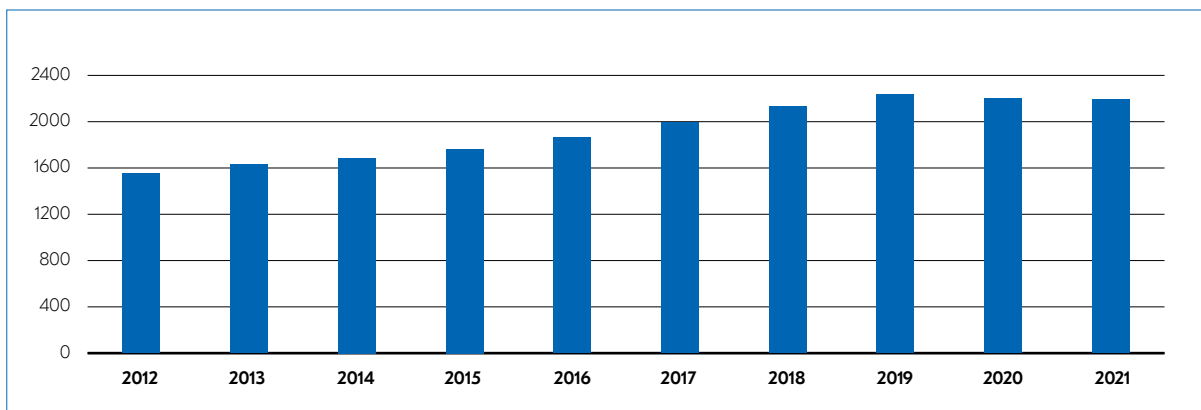
Säteilylaitteet ja laboratoriot

Kuvassa 5 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä.



KUVA 5. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä teollisuudessa ja tutkimuksessa 2012–2021.

Kuvassa 6 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana.



KUVA 6. Röntgenlaitteiden lukumäärä teollisuudessa ja tutkimuksessa 2012–2021.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylaitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2021 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Liitteen 1 taulukossa 6 on esitetty sellaisten terveydenhuollossa, teollisuudessa ja tutkimuksessa käytössä olevien umpilähteiden lukumäärät, joiden ikä on suurempi tai yhtä suuri kuin 40 vuotta vuosina 2021–2023, ellei niitä poisteta käytöstä ennen sitä. Umpilähde on poistettava käytöstä viimeistään, kun 40 vuotta on kulunut sen vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta. Siirtymäaika päättyy 15.12.2023.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan toiminnanaikainen valvonta

Koronatilanne vaikutti edelleen vuonna 2021 käyttöpaikoille tehtäviin tarkastuksiin sekä muihin läsnätilaisuuksiin. Käyttöpaikoille tehtäviä tarkastuksia tehtiin riskiperusteisesti siten,

että esimerkiksi sädehoitotoiminnassa tarkastukset toteutuivat kutakuinkin suunnitellusti. Lisäksi terveydenhuollon valvonnassa painottuivat kardiologinen säteilyn käyttö, isotooppilääketiede, hammasröntgentoiminta sekä uudet toiminnanharjoittajat.

Läsnätilaisuuksien sijasta panostettiin säteilyn käyttäjille suunnattuihin webinaareihin. Teollisuudessa ja tutkimuksessa käyttöpaikalle tehtäviä tarkastuksia tehtiin pääasiassa osana Puolustusvoimia koskevaa valvontaprojektia. Lisäksi tehtiin muutama reaktiivinen tarkastus esimerkiksi orvon lähteen löytymisen jälkeen.

Terveydenhuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Vuonna 2021 tehtiin yhteensä 98 terveydenhuollon ja 17 eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevaa tarkastusta. Tarkastuksissa annettiin toiminnanharjoittajille 14 korjausvaatimusta ja lisäksi 20 muutosta edellyttävää havaintoa. Vuonna 2021 vahvistettiin myös viestinnän käyttöä valvontakeinona: yhtenä työkaluna olivat säteilyn käyttäjille suunnatut webinaarit, joita pidettiin terveydenhuollon, hammaslääketieteen ja eläinlääketieteen toiminnanharjoittajille vuoden aikana yhteensä seitsemän eri aiheilla ja eri kohdeyleisöille suunnattuina. Webinaarit koettiin hyvänä matalan kynnyksen tapana jakaa tietoa säteilyn käyttäjille, vaikkakin läsnätilaisuuksia myös toivotaan.

Hammasröntgentoiminta

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2021 noin 1 200 toiminnanharjoittajaa.

Hammasröntgentoiminnan valvonnassa painottui panoraamatomografiaröntgenlaitteen käyttö hammashoitolan ulkopuolella. Käyttöpaikoille tehdyllä kyselyllä selvitettiin sekä vastuiden että tehtävien jakautumista käytännön kuvantamisen sekä laadunvarmistukseen liittyen. Kyselyn tuloksia varmennettiin ja tarkennettiin käyttöpaikoille tehtävillä tarkastuksilla. Merkittävä havainto oli, että kyselyn tulokset ja tarkastuksilla tehdyt havainnot erosivat toisistaan huomattavasti. Kyselyyn vastasi usein hallintotasolla työskentelevä henkilö, kun taas tarkastuksella oli mukana käytännön kuvantamistutkimuksia tekeviä henkilöitä. Valvontaprojekti jatkuu vuoden 2022 keväälle ja sen tuloksista raportoidaan STUK-B-sarjan raportissa alkuvuonna 2022. Lisäksi tehtiin tarkastuksia uusille toiminnanharjoittajille, joilla on KKTT-toimintaa.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2021 asennetut hammasröntgenlaitteet. Ilmoitusten yhteydessä tuli 30 hammasröntgenlaitetta, joille ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista tai laitteen hallussapitoa tai jonka käytöstä ei ollut ilmoitettu riittävän pian käyttöön ottamisen jälkeen. Kyseisille toiminnanharjoittajille annettiin kehoitus saattaa toiminta luvanmukaiseksi.

Röntgentoiminta

Röntgentoiminnan valvonnassa painottuivat kardiologinen säteilyn käyttö ja uusien toiminnanharjoittajien valvonta.

STUK teki alkuvuonna 2021 ennakkokyselyn kardiologisia tutkimuksia ja toimenpiteitä tekeviin yksiköihin. Ennakkokyselyllä selvitettiin mm. säteilysuojien ja annosmittareiden käyttöä, laiteohjelmien optimointia ja säteilysuojelukoulutusta yksiköissä. STUK

teki käyttöpaikkatarkastuksia kyselyn vastausten ja aiempien valvontahavaintojen perusteella valittuihin yksiköihin vuosina 2021–2022. Tarkastuksissa seurattiin yksiköiden potilastoimintaa yhden päivän ajan sekä haastateltiin yksiköiden henkilökuntaa. Huomiota kiinnitettiin erityisesti henkilökunnan säteilyturvallisiin työskentelytapoihin, kuten säteilysuojien käyttöön, sijoittumiseen säteily käyttötilassa ja muihin menettelyihin, jotka vähentävät henkilökunnan ja potilaan säteilyaltistusta. Valvontaprojektin tuloksista raportoidaan STUK-B-sarjan raportissa keväällä 2022.

Lisäksi erityisesti loppuvuonna painotettiin koronan vuoksi siirtyneitä uusien toiminnanharjoittajien tarkastuksia. Eläinröntgentoiminnassa tehtiin selvitys säteilyturvallisuusasiantuntijan (STA) käytöstä turvallisuuslupaa edellyttävässä toiminnassa. Toiminnassa on velvoite säteilyturvallisuusasiantuntijan käyttöön uutta toimintaa aloitettaessa ja toiminnan aikana tarvittaessa.

Selvityksessä ilmeni, että toiminnanharjoittajan vastuu kuvata säteilyturvallisuusasiantuntijan käyttö osaksi säteilytoiminnan johtamisjärjestelmää korostuu vakiintuneessa eläinröntgentoiminnassa, jossa säteilyturvallisuusasiantuntijan käyttö saattaa jäädä vähäiseksi. Toiminnanharjoittajan on tiedostettava milloin säteilyturvallisuusasiantuntijaa tulisi käyttää eläinröntgentoimintaan liittyvien muutosten ja tapahtumien yhteydessä. Raportti selvityksen tuloksista valmistuu alkuvuonna 2022.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2021 asennetut terveydenhuollon ja eläinlääketieteen röntgenlaitteet. Ilmoitusten yhteydessä tuli ilmi kymmenen röntgenlaitetta, joille ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista tai jonka käytöstä ei ollut ilmoitettu riittävän pian käyttöön ottamisen jälkeen. Kyseisille toiminnanharjoittajille annettiin kehoitus saattaa toiminta luvanmukaiseksi.

Isotooppilääketiede

Isotooppilääketieteen valvonnassa korostuivat turvallisuusarvioiden vahvistaminen ja valvonnan kohdistaminen niiden perusteella. Turvallisuusarvioiden vahvistaminen venyi vuodelle 2021, mikä johtui turvallisuusarvioiden laajuudesta sekä yhtenäisten vahvistamiskriteereiden puuttumisesta. Loppuvuonna 2021 terveydenhuollon isotooppiyksiköihin tehtiin seitsemän tarkastusta käyttöpaikalla ja 16 etätarkastuksina. Tarkastuksissa keskityttiin varmistamaan turvallisuusarviossa esitettyjen toimintamallien toteutumista käytännössä. Lisäksi potilaiden kotiuttamiskäytännöt ja mahdollinen kotiuttamisen jälkeen muodostuvan radioaktiivisen jätteen käsittely sekä aktiivisuusmittareiden kalibrointikäytännöt aiheuttivat paljon keskustelua isotooppilääketieteen toiminnanharjoittajien ja valvojien kesken edelleen.

Sädehoito

Sädehoitoa annettiin kaikissa viidessä yliopistosairaalassa, seitsemässä keskussairaalassa sekä yhdellä yksityisklinikalla noin 16 700 potilaalle. STUK teki vuoden 2021 aikana kolme sädehoitolaitteen, yhden jälkilataushoitolaitteen sekä neljän TT-simulaattorin ja yhden MRI-simulaattorin ensitarkastusta sekä 31 muuta määräaikaistarkastusta.

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat sairaaloiden hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten keskimääräinen ero oli fotonikeiloissa alle

0,1 % ja elektroneikeloissa alle 0,5 %. 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 700 sädehoitokeilalle. Sairaaloiden annossuunnitteluohjelmistojen laskentatarkkuutta sekä syöttötietojen oikeellisuutta voidaan pitää erittäin hyvänä. Yli 3 %:n poikkeamia ei havaittu lainkaan kliinisessä käytössä olevilla kentillä.

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käyttö

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytön valvonnassa tarkastuksia tehtiin vain muutamia. Toiminnanaikaiseen valvontaan kuului myös turvallisuusarvioiden käsittely, joka työllisti paljon.

Säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2021 aikana 22 tarkastusta. Tarkastuksilla annettiin yhteensä 35 päätöstä korjata toimintaa. Näiden lisäksi valvontaa tehtiin aiempaa enemmän kyselyin ja selvityspyynnöin. Jos toiminnanharjoittaja ei noudattanut hakemukselle tai ilmoitukselle säädettyjä aikarajoja, lähetettiin muistutus tai selvityspyyntö. Erillisiä kirjallisia kehoituksia tehtiin 223 kappaletta.

Radioaktiivisten aineiden kuljetukset mukaan lukien korkea-aktiiviset umpilähteet

Korkea-aktiivisten umpilähteiden maantie- ja raidekuljetukset edellyttävät turvallisuusluvan. Vuoden 2021 aikana STUKille toimitettiin yksi hakemus uudesta kuljetustoiminnan turvallisuusluvasta. Luvanvaraisen kuljetuksen suorittajan on ilmoitettava STUKille jokaisesta kuljetuksesta erikseen ennen kuljetuksen suorittamista tai säteilylähteen saapumista Suomeen. STUK vastaanotti 70 ilmoitusta vuonna 2021. Poliisi suoritti toiminnanaikaisen ADR-tarkastuksen yhteen korkea-aktiivisten umpilähteiden maantiekuljetukseen STUKin toimiessa asiantuntijatukena. Tarkastetussa kuljetuksessa ei havaittu puutteita. Lisäksi STUK antoi asiantuntijatukea Tullin suorittamaan radioaktiivisen aineen kuljetuksenaikaiseen valvontasuoritteeseen, jonka yhteydessä kuljetuksen rahtiasiakirjoissa havaittiin puutteita. STUK selvitti asiaa lähetyksen vastaanottajan kanssa ja kuljetus suoritettiin loppuun normaalisti.

Teollisuuden ja tutkimuksen omavalvontakysely

STUK lähetti kahdessa erässä vuosina 2020 ja 2021 yhteensä 149:lle teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittajalle omavalvontakyselyn, jolla oli tarkoitus selvittää, ovatko toiminnanharjoittajat ottaneet säteilylainsäädännön muutokset huomion toiminnassaan. Kyselyssä oli tarkoitus kohdistaa valvontaa riskiperusteisesti toiminnanharjoittajiin, jotka kuuluvat työperäisen altistuksen luokkaan 1 tai 2, mutta vastauksista huomattiin, että yli puolet vastaajista ei ollut oikeaa kohderyhmää. Kyselyä laadittaessa STUK oli vahvistanut vain muutamia turvallisuusarvioita, joten toiminnanharjoittajien turvallisuusarvioissa esitettyjen luokkien perusteella ei voitu valita kyselyyn vastaajia. Kyselyssä tarkistettiin taustatiedot turvallisuusluvasta, säteilytoiminnasta, säteilytyöntekijöiden luokituksesta ja henkilö-

silmä- sekä sormidosimetrien käytöstä. Kaikkia kyselyyn osallistujia koskivat kysymykset liittyen johtamisjärjestelmään, säteilyturvallisuusvastaavaan, säteilyturvallisuusasiantuntijan käyttöön ja työskentelyalueisiin. Lisäksi erikseen oli kohdistettu kysymyksiä toiminnanharjoittajille, joiden toimintaa koskevat turvajärjestelyt ja niille, joiden toimiala liittyy teollisuusradiografiaan.

Kyselyn avulla saatiin kerättyä tilannekuvaa teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittajista. Hyvinä havaintoina voidaan todeta, että säteilyturvallisuusvastaavan tehtävät oli hyvin kuvattu suurella osalla kyselyyn vastanneista ja säteilyturvallisuusasiantuntijaa oli käytetty turvallisuusarvion laadinnassa apuna. Lisäksi osa toiminnanharjoittajista huomasi kyselyyn vastatessaan puutteita toiminnassaan ja ilmoitti vastauksissa päivittävänsä dokumenttejaan sekä toimintatapojaan. Turvajärjestelyiden osalta kyselyn perusteella ei saatu riittävästi tietoa, joten valvontaa tullaan erityisesti kohdistamaan toiminnanharjoittajiin, joiden toimintaa koskevat turvajärjestelyt. Kyselyn perusteella valittiin 33 toiminnanharjoittajaa, joille pyritään tekemään säteilyn käytön tarkastus vuonna 2022.

Puolustusvoimien säteilyn käyttöä koskeva valvontaprojekti

STUK valvoi Puolustusvoimien ionisoivan säteilyn käyttöä vuonna 2021. Projektiin kuuluivat aiempien valvontahavaintojen kokoaminen, yhteenveto toiminnanharjoittajan turvallisuusarvioista sekä tarkastukset säteilyn käyttöpaikoilla. Tarkastuksia tehtiin yhteensä 16 kappaletta. Valvontaprojektia koskeva raportti luovutetaan toiminnanharjoittajan käyttöön oman toiminnan kehittämiseksi.

Ajankohtaista säteilylähteiden turvajärjestelyistä -webinaari

STUK järjesti turvajärjestelyjen tasoja A ja B toteuttaville toiminnanharjoittajille webinaarin marraskuussa 2021. Webinaarissa esiteltiin kuluneen vuoden tapahtumia valvonnassa sekä seuraavan vuoden suunnitelmia. Positiivisen palautteen perusteella vastaavia webinaareja tullaan järjestämään myös jatkossa laajemmalle kuulijakunnalle.

Korkea-aktiiviset umpilähteet

Määräyksen STUK S/5/2019 22 §:n mukaan korkea-aktiivisten umpilähteiden käyttöä ja hallussapitoa koskevat vuosi-ilmoitukset tulee toimittaa STUKille kalenterivuotta seuraavan tammikuun loppuun mennessä. Kaikki vuoden 2020 ilmoitukset toimitettiin STUKille vuoden 2021 alussa. STUK vertasi tietoja luparekisteriin ja varmisti, että umpilähteiden tiedot täsmäsivät. Poikkeamia ei löydetty.

2.4 Säteilylähteiden valmistus, tuonti, ja vienti

Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2021 on esitetty liitteen 1 taulukossa 7 ja radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistusmäärät Suomessa vuonna 2021 taulukossa 8. Taulukoiden luvut perustuvat kauppaa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta saatuihin ilmoituksiin.

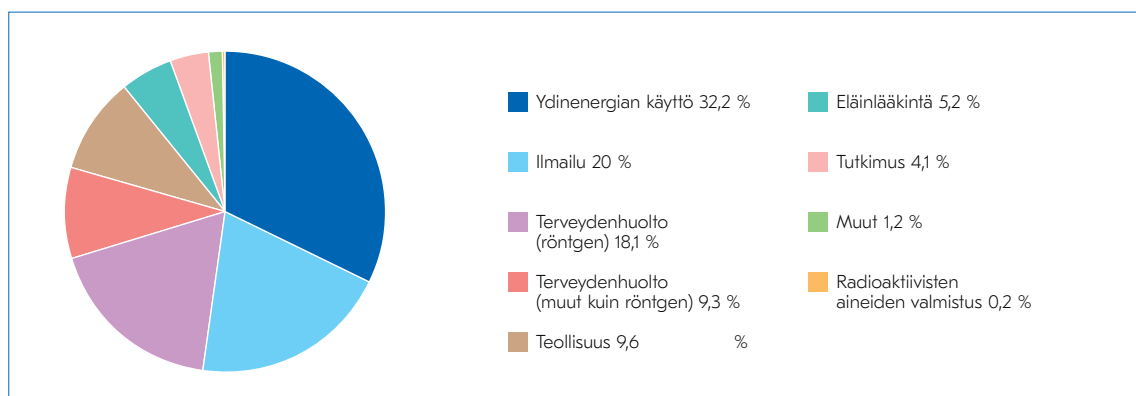
Taulukot eivät sisällä seuraavia tietoja:

- toiminnanharjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankituista ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetuista radioaktiivisista aineista.
- radioaktiivisista aineista, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- umpilähteistä, joiden aktiivisuus on pienempi tai yhtä suuri kuin vapaaraja.
- amerikumia (Am-241) sisältävistä palovaroittimista ja paloilmoitinjärjestelmien ioni-ilmaisimista. Niitä tuotiin maahan noin 26 300 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 875 MBq.
- Suomeen tuoduista, radioaktiivista ainetta sisältävistä lampuista ja sytyttimistä. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonaa (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuoduista ja Suomesta viedyistä avolähteistä. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, Lu-177, I-131, W-188, I-123, Br-82, Y-90, P-32, F-18, Tl-201, I-125.

STUK sai vuoden 2021 osalta ilmoitukset myös Suomeen tuoduista ja suomalaisille toiminnanharjoittajille luovutetuista röntgenlaitteista niiden kauppaa, tuontia ja valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan haltijoilta. STUK tarkastaa vuosi-ilmoitusten perusteella, että kaikki ilmoitetut umpilähteet ja röntgenlaitteet on liitetty turvallisuuslupiin asianmukaisesti.

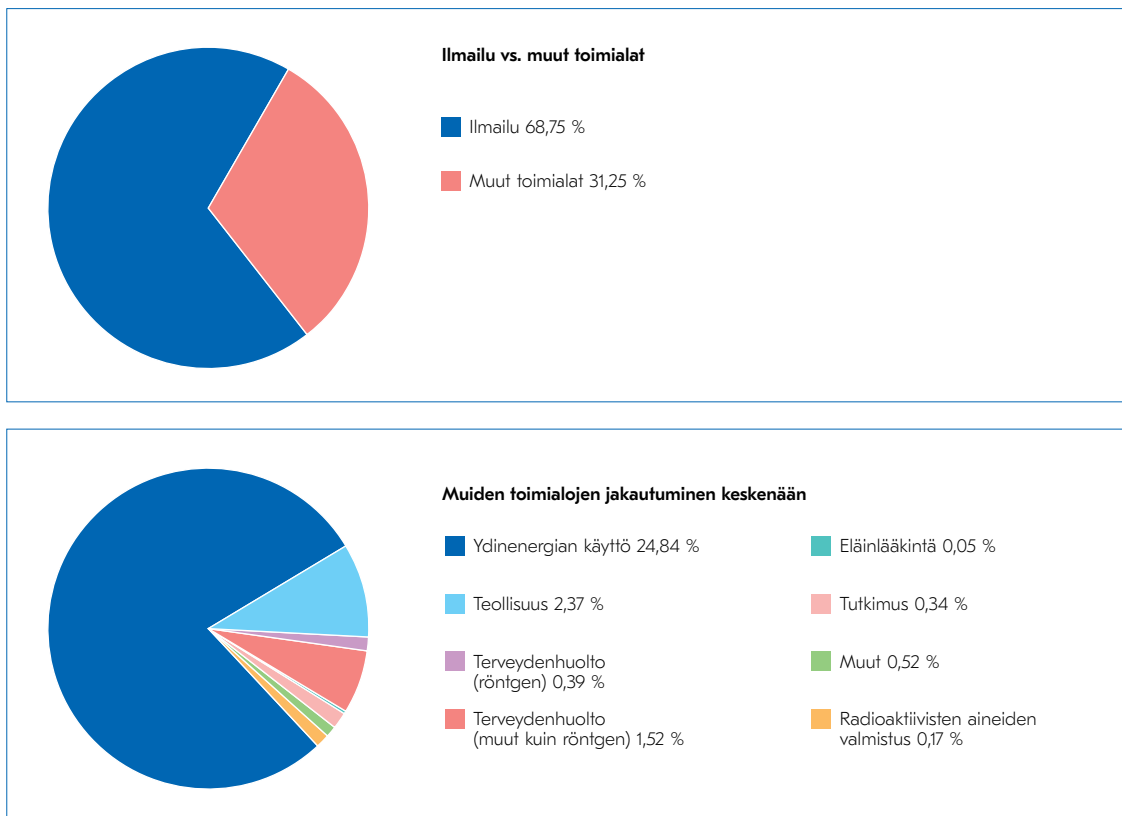
2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

Henkilökohtaisessa annostarkkailussa oli vuonna 2020 yhteensä noin 13 660 työntekijää, ja näiden työntekijöiden tiedot kirjattiin STUKin ylläpitämään työntekijöiden annosrekisteriin. Työntekijät osallistuivat säteilyn käyttöön, ydinenergian käyttöön tai altistuivat työssään luonnonsäteilylle, joko radonille tai kosmiselle säteilylle (ilmailu). Työntekijöiden lukumäärät on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuonna 2021. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: palvelut, radon, asennus/huolto/tekninen koekäyttö ja kauppa/tuonti/vienti.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2021 ylittänyt työntekijöiden vuosiansarajaa 20 mSv. Myöskään iholle tai silmien mykiölle asetetut annosrajat eivät ylittyneet yhdenkään työntekijän kohdalla. Työntekijöiden kollektiivisten annosten jakautuminen eri toimialoille on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Työntekijöiden kollektiivisten efektiivisten annosten jakautuminen eri toimialoille vuonna 2021. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: palvelut, radon, asennus/huolto/tekninen koekäyttö ja kauppa/tuonti/vienti.

Liitteen 1 taulukossa 12 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2021.

Säteilyn käyttö

Yleiset trendit annoksissa

Keskimääräiset työntekijöiden säteilyannokset olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiempina vuosina. Laskevaa trendiä on havaittavissa eläinlääkinnässä. Terveydenhuollon röntgentoiminnassa, muussa terveydenhuollossa, tutkimuksessa ja teollisuudessa keskimääräiset annokset ovat kasvaneet hieman vuoteen 2020 verrattuna. Radioaktiivisten aineiden valmistuksen keskimääräisessä efektiivisessä annoksessa on suurta vaihtelua vuosittain ja annos on lähes kaksinkertaistunut vuoteen 2020 verrattuna. Säteilyn käyttöön

osallistuvien työntekijöiden kollektiivinen efektiivinen annos oli noin 0,40 mSv ja se kasvoi edelliseen vuoteen verrattuna noin 24 %.

Työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvot toimialoittain olivat: terveydenhuolto (röntgentoiminta) 0,01 mSv, eläinlääkintä 0,004 mSv, terveydenhuolto (muut lähteet) 0,09 mSv, teollisuus 0,12 mSv, tutkimus 0,05 mSv ja radioaktiivisen aineiden valmistus 0,61 mSv. Efektiivisten annosten mediaanit ovat kaikilla toimialoilla lähes poikkeuksetta nolliä lukuun ottamatta radioaktiivisten aineiden valmistusta, jossa työntekijöiden efektiivisten annosten mediaani oli 0,38 mSv vuonna 2021. Tämä johtuu suuresta määrästä kirjauskynnyksen alittavia vuosiannoksia. Siksi on informatiivisempaa tarkastella mediaania kirjauskynnyksen ylittäneistä vuosiannoksista. Kirjauskynnyksen ylittäneet mediaanit olivat: terveydenhuolto (röntgentoiminta) 0,023 mSv, eläinlääkintä 0,014 mSv, terveydenhuolto (muut lähteet) 0,29 mSv, teollisuus 0,32 mSv, tutkimus 0,53 mSv ja radioaktiivisen aineiden valmistus 0,61 mSv.

Suurimmat annokset toimialoittain

Terveydenhuollon ja eläinlääketieteen röntgentoiminnassa annosmittarilla mitattu syväannos ei suoraan kuvaa efektiivistä annosta. Efektiivinen annos saadaan jakamalla mitattu annos kertoimella 10–60. Tilastoissa on käytetty kerrointa 30.

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa suurin syväannos (40,3 mSv) aiheutui toimenpideradiologille. Toiseksi suurin annos (15,8 mSv) aiheutui radiologille ja kolmanneksi suurin annos (14,0 mSv) kardiologille. Nämä syväannokset vastaavat noin 1,3 mSv:n, 0,5 mSv:n ja 0,5 mSv:n efektiivisiä annoksia. Eläinlääketieteen röntgentoiminnassa kolme suurinta syväannosta kirjattiin kahdelle eläintenhoitajalle (7,5 mSv ja 3,8 mSv) sekä eläinlääkärille (4,9 mSv). Nämä syväannokset vastaavat noin 0,3 mSv:n, 0,1 mSv:n ja 0,2 mSv:n efektiivisiä annoksia. Muilla toimialoilla syväannos on efektiivisen annoksen likiarvo. Terveydenhuollon toimialalla kolme suurinta syväannosta (5,6 mSv, 3,5 mSv ja 3,3 mSv), jotka aiheutuivat muista säteilylähteistä, kirjattiin useita eri säteilylähteitä käyttäville röntgenhoitajille.

Teollisuuden toimialalla suurimmat syväannokset (6,5 mSv, 6,0 mSv ja 5,3 mSv) aiheutuivat merkkiainekokeita tehneille henkilöille.

Tutkimuksen toimialalla viidelle suurimmalle syväannokselle (3,7 mSv, 3,2 mSv, 2,4 mSv, 2,1 mSv ja 1,2 mSv) altistuivat avolähteitä käyttäneet tutkijat.

Radioaktiivisten aineiden valmistuksessa kaksi suurinta syväannosta (7,1 mSv ja 4,9 mSv) kohdistuivat nimikkeellä ”muu” toimiviin työntekijöihin.

Sormiannokset

Joissakin tehtävissä, esimerkiksi avolähteitä käsiteltäessä, työntekijät altistuvat säteilylle epätasaisesti. Tällöin esimerkiksi käsien annos voi olla huomattava, vaikka efektiivinen annos onkin melko pieni. Käsien, käsivarsien, jalkaterien ja nilkkojen ekvivalenttiannos ei saa säteilylain mukaan olla suurempi kuin 500 mSv vuodessa, ja työntekijät käyttävät sormiannosmittaria käsien annoksen tarkkailemiseksi. Yhdenkään työntekijän käsien annos ei vuonna 2021 ylittänyt vuosiannosrajaa. Kolme suurinta sormiannosta (164,7 mSv, 135,3 mSv ja 125,4 mSv) aiheutuivat avolähteitä käsittelevälle tutkijalle ja kahdelle laboratoriohoitajalle/bioanalyttikolle. Näiden kolmen henkilön lisäksi ainoastaan yhden useille säteilylähteille altistuvan röntgenhoitajan vuosiannos ylitti arvon 100 mSv.

Terveydenhuollon, tutkimuksen ja radioaktiivisten aineiden valmistuksen toimialoilla sormiannosten summa oli vuonna 2021 vuotta 2020 suurempi. Käsien iholle aiheutuneiden annosten keskiarvot olivat terveydenhuollossa 9,7 mSv, teollisuudessa 1,2 mSv, tutkimuksessa 6,8 mSv ja radioaktiivisten aineiden valmistuksessa 5,2 mSv.

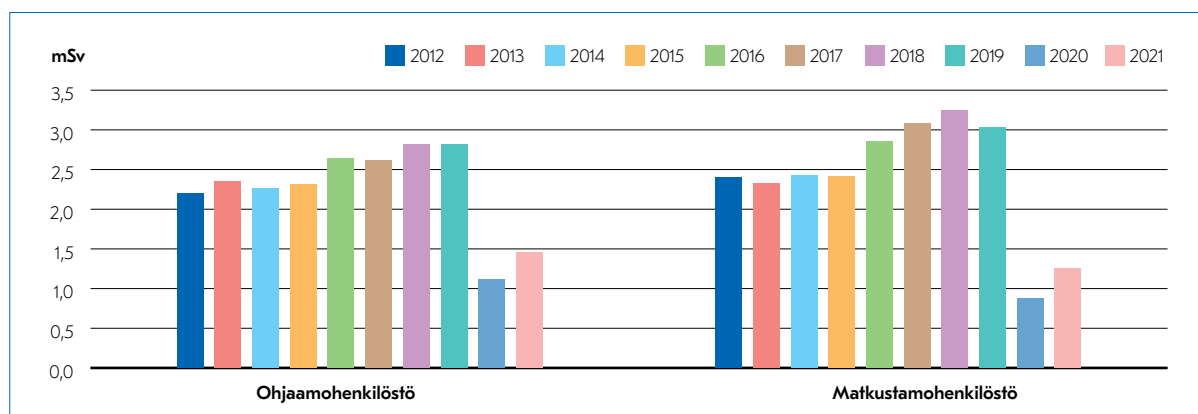
Suurimpia sormiannoksia tarkasteltaessa havaitaan selkeämpiä vaihteluita vuosittain. Terveydenhuollon toimialalla suurimmat sormiannokset ovat pysyneet aiempaan verrattuna selvästi matalampina vuodesta 2015 alkaen. Teollisuuden toimialalla suurimmat sormiannokset ovat pysyneet matalina vuosina 2016–2021 verrattuna vuosiin 2012–2015. Tutkimuksen toimialalla suurimmat sormiannokset olivat suurimpia sitten vuoden 2016. Radioaktiivisten aineiden valmistuksessa suurimmat sormiannokset ovat pysyneet pitkään samalla tasolla.

Ydinenergian käyttö

Työntekijöiden kollektiivinen annos ydinenergian käytössä oli noin 1,32 manSv vuonna 2021. Tämä annos oli 10,5 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kollektiivinen annos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituuden ja laitoksissa tehtävien huoltotöiden mukaan. Suomen ydinvoimalaitoksilla säteilytyöstä aiheutunut suurin henkilökohtainen säteilyannos (8,1 mSv) vuonna 2021 oli siivoojalla. Työntekijöiden syväannosten keskiarvo ydinenergian käytössä oli 0,3 mSv. Kaikkien työntekijöiden mediaaniannos oli 0,0 mSv ja kirjauskynnyksen ylittäneiden mediaaniannos oli 0,56 mSv.

Ilmailu

Vuodelta 2021 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kolmen lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt 6 mSv:n annosrajoitusta. Suurin henkilökohtainen vuosiannos ohjaamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä oli 4,10 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 4,91 mSv. Ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 1,45 mSv ja mediaani 1,36 mSv. Matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden vuosiannosten keskiarvo oli 1,26 mSv ja mediaani 1,03 mSv. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2012–2021 on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2012–2021.

Vuonna 2021 matkustamohenkilöstön kokonaismäärä pieneni edellisvuoteen verrattuna 36,1 %:lla ja heidän kollektiivinen annoksensa väheni 10,2 %. Ohjaamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä laski 22,0 %, mutta työntekijöille aiheutunut kollektiivinen annos (1,46 mSv) säilyi vuoden 2020 kollektiivisen annoksen (1,45 mSv) tasolla. Koronaviruspandemian vaikutukset näkyvät edelleen selvästi ilmailun toimialalla. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kollektiivinen annos on esitetty liitteen 1 taulukossa 9.

Muutokset 10 vuoden aikana

Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain kymmenen viimeisen vuoden ajalta (2012–2021) esitetään liitteen 1 taulukossa 10. Työntekijöiden kollektiiviset annokset toimialoittain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja liitteen 1 taulukossa 11.

Radon työpaikoilla

Annosrekisterin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja.

Radonannoksia seurattiin vuonna 2021 yhdellä työpaikalla, jolla seuranta jatkui edellisestä vuodesta. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden aikana yhteensä neljä työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Seurannassa olleiden työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvo oli 2,32 mSv ja mediaani 2,31 mSv. Suurin efektiivinen annos oli 3,00 mSv.

Yksi toiminnanharjoittaja veloitettiin hakemaan turvallisuuslupaa työntekijöiden radonaltistuksen vuoksi vuonna 2021. Turvallisuusluvan alaisena työskentelevien työntekijöiden radonannoksia ei kuitenkaan saatu kirjattua vuoden 2021 kuluessa.

2.6 Hyväksyntäpäätökset ja kelpoisuuksien toteaminen

Säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK hyväksyy säteilylain 46 §:n nojalla muiden koulutusorganisaatioiden kuin korkeakoulujen järjestämän säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutuksen ja kuulustelut. Säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta ja pätevyyskuulusteluja järjestävät koulutusorganisaatiot (ei korkeakoulut) hakevat STUKilta hyväksyntää järjestää tätä koulutusta ja kuulusteluja.

Neljällä koulutusorganisaatiolla oli vuonna 2021 hyväksyntä järjestää säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta ja kuulusteluja. Vuonna 2021 ei tehty uusia hyväksyntäpäätöksiä säteilyturvallisuusvastaavan säteilysuojelukoulutusta ja kuulusteluja järjestäville koulutusorganisaatioille.

Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esitetään STUKin verkkosivuilla.

Annosmittauspalveluiden ja -menetelmien hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2021 aikana annosmittauspalveluiden toiminnassa ei tapahtunut sellaisia muutoksia, jotka olisivat vaatineet uuden hyväksynnän. Olemassa olevat annosmittauspalvelut jatkoivat toimintaansa kuten ennenkin.

Radonmittausten hyväksyntäpäätökset

STUK hyväksyy säteilylain 64 §:n nojalla radonmittaukset, jotka täyttävät säteilylain 59 §:ssä ja määräyksissä STUK S/7/2021 ja STUK S/6/2022 annetut vaatimukset.

Vuoden 2021 aikana tehtiin kuusi päätöstä radonmittausten hyväksyntöihin liittyen. STUKin verkkosivuilla on luettelo organisaatioista, joilla on hyväksyntä radonmittauksille, ja joiden radonmittalaitteet on asianmukaisesti kalibroitu ja jotka ovat antaneet luvan julkaista nimensä kyseisessä luettelossa.

Näiden lisäksi STUK teki radonmittauksiin liittyvän toiminnanrajoittamispäätöksen säteilylain 178 §:n nojalla saatuaan ilmoituksia ilmanvaihtoremontteja myyvistä yrityksistä, joka tarjosi radonmittauksia ilman STUKin hyväksyntää.

Säteilyturvallisuusasiantuntijan kelpoisuuden toteamiset

Säteilyturvakeskus teki päätöksen yhteensä 10 hakemukseen säteilyturvallisuusasiantuntijan (STA) kelpoisuuden toteamiseksi. Hakijoista kuusi henkilöä sai oikeuden toimia STA:na teollisuuden ja tutkimuksen osaamisalalla ja kolme henkilöä ydinenergian käytössä. Yhden hakijan osalta tehtiin kielteinen päätös.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää kansallista radioaktiivisten pienjätteiden varastoa. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2021 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 13. Vuoden 2021 aikana pienjätevarastoon vastaanotettiin kaksi erää radioaktiivisia jätteitä. Edelleen vallinnut koronatilanne vaikutti osaltaan tähän. Osa radioaktiivisista pienjätteistä on loppusijoitettu TVO:n voimalaitosjätteen loppusäilytystilaan vuoden 2017 alusta alkaen. Pienjätteiden inventaarista on poistettu TVO:n loppusäilytystilaan sijoitettu jäte vuodesta 2019 lähtien. Loppusijoitustilaan sijoitetun jätteen raportoinnin osalta vastuu on TVO:lla.

2.8 Säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilyturvallisuuspoikkeamat jaetaan joko viivytyksettä ilmoitettaviin tai kootusti vuosittain ilmoitettaviin. Säteilyturvallisuusmerkitykseltään suuremmat tapahtumat on ilmoitettava viivytyksettä, vähäisemmät tapahtumat voidaan ilmoittaa Säteilyturvakeskukselle kootusti vuosittain.

Suomessa sattuneiden viivytyksettä ilmoitettavien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärät vuosina 2012–2021 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1) mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet säteilyturvallisuuspoikkeamat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.7.

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilylain 130 §:n mukaan STUKille on viivytyksettä ilmoitettava

1. säteilyturvallisuuspoikkeamasta, jonka seurauksena työntekijöiden tai väestön säteilyturvallisuus säteilynkäyttöpaikalla tai sen ympäristössä voi vaarantua
2. merkittävästä suunnittelematonta lääketieteellisestä altistuksesta
3. turvallisuuslupaa edellyttävän säteilylähteen katoamisesta, luvattomasta käytöstä ja hallussapidosta
4. radioaktiivisen aineen merkittävästä leviämisestä sisätilaan tai ympäristöön
5. muusta poikkeavasta havainnosta ja tiedosta, jolla voi olla olennaista merkitystä säteilyturvallisuuden kannalta.

Määräyksen STUK S/2/2018 4 §:ssä annetaan tarkemmat kriteerit tapahtumista, joiden katsotaan olevan merkittävää suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta, jotka pitää ilmoittaa STUKille viivytyksettä.

Vuonna 2021 ilmoitettiin 40 ionisoivan säteilyn käyttöön liittyvästä viivytyksettä ilmoitettavasta säteilyturvallisuuspoikkeamasta. Tapahtumista 21 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 18 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja yksi eläinlääketiedettä. Lisäksi STUKin tietoon tuli kaksi ionisoimattoman säteilyn käyttöä koskevaa säteilyturvallisuuspoikkeamaa.

Kootusti ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilylain 131 §:ssä säädetään, että toiminnanharjoittajan on ilmoitettava STUKille kootusti tiedot niistä muista säteilytoimintaan liittyvistä säteilyturvallisuuspoikkeamista, jotka eivät vaadi viivytyksettä ilmoittamista. Nämä säteilyturvallisuuspoikkeamat on ilmoitettava STUKille vuosittain viimeistään 1. päivänä helmikuuta.

Suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta koskevaan ilmoitukseen on sisällyttävä määräyksen STUK S/2/2018 liitteen 1 taulukossa 1 esitetyt tiedot. Suunnittelematonta lääketieteellistä altistusta koskeva kootusti tehtävä ilmoitus eroaa viivytyksettä tehtävistä ilmoituksesta siten, että siinä ilmoitetaan vain kuhunkin tapahtumakategoriaan kuuluvien säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä. Muiden turvallisuusmerkitykseltään vähäisempien säteilyturvallisuuspoikkeamien yhteenvetotietojen osalta ei ilmoituksen muotoa ole määritelty.

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat terveydenhuollossa

Seuraavassa on esitetty säteilyturvallisuuspoikkeamia terveydenhuollon säteilyn käytössä ryhmiteltyinä säteilyn käytön mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty esimerkkitapaus.

Röntgentoiminnan säteilyturvallisuuspoikkeamat

Terveydenhuollon röntgentoiminnassa viivytyksettä tehtyjä poikkeavien tapahtumien ilmoituksia oli 12 kappaletta, kun vuonna 2020 ilmoitettuja tapahtumia oli 10 kappaletta. Kahdeksassa tapahtumassa potilaan saama ylimääräinen altistus oli vähintään 10 mSv. Kahdessa tapauksessa tapahtumaan liittyi työntekijöiden altistus. Suurin yksittäinen altistus aiheutui sikiölle, kun raskaana olevalle tehtiin traumavartalokuvaus. Potilasta hoitanut yksikkö sai parin kuukauden päästä kuvauksesta tiedon, että potilas oli ollut kuvauspäivänä raskaana. Jälkeenpäin arvioituna raskaus oli tutkimushetkellä hyvin varhainen (viikolla 3). Kohtuun kohdistunut arvioitu altistus oli noin 28 mSv.

Esimerkkitapaus:

Päivystykseen saapunut tajuton potilas lähetettiin kiireellisesti pään TT-tutkimukseen. Laitteen rutiininomainen tarkistustoiminto ei mennyt läpi, mutta tutkimus tehtiin tästä huolimatta, koska se arvioitiin niin kiireelliseksi, ettei potilasta voida siirtää toiselle laitteelle tai toiseen yksikköön kuvattavaksi. TT-kuva oli hyvälaatuinen, mutta tutkimuksesta aiheutui potilaalle arviolta 4–5-kertainen annos tavanomaiseen pään tutkimukseen verrattuna. Tilanne käytiin henkilökunnan aamukokouksessa läpi ja toimintaohjeita laitetta koskien tarkennettiin. Tilanteesta tehtiin HaiPro-ilmoitus ja asiaa selvitetään toimipaikan fyysikoiden ja laitevalmistajan toimesta. Potilas altistui kokonaisuudessaan 9,1 mSv:n efektiiviselle annokselle, josta arvion mukaan 75–80 % oli ylimääräistä.

Isotooppiyksiköissä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat

Terveydenhuollon isotooppiyksiköt ilmoittivat neljä säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Ilmoitusten määrä puoliintui vuoteen 2020 verrattuna, jolloin niitä ilmoitettiin kahdeksan. Säteilyturvallisuuspoikkeamista kaksi koski säteilyn käytön yhteydessä tapahtunutta kontaminaatiota, yksi koski säteilylähteiden kuljetuksia ja yhdessä tapauksessa säteilylähde oli kadonnut. Säteilyturvallisuuspoikkeamista aiheutuneet altistukset työntekijöille, potilaille ja väestölle olivat vähäiset.

Esimerkkitapaus 1:

Työntekijä havaitsi töihin tullessaan, että radioaktiivisten aineiden kuljetustoimija oli jättänyt lähetyksen tuotteet julkiseen aulaan. Sovitun menettelyn mukaan kuljettajan tulee odottaa toimituksiin vastaanottokuittausta, eikä lähteitä saa jättää ilman valvontaa.

Kuljetustoimijalle on annettu myös puhelinnumero, johon voi soittaa, ellei vastaanottajaa toimitushetkellä löydy. Työntekijä tarkisti, että kaikki lähetykseen kuuluneet lähteet olivat tallella, siirsi lähteet asianmukaiseen paikkaan, raportoi säteilyturvallisuusvastaavalle ja otti yhteyttä lähettäjään, joka puolestaan ilmoitti ottavansa yhteyttä kuljetustoimijaan ja painottavansa sovittujen menettelyjen tärkeyttä.

Esimerkkitapaus 2:

Toiminnanharjoittaja kadotti SPECT-TT-laitteen laadunvarmistukseen käytettävän umpilähteen. Toiminnanharjoittajan selvityksen mukaan umpilähde on kadonnut laitteen purkamisen ja poiston yhteydessä. Lähde oli toimitettu epähuomiossa laitteen mukana romutettavaksi ja edelleen kierrätettäväksi. Lähettä yritettiin löytää romupihalla olleesta laitteesta ja myöhemmin metalliromun seasta tuloksetta. Laitteen sisältämän Gd-153-umpilähteen aktiivisuus oli katoamishetkellä noin 30 MBq ja pienen aktiivisuuden vuoksi oli epätodennäköistä, että lähettä tultaisiin löytämään romun seasta. Lähteen aktiivisuus on pienentynyt vapaarajaa alemmaksi helmikuussa 2022. Tapahtumassa olivat osallisina toiminnanharjoittajan lisäksi laitetoimittaja ja laitteen kierrättäjä. Poikkeama aiheutui selvityksen mukaan toiminnanharjoittajan ja laitetoimittajan välisestä väärinymmärryksestä laitteen purkuun liittyen. Vastaavien tapahtumien estämiseksi laitteen purkuihin ja poistoihin liittyvät menettelyt kirjataan tarkemmin sopimuksiin.

Sädehoidon säteilyturvallisuuspoikkeamat

Sädehoitoyksiköt tekivät kaksi vuotta 2021 koskevaa viivytyksettä ilmoitettavaa säteilyturvallisuuspoikkeaman ilmoitusta. Ensimmäisessä tapauksessa oli laadunvalvonnassa havaittu kohtiovaurio ja toisessa kipusädehoitoon liittyvä kohdistuspoikkeama.

Eläinlääketieteen säteilyturvallisuuspoikkeamat

Eläinlääketieteen säteilyn käytössä viivytyksettä tehtyjä säteilyturvallisuuspoikkeamien ilmoituksia oli vuonna 2021 yksi kappale, kun vuonna 2020 ilmoitettuja tapahtumia oli seitsemän kappaletta. Tapahtumassa röntgenhuoneen ovi oli jäänyt kuvauksen ajaksi auki ja käytävällä ohi kulkenut työntekijä altistui mahdollisesti säteilylle. Tapahtuma käytiin toimipaikalla läpi ja keskustelussa korostettiin, ettei ovea saa pitää auki röntgenlaitetta käytettäessä.

Kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä

Yhteensä 99 tahoja eli luvanhaltijaa tai toiminnanharjoittajaa teki STUKille ilmoituksen 2 467:sta vähäisemmästä terveydenhuollon tai eläinlääketieteen säteilyturvallisuuspoikkeamasta tai läheltä piti -tilanteesta vuonna 2021. Edellisvuoteen verrattuna sekä ilmoittajien että tapausten määrät lisääntyivät, mutta säteilyturvallisuuspoikkeamien tyyppien prosentuaalinen jakauma suhteessa ilmoitettuun tapahtumien kokonaismäärään on pysynyt lähes samassa.

Terveydenhuollon kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisen altistuksen osalta jakautuivat yhdeksän ennalta kuvatun kategorian sekä niiden alakategorioiden lisäksi säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisiin muihin tapahtumiin ja läheltä piti -tapahtumiin. Osasta tapahtumista ilmoitettiin myös lisätietoja. Röntgentoiminnassa puolet kootusti ilmoitetuista säteilyturvallisuuspoikkeamista oli erilaisista syistä epäonnistuneita tutkimuksia tai toimenpiteitä. Väärän potilaan kuvauksia oli 18 tapausta. Tukihenkilön ylimääräisistä altistuksista ilmoitettiin yhteensä 14 tapausta.

Röntgen- ja hammasröntgentoiminnassa ilmoitus saatiin 74 taholta, jotka ilmoittivat 1 824 tapahtumaa sekä 450 läheltä piti -tilannetta. Lisäksi ilmoitettiin viisi työperäiseen altistukseen liittyvää poikkeamaa tai läheltä piti -tilannetta. Lisäksi 24 luvanhaltijaa ilmoitti, että heillä ei ole edellisen vuoden aikana tapahtunut säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Isotooppilääketieteessä ilmoitus saatiin 18 turvallisuusluvan osalta ja tapahtumia raportoitiin yhteensä 143 kappaletta. Yksi toiminnanharjoittaja ilmoitti samalla lomakkeella sädehoidon ja isotooppilääketieteen toimintaan liittyvistä säteilyturvallisuuspoikkeamista. Tapahtumista ei voida jälkikäteen päätellä, kumpaan toimintaan tapahtumat liittyvät, joten nämä 32 tapahtumaa on laskettu osaksi isotooppilääketieteen tapahtumia.

Muutama sädehoidon toiminnanharjoittaja ilmoitti kootusti sädehoitotoiminnassa tapahtuneista säteilyturvallisuuspoikkeamista, raportoituja tapahtumia oli yhteensä 36. Tapahtumista suurin osa kuului luokkaan *Muu lääketieteelliseen altistukseen liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama / Muu syy* ja lopuista valtaosa luokkaan *Epäonnistunut tutkimus tai toimenpide (muu kuin radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio tai näihin liittyvä ylimääräinen altistus / Yksittäinen laitevika- tai järjestelmävika*.

Eläinlääketiedettä koskevia ilmoituksia teki yhteensä 21 luvanhaltijaa. Ilmoituksia tehtiin kootuilla ilmoituksilla 36:sta muusta säteilyturvallisuuspoikkeamasta tai läheltä piti -tilanteesta. Yksi luvanhaltija ilmoitti, että heillä ei ole edellisen vuoden aikana tapahtunut säteilyturvallisuuspoikkeamia. Valtaosa ilmoituksista koski sormien tai käsien olemista säteilykeilassa kuvauksen aikana. Yhdessä tapauksessa työntekijä, joka oli raskaana, avasi vahingossa röntgenhuoneen oven kuvauksen juuri alkaessa, mutta säteilyturvallisuusasiantuntijan arvioimana säteilyaltistus jäi vähäiseksi.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan ja isotooppilääketieteen toiminnassa ilmoitettujen tapahtumien jakautuminen määräyksen STUK S/2/2018 liitteen 1 mukaisiin kategorioihin on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

TAULUKKO 1. Terveydenhuollon röntgentoiminnan kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisistä altistuksista.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Lähete tehty väärälle henkilölle, minkä seurauksena väärä henkilö on altistunut säteilylle	Inhimillinen virhe	9
	Muu syy	1
Lähetteessä väärä tutkimus, toimenpide tai anatominen kohde, mikä on johtanut virheelliseen tutkimukseen tai toimenpiteeseen	Inhimillinen virhe	52
	Muu syy	14
Tutkimus tai toimenpide tehty väärälle henkilölle	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu luotettavalla menetelmällä ennen tutkimusta tai toimenpidettä	17
	Muu syy	1
Tehty väärä tutkimus, toimenpide tai kuvattu väärä anatominen kohde	Inhimillinen virhe	168
	Muu syy	59
Epäonnistunut tutkimus tai toimenpide (muu kuin radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio) tai näihin liittyvä ylimääräinen altistus	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet	11
	Inhimillinen virhe	448
	Yksittäinen laite- tai järjestelmävikä	324
	Systemaattinen laite- tai järjestelmävikä	129
	Muu syy	301
Radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio epäonnistunut	Inhimillinen virhe	17
	Laitteen tai välineen tekninen vika	16
	Muu syy	98
Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	29
	Muu syy	42
Tarkoitukseton sikiön altistuminen	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voitu todentaa	1
	Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty luotettavalla menetelmällä ennen toimenpidettä tai tutkimusta	1
	Muu syy	1
Tukihenkilön ylimääräinen altistus	Inhimillinen virhe	9
	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet tai ohjeiden noudattamatta jättäminen	3
	Muu syy	2
Läheltä piti -tilanne, joka on aiheutunut samasta syystä useammin kuin kerran	Virhe toiminnassa	295
	Virhe järjestelmässä tai laitteessa	84
	Muu syy	71
Muu lääketieteelliseen altistukseen liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama	Muu syy	72

TAULUKKO 2. Isotooppilääketieteen kootusti ilmoitetut säteilyturvallisuuspoikkeamat lääketieteellisistä altistuksista.

Säteilyturvallisuuspoikkeaman tyyppi	Syy ja säteilyturvallisuuspoikkeamaan myötävaikuttanut tekijä	Säteilyturvallisuuspoikkeamien lukumäärä vuodessa
Lähetete tehty väärälle henkilölle, minkä seurauksena väärä henkilö on altistunut säteilylle	Inhimillinen virhe	0
	Muu syy	0
Läheteteessä väärä tutkimus, toimenpide tai anatominen kohde, mikä on johtanut virheelliseen tutkimukseen tai toimenpiteeseen	Inhimillinen virhe	2
	Muu syy	0
Tutkimus tai toimenpide tehty väärälle henkilölle	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu luotettavalla menetelmällä ennen tutkimusta tai toimenpidettä	0
	Muu syy	0
Tehty väärä tutkimus, toimenpide tai kuvattu väärä anatominen kohde	Inhimillinen virhe	2
	Muu syy	1
Epäonnistunut tutkimus tai toimenpide (muu kuin radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio) tai näihin liittyvä ylimääräinen altistus	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet	12
	Inhimillinen virhe	6
	Yksittäinen laite- tai järjestelmävika	10
	Systemaattinen laite- tai järjestelmävika	0
	Muu syy	3
Radioaktiivisen lääkkeen tai varjoaineen injektio epäonnistunut	Inhimillinen virhe	12
	Laitteen tai välineen tekninen vika	10
	Muu syy	9
Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	2
	Muu syy	2
Tarkoitukseton sikiön altistuminen	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voitu todentaa	0
	Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty luotettavalla menetelmällä ennen toimenpidettä tai tutkimusta	0
	Muu syy	0
Tukihenkilön ylimääräinen altistus	Inhimillinen virhe	0
	Virheelliset tai puutteelliset toimintaohjeet tai ohjeiden noudattamatta jättäminen	0
	Muu syy	0
Läheltä piti -tilanne, joka on aiheutunut samasta syystä useammin kuin kerran	Virhe toiminnassa	6
	Virhe järjestelmässä tai laitteessa	43
	Muu syy	0
Muu lääketieteelliseen altistukseen liittyvä säteilyturvallisuuspoikkeama	Muu syy	23

Viivytyksettä ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat teollisuudessa ja tutkimuksessa

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käyttöä koskevia viivytyksettä tehtäviä ilmoituksia säteilyturvallisuuspoikkeamista tehtiin yhteensä 21. Tapahtumat liittyivät esimerkiksi umpi- ja avolähteiden sekä röntgenlaitteiden käyttöön ja säteilylähteiden löytymiseen metallinkierrätysprosessissa tai muuten.

Umpilähteiden ja röntgenlaitteiden käyttö

STUKille raportoitiin viisi umpilähteiden ja röntgenlaitteiden käyttöön liittyvää säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Kahdessa tapauksessa työntekijä altistui läpivalaisulaitteen käytössä ja yhdessä tapauksessa läpivalaisulaitteesta oli poistettu lyijykumiverhot. Kaksi muuta tapausta liittyi altistumiseen umpilähteiden käytössä.

Esimerkkitapaus 1:

Työntekijä joutui läpivalaisulaitteen kuljetinhihnalle tavoitellessaan sillä ollutta tavaraa. Järjestelmä pysäytettiin hätäpysäytyspainikkeella, kun läpivalaisukuvasta havaittiin, että työntekijä oli kulkeutunut läpivalaisulaitteen läpi. Työntekijällä olisi ollut mahdollisuus painaa hätäpysäytyspainiketta ennen läpivalaisulaitetta, mutta työntekijä ei joko huomannut painikkeita tai ollut niistä tietoinen. Toimenpiteiksi vastaavien tilanteiden estämiseksi tunnistettiin ohjeiden ja hätäpysäytyspainikkeiden kertaaminen.

Esimerkkitapaus 2:

Tietyn kokoinen elintarvikepakkaus ei kulkenut kunnolla läpivalaisulaitteen läpi, joten laitteesta poistettiin lyijykumiverhot. Kyseisen pakkauksen kohdalla ei käytetty läpivalaisua, mutta laite oli paikallaan osana kuljetinhihnastoa. Lyijykumiverhot unohdettiin asettaa takaisin paikoilleen, kun läpivalaisu aloitettiin laitteella uudelleen. Huoltoyrityksen työntekijät huomasivat laitteen lähellä huollon yhteydessä suurempia annosnopeuksia kuin tavallisesti ja havaitsivat lyijykumiverhojen puuttuvan laitteesta. Työntekijöitä ohjeistettiin, ettei läpivalaisulaitteen rakenteisiin saa koskea. Lisäksi asia on tarkoitus ottaa esiin työntekijöiden koulutuksessa.

Esimerkkitapaus 3:

Kaksi urakoitsijaa oli vaihtamassa umpilähteen sisältävän kuljetinvaa'an hihnaa. Toinen heistä ryömi kuljetinvaa'an mittauskehikon läpi. Toiminnanharjoittajan työntekijä huomasi tilanteen ja käski urakoitsijan pois alueelta. Kuljetinvaa'an umpilähteen suljinta ei ollut suljettu, vaikka näin olisi pitänyt tehdä. Urakoitsijan altistukseksi arvioitiin 3 µSv. Jotta vastaavat tilanteet voidaan estää jatkossa, toiminnanharjoittaja kertoi kouluttavansa omaa henkilöstöään sekä tarkentavansa urakoitsijoiden perehdytysmateriaalia.

Teollisuusradiografia

Teollisuusradiografiaan liittyviä säteilyturvallisuuspoikkeamia raportoitiin STUKille yhteensä viisi. Puutteita oli muun muassa kommunikoinnissa, kuvausalueiden rajauksessa sekä laitteiden ja oheisvälineiden toimintakunnon tarkastamisessa ennen laitteen käyttöä.

Esimerkitapaus:

Kuvaajat olivat tekemässä tarkastusta laivan rungon hitsaussaumoille. Laitteiston käyttäjä oli laivan rungon ulkopuolella käyttämässä laitetta ja toinen kuvaajista oli rungon sisäpuolella. Laitteiston käyttäjä antoi epähuomiossa kuvaajalle luvan mennä muuttamaan vastaanottopaneelin sijaintia, vaikka säteily oli edelleen päällä. Kuvaaja havaitsi säteilyhälyttimen hälyttävän ja ilmoitti siitä laitteiston käyttäjälle, joka sammutti säteilylähteen välittömästi. Altistuminen kesti enintään 10 sekuntia eikä tilanteen jälkeen tehdyn arvion mukaan ollut syytä epäillä altistumista. Kuvaajan dosimetrista ei mitattu annosta ajanjaksolla, jolla poikkeama tapahtui. Korjaavina toimenpiteinä toiminnanharjoittaja esitti vaaratilanteen läpikäyntiä henkilöstön ja yhteistyökumppaneiden kanssa sekä tarkempaa ohjeistusta meluisten kohteiden säteilysuojeluun.

Avolähteiden käyttö ja radioaktiiviset jätteet

Avolähteiden käytössä ja radioaktiivisten jätteiden käsittelyssä ilmoitettiin STUKille neljä säteilyturvallisuuspoikkeamaa. Tapaukset koskivat dosimetricien käyttämättä jättämistä, kontaminaatiolle altistumista sekä tavanomaista suurempaa säteilyannosta.

Esimerkitapaus 1:

Luokkaan A kuulunut säteilytyöntekijä vaihtoi työtehtäviä. Hänelle tilattiin uudet dosimetrit. Työntekijä ei löytänyt dosimetrejä työpaikaltaan, jolloin hänen esimiehensä ohjeisti käyttämään elektronista dosimetriä. Dosimetricien mittausjakson päättyessä työntekijä ei palauttanut dosimetrejään, jolloin säteilyturvallisuusvastaava kyseli työntekijältä asiasta. Työntekijä kertoi, ettei ollut löytänyt dosimetrejä eikä ollut käyttänyt niitä mittausjakson aikana. Hän ei myöskään ollut käyttänyt elektronista dosimetriä säteilytyötä tehdessään. Säteilyturvallisuusvastaava varmisti, että seuraavan mittausjakson dosimetrit tulivat työntekijällä käyttöön.

Esimerkitapaus 2:

Työntekijä valmisteli hot cellissä raaka-aineliuoksen näytteenottoa, kun hän puhdistusta tehdessään pisti radioaktiivista ainetta sisältävällä neulalla sormeensa. Neula rikkoi kolmet nitriilihansikkaat, ja pistokohdasta alkoi vuotaa verta. Työntekijä varmisti mittauksilla, ettei pistokohdassa eikä suojavaatteissa ollut kontaminaatiota, minkä jälkeen hän siirtyi puhdistamaan haavaa. Sormen iholle arvioitiin aiheutuneen noin 1,6 mSv:n säteilyannos ulkoisena säteilyinä beetasäteilystä. Työntekijöitä kehoitetaan noudattamaan erityistä huolellisuutta neulojen ja neulan suojien käsittelyssä.

Radioaktiivisten aineiden kuljetus

STUKille ei raportoitu vuonna 2021 yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin liittyvää säteilyturvallisuuspoikkeamaa.

Löytyneet säteilylähteet ja muut poikkeamat

STUKille vuonna 2021 raportoiduista säteilyturvallisuuspoikkeamista kuusi liittyi löytyneisiin säteilylähteisiin tai säteileviin kuormiin metallinkierrätysprosessissa. Yksi tapaus liittyi röntgenlaitteen luvattomaan myyntiin sosiaalisessa mediassa. Sosiaalisen median käyttäjä oli huomannut myynti-ilmoituksen ja ilmoitti STUKille asiasta. Myynnissä oleva luvaton röntgenlaite saatiin nopeasti toimitettua romutettavaksi.

Esimerkitapaus 1:

Romupihalta lähdössä ollut kierrätysmetallikuorma aiheutti säteilymittausporteilla hälytyksen. Metallikuorma kipattiin pihalla olevalle romulavalle ja kuormasta etsittiin tarkemmin hälytyksen aiheuttanutta säteilylähdetä. Kuorman pinnalla oli valkoinen nyркиn kokoinen kappale, joka säteili. Kappale ei ollut mikään tyypillinen radioaktiivinen umpilähde.

Romupihalta oltiin yhteydessä STUKiin. STUKin tarkastajia kävi paikan päällä romupihalla ja käytti säteilevän kappaleen etsinnässä ja aktiivisuusmittauksissa nuklidien tunnistamiseen sopivia säteilymittareita. Tavoitteena oli tunnistaa, mikä radionuklidi oli kyseessä. Kappaleesta oli irronnut kontaminaatiota sen alla olevan metallilevylle, mikä todettiin siitä otetusta pyyhintänäytteestä tehdyllä mittauksella. Lopullinen nukliditunnistus tehtiin STUKissa nestetuikelaskurilla.

STUK kävi paikalla toistamiseen seuraavana päivänä, jolloin säteilevä kappale otettiin STUKin haltuun ja kuljetettiin pois romupihalta. Romupihalta etsittiin myös laajemmalla alueelta radioaktiivista kontaminaatiota sekä muita mahdollisia säteileviä kappaleita.

Kootusti ilmoitettavat säteilyturvallisuuspoikkeamat teollisuudessa ja tutkimuksessa

Vuoden 2021 osalta teollisuuden ja tutkimuksen toiminnanharjoittajat lähettivät STUKille yhteensä neljä ilmoitusta kootusti ilmoitettavista säteilyturvallisuuspoikkeamista. Lisäksi STUKille lähetettiin kolme ilmoitusta, joissa todettiin, ettei vuoden 2021 aikana sattunut säteilyturvallisuuspoikkeamia.

Ilmoitukset tulivat toiminnanharjoittajilta, joiden toimintaan kuuluu laajamittaista avolähteiden käyttöä. Lähetetyissä ilmoituksissa oli listattuna yhteensä 35 poikkeamaa, joista 25 liittyi pienimuotoisiin kontaminaatiotapauksiin, joista ei ole ollut tarvetta ilmoittaa STUKille viivytyksettä. Poikkeamista seitsemän liittyi muun muassa erilaisten laitteiden tai järjestelmien toimintahäiriöihin. Ilmoituksissa raportoitiin myös tapauksia, joissa oli tehty säteilyturvallisuuteen liittyviä havaintoja, mutta säteilyturvallisuuspoikkeamaa ei kuitenkaan ollut tapahtunut.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

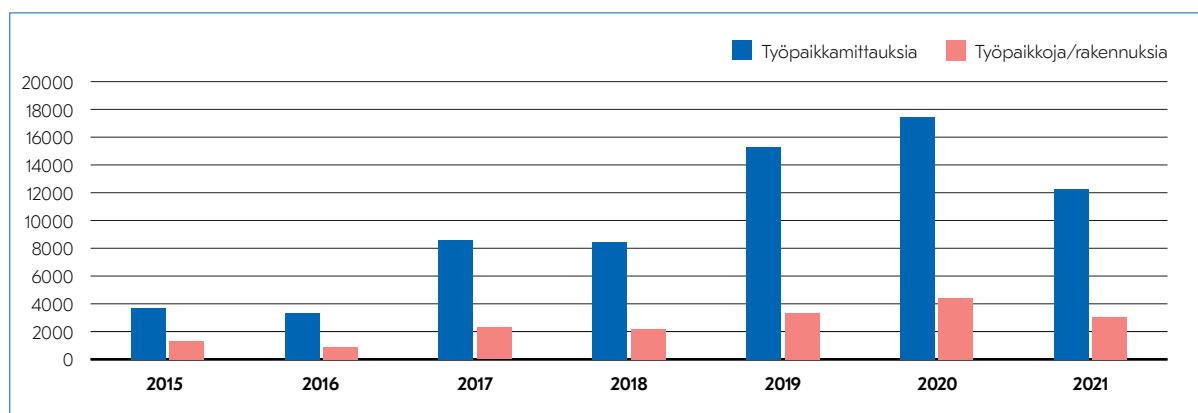
Tässä kappaleessa kuvataan maaperästä peräisin olevaan luonnonsäteilyyn ja kosmiseen säteilyyn liittyvien toimintojen valvontaa.

3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla

Viime vuosina yhä enemmän uusien työpaikkojen radontietoja on ilmoitettu kansalliseen radontietokantaan. Työpaikkakohteita oli radontietokannassa vuoden 2021 lopussa yli 17 500. Näistä lähes 3 000 (12 260 mittausta) oli vuonna 2021 uusia työpaikkoja, eli sellaisia, joiden mittaustiedot eivät ole olleet aikaisemmin STUKin tiedossa. Tavoitteeksi on asetettu, että kansalliseen radontietokantaan kirjataan yli 2 000 uuden työpaikan radonpitoisuudet, eli tavoite täytettiin.

Vuonna 2021 mitatuista tavanomaisista työpaikoista noin 14 %:ssa radonpitoisuuden vuosikeskiarvo oli suurempi kuin viitearvo 300 Bq/m³. Radontietokannassa olevien tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien mediaani oli 33 Bq/m³.

Valvonta-asiakirjoja, joissa radonaltistumista velvoitetaan pienennettäväksi tai lisäselvityksiä tehtäväksi, tehtiin työpaikoille yli 200. Radonvalvontaan jääneiden työpaikkojen määrä vuoden lopussa oli 339 työpaikkaa, eli näissä oli joko todettu liian suuri työntekijöiden radonaltistuminen ja työnantaja ei ole vielä onnistunut rajoittamaan sitä, tai työpaikalla on tehtävä tarkentavia radonmittauksia. STUK valvoo näiden toteutumista.



KUVA 10. Kansalliseen radontietokantaan kirjattujen työpaikkamittausten/kohteiden lukumäärä vuosina 2015–21, rajauksena on käytetty mittauksen lopetuspäivämäärää.

TAULUKKO 3. Tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien tunnuslukuja STUKin ja muiden radonmittauspurkeilla tehdyissä mittauksissa eri vuosina.

Radonpitoisuuden vuosikeskiarvo (Bq/m ³)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
% koko vuoden mittauksista							
< 300	87	83	85	82	81	87	86
≥ 300	13	17	15	18	19	13	14
≥ 1 500	2	2	2	2	3	2	2
Työpaikkojen lkm							
< 300	1 144	764	1 968	1 800	2 765	3 808	2 584
≥ 300	171	154	343	390	541	567	437
≥ 1 500	24	21	45	52	105	76	57
Yhteensä	1 477	1 074	2 639	2 563	3 916	4 903	3 021
Kaikkien työpaikkamittausten (Bq/m³)							
mediaani	48	58	44	42	44	30	33
keskiarvo	147	188	144	143	141	109	111

3.2 Radon maanalaisissa kaivoksissa, louhintatyömailla ja tunneleissa

Työpaikkojen radonpitoisuutta valvottiin viidessä maanalaisessa kaivoksessa ja 15 maanalaisella louhinta- ja rakennustyömaalla. Kahdessa kaivoksessa ja yhdellä louhintatyömaalla mitattiin viitearvoa 300 Bq/m³ suurempi radonpitoisuus, joista yhden kaivoksen työntekijöiden radonaltistus osoittautui kuitenkin altistuksen viitearvoa pienemmäksi. Näin ollen STUK antoi velvoitteita radonaltistuksen pienentämiseksi yhteen kaivokseen ja yhdelle louhintatyömaalle.

Yhdellä maanalaisella rakennustyömaalla viitearvoa suurempia radonpitoisuuksia ei pystytty pienentämään riittävästi. Sen takia toiminnasta vastaava taho haki turvallisuuslupaa luonnonsäteilylle altistavaan toimintaan kyseisellä työmaalla. Lupa myönnettiin marraskuussa 2021. Toiminta liittyy uuden kaukolämpöputken rakentamiseen tunnelissa, jossa työskentelee noin 60 työntekijää täysipäiväisesti ja noin 90 työntekijää sitä lyhyemmän ajan.

3.3 Rakennustuotteiden radioaktiivisuus

STUK valvoo rakennustuotteiden ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Rakennustuotteiden radioaktiivisten aineiden valvonnassa tehtiin 45 valvonta-asiakirjaa.

3.4 Luonnonsäteilylle altistavan teollisuuden valvonta (NORM-valvonta)

Teollisissa prosesseissa, joissa hyödynnetään luonnon materiaaleja, toiminnassa voi kertyä luonnon radioaktiivisia aineita prosessijakeisiin ja laitteistoihin. Tällaisia toimintoja on esimerkiksi kaivostoiminta, kivihiili- ja turvevoimalaitoksien käyttö ja huolto sekä pohjavedenkäsittely. Luonnon radioaktiivisilla aineilla tarkoitetaan yleensä uraania tai toriumia tytäraineineen sekä kalium-40:tä. Prosessissa luonnon materiaalien, kuten mineraalien, rakenteen muuttuessa luonnon radioaktiivisten aineiden tasapainotila voi muuttua ja ne kertyvät eri jakeisiin alkuaineiden kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Luonnon radioaktiivisia aineita voi kertyä esimerkiksi jätteisiin, lietteisiin, vesiin, sivutuotteisiin, putkistoihin tai suodattimille. Tällaista materiaalia, voidaan kutsua myös termillä NORM (naturally occurring radioactive material).

NORM-valvonnassa avattiin 33 uutta asiaa vuoden 2021 aikana. NORM-valvonta-asiat ovat pääasiassa ilmoituksia ja selvityksiä luonnonsäteilyaltistuksesta sekä muutamia jätetapauksia. Näiden lisäksi annettiin 18 lausuntoa muille viranomaisille esimerkiksi kaivosten YVA-arviointeihin ja ympäristölupiin liittyen. Vuoden 2021 lopussa 23 selvityksen käsittelyasiaa oli vireillä ja 33 selvitystä koskevaa asiaa oli saatu päätettyä vuoden aikana. Selvityksiä on käsitelty erityisesti kivihiiltä ja turvetta polttavilta voimalaitoksilta sekä kaivostoiminnoilta.

VALOn Kenttä ja tilannekuva -laboratorio toimittaa NORM-valvonnalle tietoa Tullin luonnonsäteilyhavainnoista. Vuonna 2021 NORM-valvonta sai tiedon 75:stä Tullin tekemästä NORM-havainnosta. Suurin osa havainnoista koski tulitiiliä ja lannoitteiden raaka-aineena käytettävää kaliumia.

3.5 Kosmisen säteilyn valvonta ilmailun harjoittamisessa

Kolmella lentoyhtiöllä on turvallisuuslupa ilmailun harjoittamiseen. Aiempien etätarkastusten kokemusten perusteella etätarkastusten havaittiin sopivan hyvin lentoyhtiöihin tehtäviin tarkastuksiin.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

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

Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet sekä muut optista säteilyä lähettävät tuotteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähtimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- kodin ja toimiston säteilevät laitteet
- ionisoimatonta säteilyä hyödyntävät kosmeettiset hoitolaitteet ja niiden käyttö palvelutoiminnassa.

Valvonnan lisäksi STUK hyväksyy puolustusvoimien radio- ja tutkalaitteiden käytön tarkastuksissa ja valvonnassa käytettävät menetelmät ja ohjeet.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2012–2021 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 14–17. STUK puuttui vuoden 2021 aikana yhteensä neljä kertaa vaarallisen laserosoittimen nettihuutokauppaan. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä viranomaisten lausunto- ja tietopyyntöjä on tullut STUKille edellisten vuosien tapaan runsaasti. Erityisesti voimajohtohankkeista pyydettiin usein STUKin lausuntoa.

Vuonna 2021 koronavirusepidemiasta johtuneet yhteiskunnalliset rajoitustoimenpiteet vaikuttivat edelleen laseresitysten sekä solariumpaikkojen valvontaan. Laseresityksiä oli keväällä hyvin vähän, mutta toiminta piristyi hieman syksyllä. Solariumvalvonnassa kokeiltiin onnistuneesti etävalvontaprojektia Etelä-Suomen kuntosaleihin. Etävalvontakyselyn ansiosta projektissa katettiin aiempia vuosia huomattavasti suurempi määrä toimipaikkoja.

Kuluttajatuotteiden valvonnassa haasteena on verkkokaupan 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

on seurannut tilannetta aktiivisesti jo useita vuosia. Vuonna 2021 tuli ilmi ennätysvähän nettihuutokaupassa myynnissä olleita vaarallisia laserosoittimia.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä muun muassa UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi. Lisäksi matkapuhelinten tukiasemia ja langattomia verkkoja kohtaan tunnettu huoli on näkynyt STUKille tulleissa kansalaiskyselyissä ja tietopyynnöissä.

4.2 UV-säteilyä ja näkyvää valoa tuottavien laitteiden valvonta

Solariumlaitteita ja niiden käyttöpaikkoja valvotaan yhteistyössä kuntien terveydensuojeluviranomaisten kanssa. Säteilylaki 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 siirtymäaika päättyi jo 1.7.2015. Siitä huolimatta vaatimuksen noudattamisessa havaittiin edelleen puutteita vuonna 2021 ja tehostettua valvontaa jatkettiin. Solariumyrityksiin tehtiin yhteensä 18 tarkastusta kuntien terveydensuojeluviranomaisten toimesta. Lisäksi neljä solariumien käyttöpaikkaa valvottiin STUKin oman seurannan perusteella (liite 1, taulukko 16). Kaksi yritystä luopui solariumtoiminnasta asian käsittelyn aikana. Tarkastetuista käyttöpaikoista 30 %:ssa ei havaittu puutteita. Valvonnan kohteena olleista käyttöpaikoista 20 %:ssa ei ollut läsnä lain vaatimaa vastuuhenkilöä solariumlaitteiden kaikkina käyttöoloaikoina. Käyttöpaikoista 40 %:ssa havaittiin puutteita säteilyturvallisuusohjeistuksessa ja vastaavasti 35 %:ssa käyttöohjeissa, sekä laitteiden ajastimissa 10 %:ssa. Silmiensuojainten saatavuudessa ei havaittu puutteita.

Koronan takia solariumpaikkojen etävalvontaan kehitettiin valvontakysely, joka lähetettiin 56:lle liikuntapaikkojen toiminnanharjoittajalle Uudellamaalla. Näiltä saatiin 61 vastausta eri toimipaikkoja koskien. Kyselyn yhteydessä toiminnanharjoittajat saivat samalla ohjeistusta sekä tietoa solariumtoimintaan liittyvistä säteilylain mukaisista vaatimuksista. Solariumia ei enää ollut tai solariumtoiminta oli päättynyt 17 paikassa (28 %), toiminta oli säteilylain mukaista 27 paikassa (44 %) ja puutteita toiminnassa oli 14 paikassa (23 %). Valvontakyselyn perusteella puutteita oli seuraavissa asioissa: vastuuhenkilön läsnäolo (7 käyttöpaikkaa), solariumlaitteen ajastin (6), UV-säteilyturvallisuusohjeet (5) ja solariumlaitteen käyttöohjeet (4). Kaikki toiminnanharjoittajat, joilla oli puutteita toiminnassaan, korjasivat toimintansa säteilylain mukaiseksi (12 paikkaa) tai luopuivat solariumtoiminnasta (2 paikkaa).

Koronaepidemia on lisännyt kiinnostusta UVC-säteilyllä tehtävään desinfiointiin. STUK kohdisti markkinavalvontaa kuluttajille tarkoitettuihin UVC-desinfiointilaitteisiin. Verrattuna kansainväliseen tarjontaan Suomessa laitteita oli tarjolla kohtuullisen vähän. Neljästä laitteesta yhdessä ei ollut puutteita, kahden merkintöjä ja käyttöohjetta jouduttiin parantamaan. Yksi testattu laite ei säteillyt UVC-säteilyä lainkaan ja myyjä poisti laitteen markkinoilta. Uutena tekniikkana UVC-desinfiointiin markkinoille tulivat farUVC-laitteet,

jotka käyttävät desinfiointiin 222 nm:n aallonpituutta. FarUVC-valaisimen käyttöturvallisuus arvioitiin ja todettiin farUVC-valaisimen käytön olevan turvallista käyttöohjeen ohjeistusta noudattamalla. Asennusten turvallisuutta arviointiin kahdessa käyttöpisteessä ja näissä farUVC-valaisimien käyttö oli toteutettu ohjeistuksen mukaan.

Näkyvää valoa tuottavien laitteiden turvallisuutta arvioitiin tehokkaiden kuluttajakäyttölamppujen osalta. Seitsemän lamppua testattiin. Testauksen lopputuloksena todettiin, että odotettavissa olevissa käyttöolosuhteissa altistuksen raja-arvot eivät ylity.

4.3 Laserien valvonta

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

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin neljä kertaa laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. Nämä olivat kuluttajien väliseen kauppaan keskittyvillä verkkosivustoilla myynnissä olleita laserosoittimia.

EU:n vaarallisten tuotteiden hälytysjärjestelmässä Safety Gate/RAPEX ilmoitettiin 25 laserlaitteesta. Näitä ei löytynyt Suomen markkinoilta.

Ilmoituksia yleisötilaisuuksissa käytettävistä lasereista tehtiin 38, joista STUK tarkasti käyttöpaikalla kaksi esitystä. Koronarajoitteiden myötä esitysten lukumäärä oli samaa suuruusluokkaa kuin edellisenä koronavuotena ja ne olivat luonteeltaan pienempiä ns. underground-esityksiä. Tarkastuksissa turvallisuus ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia, mutta pari huolestuttavaa piirrettä ilmeni erityisesti vuonna 2021. Noin 21 %:ssa esityksistä (8 kpl) ilmoitusta ei tehty lainkaan ja 13 % ilmoituksista (5 kpl) tuli myöhässä STUKille. Kahdelle toiminnanharjoittajalle annettiin asian korjaamiseksi kirjallinen kehoitus ja toista näistä toiminnanharjoittajista huomautettiin kaksi kertaa. Lisäksi ilmiannon perusteella yhdessä esityksessä lasereiden suuntaus ja laserlaitteiden sijoitus ei vastannut jälkikäteen tehtyä ilmoitusta. Asiassa tehtiin tutkintapyyntö poliisille. Vuonna 2021 myönnettiin kolme toistaiseksi voimassa olevaa lupaa ja yhteensä lupia oli voimassa 13. Määräaikaisia lupia ei haettu lainkaan vuonna 2021.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

Vuonna 2021 STUK testasi kymmenen matkapuhelinta osana valvontaprojektia, jossa keskityttiin 4G-puhelimien SAR-testauksiin. Mittausten tuloksista viestitään STUKin verkkosivuilla vuoden 2022 aikana. Matkapuhelinten tukiasemia valvottiin kansalaisyhteydenottoihin perustuvilla alustavilla turvallisuusselvityksillä. Kaikki tukiasemat todettiin turvallisesti ja vaatimustenmukaisesti asennetuiksi. Vuonna 2021 aloitettiin projekti, jossa kehitetään mittausmenetelmää 5G-tukiasemien aiheuttaman altistuksen arviointiin. Kehitysprojekti jatkuu vuoden 2022 puolelle.

Varkauksien estoon kaupoissa käytettävistä tuotesuojaporteista tehtiin selvitys. Porttien jakautuminen eri tyyppisiin kartoitettiin pääkaupunkiseudun kauppakeskuksissa.

Tarkastetusta 327 portista 78,3 % oli 8,2 MHz:n taajuudella toimivia RF-portteja ja 21,7 % 58 kHz:n taajuudella toimivia AM-portteja. Audiotaajuuksilla toimivia EM-portteja ei ollut enää käytössä. Porttien aiheuttamat magneettikentät mitattiin standardin mukaisesti kahdeksasta RF-portista ja kuudesta AM-portista. Mittaustulosten perusteella kaikkien RF-porttien aiheuttama altistus oli väestön toimenpidetasoa pienempi. Sitä vastoin AM-porttien aiheuttama altistus oli toimenpidetasoa suurempi viidellä portilla. Altistuksen raja-arvo ei kuitenkaan välttämättä ylittynyt. Sen tarkistaminen olisi edellyttänyt altistustilanteen numeerista mallitusta ja laskentaa, mikä ei ollut mahdollista tässä selvityksessä. Toimenpidetason ylittymisestä ei tuotesuojaporttien tapauksessa ole terveydellistä haittaa, sillä normaalikäytössä sen läpi kuljetaan, jolloin altistusaika jää lyhyeksi. AM-porttien pulssimainen magneettikenttä saattaa kuitenkin häiritä sydämentahdistimen toimintaa, jos porttiin jää nojaamaan.

Keskijännitteisten (20 kV) ilmajohtojen aiheuttamia sähkö- ja magneettikenttiä selvitettiin mittaamalla ja laskemalla. Lisäksi mitattiin magneettikenttiä maakaapeliensa puistomuuntamoiden läheisyydestä. Tarkoituksena oli saada nettisivuille omiin selvityksiin perustuvaa tietoa. Laskenta- ja mittaustulosten vertailu osoitti, että laskenta antoi luotettavia tuloksia. Ilmajohtojen alla sähkö- ja magneettikentät olivat pieniä; sähkökentän voimakkuus oli vähemmän kuin 2 % ja magneettivuon tiheys vähemmän kuin 0,1 % väestön toimenpidetasosta. Myös maakaapeliensa aiheuttamat magneettikentät olivat pieniä, vähemmän kuin 0,2 % väestön toimenpidetasosta maan pinnalla. Puistomuuntamoiden seinän lähellä (20 cm etäisyydellä) suurin mitattu magneettivuon tiheys oli noin 5 % väestön toimenpidetasosta ja muuntamon suurin maksimivirralla skaalattu magneettivuon tiheys 26 % toimenpidetasosta. Keskijännitteisten ilmajohtojen ja maakaapeliensa sekä puistomuuntamoiden väestölle aiheuttama altistus on siten hyvin vähäistä.

4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten käytön valvonta

Vuonna 2016 alkanut kosmeettisia hoitoja tarjoavien yritysten laaja valvontakampanja jatkui vuonna 2021. Selvityspyynnöitä kosmeettisia palveluja tarjoaville toiminnanharjoittajille lähetettiin vuonna 2021 yhteensä 25 kappaletta. Valvonta kohdistui erityisesti voimakkaisiin laserlaitteisiin ja niiden käyttöön, mistä STUK sai tietoa sekä omien havaintojensa että ilmiantojen perusteella. Käsitellyissä tapauksissa viidessä havaittiin liian voimakkaan laserlaitteen käyttö. Valvonta johti laserlaitteiden käytön keskeyttämiseen vapaaehtoisesti tai luvanhakuprosessin aloittamiseen terveydenhuollon toimintayksikkönä toimimiseksi. Yhdelle toiminnanharjoittajalle annettiin päätös toiminnan keskeyttämisestä liittyen raja-arvot ylittävän laserlaitteen käyttöön. Lisäksi yhdessä tapauksessa laserlaitetta ei ollut vielä ehditty hankkia, vaan palvelua ennakkomarkkinointiin kysynnän kartoittamiseksi.

Laserlaitteiden lisäksi valvontaa kohdistettiin radiotaajuuksista säteilyä lähettäviin kauneudenhoitolaitteisiin. Kahdessa valvontatapauksessa täsmennetyt hoito-ohjeen laatiminen katsottiin riittäväksi korjaavaksi toimenpiteeksi laitteiden käytön jatkamiseksi muualla kuin terveydenhuollon toimintayksikössä. Laadittuja hoito-ohjeita noudattamalla altistuksen raja-arvot eivät ylity toimenpiteiden aikana.

Valoimpulssi- ja ultraäänilaitteita koskevia raja-arvoja sovelletaan markkina- ja valvonnassa siirtymäajan päätyttyä vuoden 2023 lopusta alkaen. Näiden laitetyyppien osalta valvonnan yhteydessä on pyritty tiedottamaan toiminnanharjoittajia omistamiensa laitteiden tilanteesta siirtymäajan päättymisen jälkeen.

Muilta osin valvonta keskittyi säteilylain muiden velvoitteiden valvontaan. Näitä olivat toiminnanharjoittajan velvollisuus kertoa kosmeettisen toimenpiteen riskeistä, mikäli sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säädetty altistuksen raja-arvot ylittyvät, sekä velvollisuus huomioida toimenpiteen kontraindikaatiot eli vasta-aiheet ennen toimenpiteen aloittamista ja määrittellä ne kirjallisesti. Lisäksi STUK luennoi kolmesti vuoden 2021 aikana säteilylain vaatimuksista kauneudenhoitoalan opiskelijoille.

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 2021 aikana 700 kansalaiskyselyyn. Kyselyistä 212 tuli puhelimitse ja 488 sähköpostilla. Kyselyt koskivat erityisesti matkapuhelimien, tukiasemien, voimajohtojen sekä kodin sähköverkkojen ja -laitteiden säteilyä. Matkaviestimien uusi 5G-tekniikka herätti kansalaisissa huolta ja kyselyitä tuli runsaasti. Aiheeseen liittyvät STUKin nettisivut saivat myös erittäin suuren määrän kävijöitä. Lisäksi suuri määrä kyselyitä koski lasereita ja koronavirusepidemian myötä UVC-säteilyä ja -laitteita. Myös tiedustelut koskien kauneudenhoitolaitteiden käyttöä sekä myyntiä tai maahantuontia lisääntyivät vuonna 2021 selvästi verrattuna muutama vuoteen.

4.7 Säteilyturvallisuuspoikkeamat ionisoimattoman säteilyn käytössä

Vuonna 2021 STUKille ilmoitettiin kahdesta ionisoimattoman säteilyyn liittyvästä tapahtumasta. Kauneudenhoitopalveluissa tapahtuneista vahinkotapauksista STUKille tuli ilmoitus, joka liittyi karvanpoistossa tapahtuneeseen ihon pinnalliseen palamiseen. Hoitoa oli tarjottu radiotaajuista säteilyä ja valoimpulsseja hyödyntävää laitetta käyttäen.

STUKin tietoon tuli laseresitys, josta ilmeni, että esityksestä ei ollut tehty etukäteen vaadittua ilmoitusta. Lisäksi on syytä epäillä, että säteiden suuntauksesta on saattanut aiheutua vaaraa ihmisille. Asiasta tehtiin tutkintapyyntö poliisille (katso kohta 4.3).



5 Säännöstötyö

Vuoden 2021 aikana STUKin tekemien ehdotusten pohjalta valmistellut säteilylainmuutokset olivat lausuntokierroksella STUK-lainsäädäntöä koskevan hallituksen esityksen yhteydessä. Myös säteilylain nojalla annettuja asetuksia koskevat muutosehdotukset olivat lausunnolla. Lisäksi STUK antoi neljä uudistettua määräystä, joista kaksi koski ionisoimatonta säteilyä, yksi ionisoivan säteilyn mittauksia ja yksi turvallisuuslupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyjä.

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 mahdollistaa 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.

Kansallinen säteilyturvallisuustutkimuksen yhteenliittymä (Cores) jatkoi aktiivista toimintaansa, ja se laajeni kattamaan kaikki viisi yliopistollista sairaalaa. Yliopistoyhteistyötä on jatkettu myös Fysiikan tutkimuslaitoksen (HIP) kanssa. Fysiikan tutkimuslaitoksen kautta STUK on jäsenenä Euroopan ydintutkimuslaitoksen (CERN) Knowledge Transfer for Medical Applications -ryhmässä. STUK on ollut aktiivisesti mukana päivittämässä eurooppalaisten tutkimusyhteenliittymien strategisia suunnitelmia ja tutkimuksen tiekarttoja.

Tutkimus- ja kehitystyöprojektit

Valtaosa säteilyn käyttöön liittyvästä tutkimuksesta tehdään yhteistyössä koti- ja ulkomaisten tutkimuslaitosten, yliopistojen ja (yliopisto)sairaaloiden kanssa. Yhteisten projektien kautta STUK laajentaa säteilyturvallisuustutkimuksen osaamis pohjaa ja toisaalta parantaa tutkimuksen vaikuttavuutta.

Euroopan komission rahoittama Horizon Europe -tutkimusohjelma käynnistyi. Horizon Europeen osana toimii Euratom-ohjelma, jonka säteily- ja ydinturvallisuuteen keskittyvään kumppanuusohjelmaan STUK osallistuu. Kyseinen ohjelma ja projekti (PIANOFORTE) tulee järjestämään kolme tutkimushakua tulevana vuosina. STUK arvioi toteutukseen valittujen tutkimusprojektien tieteellistä laatua ja poikkitieteellistä yhteistyötä.

STUK osallistui seuraavien EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) työryhmien toimintaan: työryhmät 2 (Harmonisation of individual monitoring), 7 (Internal dosimetry), 9 (Radiation dosimetry in radiotherapy) ja 12 (Dosimetry in medical imaging). STUK osallistui myös EURADOSin tutkimusstrategian päivitykseen. Säteilyn käytön osalta EURADOS-tutkimus keskittyi potilaan altistuksen määrittämissä menetelmiin ja altistuksen optimointiin. EURADOS-IAEA-EFOMP-yhteistyönä jatkettiin projektia, jossa selvitetään sädehoidosta aiheutuva kokonaisannos (ml. kuvantaminen). STUK osallistuu potilasannosten laskennalliseen määrittämiseen ja kuvantamislaitteiden karakterisointiin sekä koordinoi

hanketta. Osana projektia perehdytään koneoppimisen menetelmiin potilasannosten määrittämisessä. Kotimaisina yhteistyökumppaneina projektissa toimivat HUS ja TaYS.

STUK arvioi isotooppilääketieteessä altistuvan työntekijäryhmän silmäannoksia termoluminesenssi-ilmaisimien (TLD) avulla. Silmäannoksia määritettiin myös toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa. Samalla kehitettiin menetelmiä silmäannoksen luotettavaan arviointiin pohjautuen saatavilla oleviin altistusparametreihin ja tekoälymalleihin. Tuloksia käytetään viranomaisvalvonnan suuntaamiseen.

STUKissa muodostettiin kansallinen työryhmä, jonka tehtävänä on pohtia, kuinka isotooppikuvantamisessa- ja hoidoissa käytetyn aktiivisuusmittarin kalibrointi voidaan käytännössä toteuttaa (Aktiivisuusmittareiden kalibrointi, Akka).

STUK valittiin mukaan IAEA:n koordinoimaan tutkimusprojektiin (Coordinated Research Project, CRP, E24024), jossa tavoitteena on selvittää röntgenkuvantamisen dosimetriakäytänteiden päivitystarvetta. Projektiin osallistuu kahdeksan partneria eri maista kattaen sekä kalibrointilaboratoriot että sairaalat. Projektin kesto on viisi vuotta ja se käynnistyi marraskuussa 2021. Tarkoituksena on kerätä ja tuottaa dataa, jonka avulla kansainvälistä dosimetriaohjeistusta voidaan päivittää.

STUKissa valmistui väitöskirjatyö, jossa selvitettiin radiologisista tutkimuksista aiheutuneiden potilasaltistusten tasot ja väestön kollektiivinen efektiivinen annos ja tarkasteltiin kuinka nämä ovat muuttuneet viimeisen parinkymmenen vuoden aikana (Bly Ritva. Patient exposure levels and collective effective dose to the population from radiological examinations – changes from 2008 to 2018 in Finland. Academic dissertation. STUK-A 265. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021).

Suomen Akatemian rahoittama nelivuotinen ilmaisinkehitysprojekti päättyi vuonna 2021. Työ tehtiin yhteistyössä Fysiikan tutkimuslaitoksen kanssa. Projektissa kehitettiin paikkaherkkiä ja säteilylajin tunnistavia ilmaisimia sekä diagnostisen säteilyn käytön että sädehoidon dosimetrian tarpeisiin. Ilmaisimet kykenevät mittaamaan myös säteilyn energiaspektrin.

RATPA-projektin pääasiallisena tarkoituksena oli tuottaa lisää tietoa ja osaamista työntekijöiden radonaltistumisen arviointiin. RATPA-projektissa tehtiin mittauksiin (radonpurkkimittaukset, RadonEye-mittaukset sekä gammamittaukset) osallistui 700 suomalaista työpaikkaa. Projektin puitteissa julkaistiin kaksi julkaisua: ”Kojo K, Vahtola J, Kurttio P. Radonkysely työsuojeluhenkilöille. STUK-B261. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2020” ja ”Turtiainen T, Kojo K, Laine J-P, Holmgren O, Kurttio P. Improving the Assessment of Occupational Exposure to Radon in Above-Ground Workplaces. Radiat Prot Dosimetry 2021;196(1–2):44–52”. Osa projektin analyyseistä ja tulosten raportoinneista on vielä kesken, joten tosiasiallinen työ jatkuu vielä projektin päätyttyä.

FINNORM-hankkeessa kartoitettiin Suomen NORM-tilannetta, kehitettiin NORM-valvonnan työkaluja ja menettelyjä, viestittiin toiminnanharjoittajille lainsäädännön muutoksista, kehitettiin altistuksen arvioinnin menettelyjä ja tehtiin kaksi opinnäytetyötä sekä erillisselvitys liittyen pohjavesilaitoksiin. Kartoituksessa kerättiin tietoa vanhoista ja toiminnassa olevista NORMeihin liittyvistä teollisista toiminnoista ja jätetapauksista. NORM-valvontaa varten kehitettiin NORM-tietokanta STUKin NAMIT-tietojärjestelmään. Uusia kohteita lisätään tulevaisuudessa tietokantaan sitä mukaa kun toiminnasta vastaavat

tahot laativat selvityksiä tai tietoja saadaan muista hankkeista. Projektissa viestittiin teollisuudelle tiedotteiden, kyselyjen, esitteiden, esitelmien, webinaarien ja nettisivujen muodossa. Projektissa tehtiin opinnäytetyö Vihannin ja Korsnäsin kaivannaisjätealueista ja luonnonsäteilyä aiheuttavista aineista Suomen energiateollisuudessa. Projektissa tehdystä pohjavedenkäsittelylaitoksia koskevassa erillisselvityksessä kartoitettiin NORM-aineksia pohjavedenkäsittelylaitoksilla. FINNORM-projektissa kehitettiin myös valvontaa. Kehitettyjen toimintatapojen, työkalujen ja ohjeiden avulla valvonta on tehostunut.

RadoNorm-hankkeessa tutkitaan radon- ja NORM-altistukseen liittyviä asioita, mm. radonpitoisuuden vaihteluita, työpaikkojen radonkorjauksia (ml. maanalaiset tunnelit) ja NORMien karakterisointia, niistä aiheutuvaa altistusta ja altistuksen rajoittamista. RadoNorm on Euroopan Komission rahoittama tutkimushanke, johon osallistuu 56 partneria. Hanke kestää viisi vuotta ja se käynnistyi syyskuussa 2020. Hankkeen tavoitteena on tukea Euroopan perusnormidirektiivin (BSS) implementointia myös hallinnon ja käytännön valvonnan tasoilla.

STUK jatkoi vuoden 2019 lopussa yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston kanssa aloitettua projektia, jossa tutkitaan hyvin pientaajuisten magneettikenttien ja Alzheimerin taudin mahdollista kausaalista yhteyttä uudennlaisilla kokeellisilla malleilla yhdistettynä edistyskäsittelyhypoteesiin vuorovaikutusmekanismista. Lisäksi projektiin sisältyy epidemiologinen tutkimus, jossa tutkitaan kiinteistömuuntamoiden magneettikentille altistumisen ja Alzheimerin taudin välistä yhteyttä. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää hyvin pientaajuisten magneettikenttien terveysriskejä arvioitaessa ja riskikommunikaatiossa.

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research) ja EMP (European Partnership on Metrology)

Vuonna 2020 alkoi kaksi eurooppalaista metrologian tutkimusohjelman projektia, joissa luodaan ionisoivan säteilyn metrologian alalle verkostomainen yhteenliittymä. Jatkossa verkostot koordinoivat metrologian tutkimustarpeita ja laboratorioiden yhteistyötä. STUK osallistuu molempiin projekteihin. Toisen projektin pohjalta perustettiin syksyllä 2021 uusi eurooppalainen säteilysuojelun metrologiaverkosto, jonka perustajajäsen STUK on. Toisen projektin tarkoituksena on luoda eurooppalainen säteilyn lääketieteellisen käytön metrologiaverkosto vuonna 2022.

Vuoden 2021 tutkimushauissa STUK sai rahoitusta yhteen projektiin, joka alkaa vuonna 2022. Tässä projektissa harmonisoidaan mittausmenetelmiä ympäristössä esiintyville radioaktiivisille hiukkasille.

7 Kansainvälinen yhteistyö

Säteilytoiminnan valvonta -osaston sekä Ympäristön säteilyvalvonta -osaston edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausten menetelmien kehittämistä ja säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä ja toimikunnissa, muun muassa IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, AAPM, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP, HERCA, EURATOM/Artikla 31 -asiantuntijaryhmä, WHO, UNSCEAR. Vuonna 2021 STUK hyväksyttiin jäseneksi kansainvälisen paino- ja mittakomitean (CIPM) ionisoivan säteilyn neuvonantavan komitean dosimetriaryhmään (CCRI(I)), mikä on tunnustus STUKin osaamisesta dosimetriaan liittyvässä mittanormaalityössä.

Koronapandemian vuoksi 2020 maaliskuussa alkanut käytäntö siirtyä läsnäkokouksista etäkokouksiin jatkui myös vuoden 2021 ajan. Osa läsnäkokouksista päätettiin myös siirtää myöhemmin pidettäväksi.

Viranomaisten HERCA Medical Applications -työryhmässä isotooppi lääketieteen alaryhmää vetävät STUKin edustajat. Isotooppi lääketieteen alaryhmä selvitti HERCA-maiden viranomaisten kesken uusien isotooppihoitojen käyttöä ja siihen liittyviä säteilyturvallisuuskysymyksiä. HERCAN Research and Industrial Sources and Practices (WG RISP) -työryhmän puheenjohtaja on myös STUKista. STUK on osallistunut lisäksi pohjoismaisen medikaaliryhmän (Nordic Working Group on Medical Applications – NGMA) toimintaan, jonka puheenjohtaja on niin ikään STUKista.

Osallistuminen kansainvälisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

Säteilytoiminnan valvonta -osaston edustajat toimivat Euratom-sopimuksen Artikla 31:ssä tarkoitetun asiantuntijaryhmän sekä IAEA:n säteilysuojelustandardikomitean puheenjohtajina.

Vuonna 2021 STUKin säteilytoiminnan asiantuntijat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

Ionisoiva säteily

- IAEA: Radiation Safety Standards Committee (RASSC), pj. STUKista
- IAEA: Transport Safety Standards Committee (TRANSSC)
- Euratom Artikla 31 -asiantuntijaryhmä, pj. STUKista
- HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities) ja sen työryhmät
- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilö-kokous

- CCRI(I): Consultative Committee of Ionizing Radiation, dosimetriaryhmän yhdyshenkilökokous
- IEC SC62C JWG 5 -kokous (aktiivisuusmittarit)
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja sen työryhmät
- EACA (European Association of Competent Authorities on the transport of radioactive material)
- CERN: Knowledge Transfer for Medical Applications
- EURAMED (EUROpeAN MEDical application and Radiation prOteCtion Concept: strategic research agenda aNd ROadmap interLinking to heaLth and digitisation aspects – EURAMED rocc-n-roll project), työryhmäkokoukset
- QuADRANT (Constant improvement in quality and safety of radiology, radiotherapy and nuclear medicine through clinical audit) projektin ohjausryhmän toiminta
- Pohjoismaisten viranomaisten johtajien Chefsmöte ja sen alaiset työryhmät
- NACP (Radiation Physics Committee).

Ionisoimaton säteily

- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
- WHO EMF-project ja InterSun Programme; International Advisory Committee
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (muun muassa solariumstandardit)
- IEC PT 60335-2-115 -kokoukset (kauneudenhoitolaitteiden standardointi)
- Nordic-NIR yleiskokous, pj. STUKista.

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, Kliininen Radiografiatiede -lehden toimituskunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n rahoittama ja THL:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä (KLIARY), viranomaisten radontyöryhmä ja TEM-vetoinen USVA-työryhmä. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmiä ja luentoja.

STUK jatkoi yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa osallistumalla Traficom:n koordinoimaan valvontaviranomaisten ryhmään ja VAK-päivään. Lisäksi STUK osallistui lain vaarallisten aineiden kuljetuksesta kokonaisuudistuksen seurannan ohjausryhmään ja Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen sähköisistä kuljetustiedoista (EU) 2020/1056 toimeenpanon seurannan ohjausryhmään.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2021 STUKin edustajat osallistuivat muun muassa seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen alatyöryhmät
- SESKO SK 34 -komitea (Valaisimet)
- SESKO SK 61 -komitea (Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106 -komitea (Sähkömagneettiset kentät)
- EMF-neuvottelukunta
- Sairaalfyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat)
- STM:n hallinnonalan TKI-koordinaatioryhmä.
- Viranomaisten radontyöryhmä
- STUK-Tulli koordinaatioryhmä
- Suomen mittanormaalilaboratorioiden verkosto
- STA-koulutusta koordinoiva neuvottelukunta (STAKONE)
- Säteilyturvallisuusneuvottelukunta
- Metrologian neuvottelukunta.

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Säteilyn käyttäjille järjestettiin vuoden aikana runsaasti eriaiheisia tai eri kohdeyleisöille suunnattuja webinaareja.

Tammikuussa julkaistiin ilmainen verkkokurssi *Radonin mittaaminen*, joka on ensisijaisesti suunnattu työpaikkojen ja muiden oleskelutilojen radonmittauksia tekeville.

9 Viestintä

Vuoden 2021 aikana STUKille tuli verkkosivujen kautta, sähköpostitse 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 seuraavin otsikoin:

- STUKin nimi on liitetty harhaanjohtavaan radonmittausten markkinointiin
- STUK kouluttaa radonmittaajia
- Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimintapolitiikan ja kansallisen ohjelman päivitys käynnistynyt – lausuntoaikaa 19.3. saakka
- Tullin mittaukset tukevat Säteilyturvakeskuksen luonnonsäteilyn valvontaa
- Laserhäirinnällä voi olla vakavat seuraukset lentoliikenteessä – laser ei ole lelu
- Kadonneista säteilylähteistä riesaa terästeollisuudelle
- Säteilyn käytön vaatimukset ovat Sammiossa
- UV-säteilykausi on käynnissä, muista suojata ihosi
- Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman luonnos ja ympäristövaikutusten arviointiselostus lausunnonle
- STUKin dosimetrialaboratoriolle kansainvälistä tunnustusta
- Romumetallin seasta löytyi säteilylähde.

Vuonna 2021 julkaistiin yksi terveydenhuollon ja yksi teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattu uutiskirje sekä neljä radonuutiskirjettä.

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 mahdollistamiseksi. Omien mittanormaalityöimintansa kalibrointineista STUK huolehtii säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu muun muassa seuraavaan toimintaan:

- Metrologian neuvottelukunta
- EURAMET-järjestö (European Association of National Metrology Institutes)
- CCRI(I) (Kansainvälisen paino- ja mittakomitean neuvoa-antavan komitean dosimetriaryhmä)
- Eurooppalainen säteilysuojelun metrologiaverkosto.

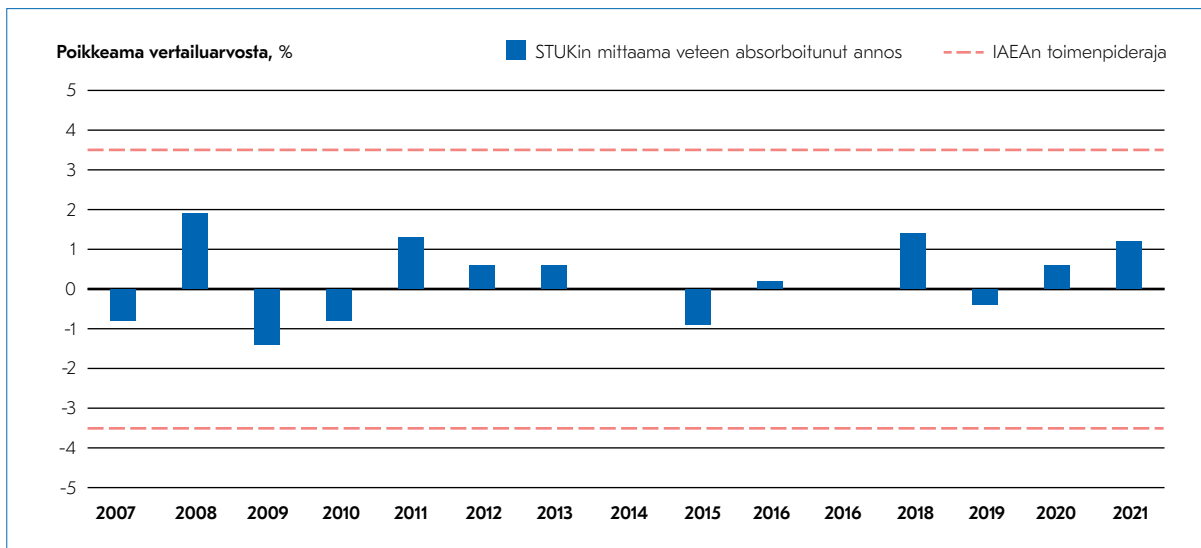
Annossuureiden osalta STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM MRA), jonka toteutumista Euroopassa EURAMET koordinoi, sekä IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

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

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

10.2 Mittari- ja mittausvertailut

Vuonna 2021 STUK osallistui kahteen IAEA/WHO-kalibrointilaboratorioverkoston järjestämään dosimetriavertailuun (RPLD- ja OSDL-vertailut). STUKin tulokset olivat hyvin hyväksyntärajojen sisällä, mikä tukee hyvin STUKin kalibrointitoimintaa (kuva 11). STUK osallistui myös eurooppalaiseen pinta-kontaminaatiomittareiden kalibrointivertailuun, jonka tulokset eivät ole vielä saatavilla ja toimii vetäjänä sädehoidon annosmittauksissa käytettävien ionisaatiokammioiden kalibrointivertailussa.



KUVA 11. IAEA:n dosimetriavertailun tulokset, joihin STUK on osallistunut vuosina 2007–2021.

II Palvelut

II.1 Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

STUK toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Dosimetrialaboratoriossa tehtiin 717 säteilymittarin kalibroitua ja säteilytettiin 2 884 säteilytyserää. Noin 8 % kalibroinneista ja säteilytyksistä tehtiin ulkomaisille asiakkaille ja 20 % kalibroinneista tehtiin STUKin omille mittalaitteille. Palvelusuoritteiden kehitys vuosina 2012–2021 on esitetty liitteen 1 taulukossa 18.

Radonmittanormaaliolosuhteissa tehtiin kaksi altistustodistusta, joihin liittyi suuri määrä altistuksia. Radonmittalaitteita kalibroitiin 101 kappaletta.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä viisi kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä neljä kappaletta. Yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2012–2021 on esitetty liitteen 1 taulukossa 15.

II.2 Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa myytiin 33 kappaletta.

Liite I

Taulukot

TAULUKKO 1. Säteilyn käytön turvallisuusluvista mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2021 lopussa.

Säteilytoiminta	Lukumäärä (kpl)
Terveydenhuolto ja hammaslääketiede	1 385
Sädehoito	13
Isotooppilääketiede	27
Eläinlääkintä	306
Asennus/huolto/valmistus	49
Muu terveydenhuollon laitteiden käyttö (tutkimus, opetus)	15
Ei-lääketieteellinen altistus terveydenhuollossa	144

TAULUKKO 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2021 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*	1 472
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	469
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	303
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	167
mammografialaitteet, joista	171
• seulontamammografia	77
• tomosynteesi	26
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	126
• angiografia	41
• läpivalaisu	25
• kardioangiografia	60
TT-laitteet, joista	149
• SPECT-TT	37
• PET-TT	18
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	21
O-kaarilaitteet	11
luun mineraalipitoisuuden mittauslaitteet	48
muut laitteet	7

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Hammasröntgenlaitteet	6 430
intraoraaliröntgenlaitteet	5 638
panoraamaröntgenlaitteet	631
KKTT-laitteet	161
Sädehoidon laitteet	122
kiihdyttimet	50
röntgenkuvaslaitteet	51
automaattiset jälkilataushoitolaitteet	6
manuaaliset jälkilatauslaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	14
Umpilähteet/umpilähdelaitteet**	380
kalibrointi- ja testauslaitteet	339
sädehoidon tarkistuslähteet	42
vaimennuskorjausyksiköt	1
muut terveydenhuollon umpilähteet	1
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	568
tavanomaiset röntgenlaitteet	354
läpivalaisulaitteet	2
intraoraaliröntgenlaitteet	192
KKTT-laitteet	8
TT-laitteet	12
Radionuklidilaboratoriot	38
avolähteet laboratoriossa, luokka 1	1
avolähteet laboratoriossa, luokka 2	32
avolähteet laboratoriossa, luokka 3	5

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

** Umpilähdelaitteet voivat sisältää useampia umpilähteitä.

TAULUKKO 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2021 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgenlaitteiden käyttö	705
Umpilähteiden käyttö	470
Asennus, huolto tai valmistus	143
Säteilylähteiden kauppa, tuonti tai vienti	104
Avolähteiden käyttö	57
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	16
Jätteiden käsittely (kun se ei ole osa muuta toimintaa)	5
Korkea-aktiivisten umpilähteiden kuljetus	4
Orpojen lähteiden toistuva käsittely tai varastointi	3

TAULUKKO 4. Säteilylaitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä vuoden 2021 lopussa.

Laitteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Umpilähdelaiteet	5 700
Radiometriset mittalaitteet	4 903
Kalibrointi- tai testauslaitteet	404
Analyysilaitteet	195
Gammaradiografialaitteet	16
Gammasäteilyttimet	9
Muut	173
Röntgenlaitteet	2 189
Läpivalaisulaitteet	915
Analyysilaitteet	702
Röntgenradiografialaitteet	403
Mittalaitteet	79
Muut	90
Hiukkaskiihdyttimet	29
Tutkimus	15
Läpivalaisu	7
Radioaktiivisten aineiden valmistus	7
Radionuklidilaboratoriot	90
Luokka 1	11
Luokka 2	22
Luokka 3	55
Toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	2

TAULUKKO 5. Yleisimmät teollisuuden, tutkimuksen ja terveydenhuollon käytössä olevat umpilähteet radionuklideittain, sekä korkea-aktiiviset umpilähteet vuoden 2021 lopussa.

Teollisuuden ja tutkimuksen säteilyn käytössä olevat säteilylähteet		Terveydenhuollon säteilyn käytössä olevat säteilylähteet	
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet			
Radionuklidi	kpl	Radionuklidi	kpl
Cs-137	3 876	Co-57	168
Co-60	688	Ge-68	75
Kr-85	273	Cs-137	37
Am-241 (gammalähteet)	263	Gd-153	36
Fe-55	99	Sr-90	32
Sr-90	93		
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	85		
Ni-63	75		
Pm-147	74		
Korkea-aktiiviset umpilähteet			
Radionuklidi	kpl	Radionuklidi	kpl
Cs-137	26	Ir-192	6
Co-60	11	Co-60	2
Ir-192	8		
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	5		
Am-241 (gammalähteet)	3		
Pu-Be	1		
Se-75	1		

TAULUKKO 6. Sellaisten teollisuudessa, tutkimuksessa ja terveydenhuollossa käytössä olevien umpilähteiden lukumäärät, joiden ikä on suurempi tai yhtä suuri kuin 40 vuotta (ellei niitä poisteta käytöstä).

Radionuklidi	40-vuotiaat umpilähteet säteilylain siirtymäaikana (kpl)		
	2021	2022	2023
Cs-137	102	137	165
Co-60	26	29	31
Am-241 (gammalähteet)	14	16	16
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	7	7	9
Sr-90	6	7	14
Ra-226	5	5	5
Pu-238	1	1	1
Kr-85	1	1	1
Sm-151	1	1	1
Cm-244	1	1	1
Pu-238 (PuBe-neutronilähteet)	1	1	1

TAULUKKO 7. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2021.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	31 243	21	1 213	22
Se-75	3 300	1	-	-
Kr-85	1 613	109	1 228	83
Cs-137	104	103	-	-
Fe-55	80	18	50	11
Ni-63	9	23	4	42
Gd-153	4	8	-	-
Pm-147	4	21	1	6
Sr-90	3	6	3	7
Am-241	3	525	3	440
Co-57	2	25	-	-
I-125	1	4	-	-
Ge-68	1	20	-	-
Muut yhteensä **	<1	17	<1	2
Yhteensä	36 367	901	2 502	613

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

** Toimitukset Suomeen: Co-60, Sr-85, Th-228, Ra-226, Am-243.
Toimitukset Suomesta: Co-60

TAULUKKO 8. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2021.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	264 198
O-15	34 881
C-11	30 568
Ga-68	50
Yhteensä	329 697

TAULUKKO 9. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kollektiivinen annos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2012–2021.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kollektiivinen annos (manSv)	
	Ohjaamo-henkilöstö	Matkustamo-henkilöstö	Ohjaamo-henkilöstö	Matkustamo-henkilöstö
2012	1 182	2 419	2,60	5,80
2013	1 184	2 596	2,79	6,02
2014	1 213	2 441	2,74	5,93
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
2019	1 306	3 292	3,68	9,96
2020	1 289	3 070	1,45	2,68
2021	1 006	1 780	1,46	2,25

TAULUKKO 10. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2012–2021.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain									
	Terveystenhoito		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Radon	Muut*	Ydinenergian käyttö**	Yhteensä***
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat								
2012	3 989	1 083	582	1 286	720	22	79	107	3 676	11 341
2013	3 953	1 147	636	1 329	727	20	36	125	3 715	11 540
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	50	143	3 621	11 197
2015	3 631	1 244	664	1 371	649	26	26	142	3 291	10 800
2016	3 548	1 218	703	1 322	644	27	34	163	3 511	10 951
2017	3 222	1 184	726	1 420	685	34	92	159	4 144	11 381
2018	3 106	1 254	762	1 439	647	31	21	168	4 794	12 002
2019	2 825	1 316	804	1 363	664	29	5	165	4 101	11 050
2020	2 651	1 287	772	1 316	563	27	4	163	3 738	10 342
2021	2 511	1 286	720	1 328	571	33	4	158	4 455	10 869

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

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

*** Tässä sarakeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakeissa 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 11. Henkilökohtaisessa annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden kollektiiviset annokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2012–2021.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain									
	Terveydenhuolto		Eläinlääke- fiede*	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radio- aktiivisten aineiden vamistus	Radon	Muut**	Ydin- energian käyttö ***	Yhteensä
	Röntgen- säteilyle altistuvat*	Muille säteily- lähteille altistuvat								
2012	1,33	0,10	0,12	0,16	0,05	0,007	0,52	0,001	2,47	4,76
2013	1,24	0,09	0,12	0,14	0,04	0,005	0,28	0,002	1,25	3,17
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,23	0,007	1,57	3,28
2015	1,27	0,10	0,13	0,18	0,03	0,011	0,09	0,003	1,35	3,07
2016	1,22	0,08	0,13	0,16	0,04	0,016	0,10	0,007	1,81	3,46
2017	1,04	0,09	0,14	0,18	0,03	0,024	0,15	0,003	1,53	3,04
2018	1,01	0,10	0,13	0,16	0,02	0,030	0,07	0,010	2,37	3,83
2019	0,85	0,10	0,11	0,15	0,02	0,020	0,03	0,010	1,18	2,56
2020	0,69	0,09	0,09	0,14	0,02	0,01	0,02	0,01	1,47	2,54
2021	0,70	0,11	0,08	0,16	0,03	0,020	0,01	0,010	1,32	2,44

* 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 12. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2021.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kollektiivinen annos (manSv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen* ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**	210	0,27	1,92	1,27	13,98
Radiologit**	195	0,21	3,48	1,09	15,83
Toimenpideradiologit**	36	0,13	4,62	3,60	40,33
Erikoislääkärit** ***	286	0,03	0,71	0,11	5,18
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	713	0,09	0,64	0,13	5,62
Eläintenhoitajat ja avustajat**	477	0,05	0,79	0,10	7,48
Eläinlääkärit**	243	0,03	1,03	0,13	4,92
Materiaalitarkastusten tekijät****	630	0,12	0,56	0,19	3,92
Muu säteilytyöntekijä	327	0,04	1,53	0,12	7,05
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset ja konekunnossapitotyöt	874	0,55	1,42	0,63	7,08
• siivous	229	0,11	1,18	0,47	8,06
• sähkö- ja automaatiotyö	809	0,11	0,64	0,14	5,28
• säteilysuojeluhenkilöstö	109	0,10	1,28	0,94	5,20
• käyttöhenkilöstö	368	0,09	0,89	0,25	5,55

* Kirjauskynnys 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 13. Merkittävimmät radioaktiiviset jätteet kansallisessa pienjätevarastossa (31.12.2021).

Pienjätteiden aktiivisuusinventaarista on poistettu TVO:n loppusijoitustilaan siirretty jäte vuodesta 2019 lähtien.

Loppusijoitustilaan sijoitetun jätteen raportoinnista vastuu on TVO:lla.

Nuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
Am-241	2 665
H-3	2 658
Cs-137	2 083
Pu-238	1 471
Kr-85	1 427
Am-241 (Am-Be)	670
Ra-226	234
Sr-90	136
Cm-244	127
Pm-147	102
Co-60	33
Ni-63	32
Fe-55	22
C-14	18
Pu-238 (Pu-Be)	7
Ra-226 (Ra-Be)	1
I-129	1
U-238 (köyhdytetty uraani)	917 kg
Th-232	11,81 kg

TAULUKKO 14. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaisuuritteet vuosina 2012–2021.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Vaarallisten lasereiden poistot Internet-kaupoista	Yhteensä
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
2019	81	18	8	31	138
2020	83	0	18	22	123
2021	98	1	11	4	114

TAULUKKO 15. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2012–2021.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
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
2019	9	2	11
2020	1	2	3
2021	7	5	12

TAULUKKO 16. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2012–2021.

Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012–2021 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella (lukumäärä suluissa) ja selvitettiin toiminnan vaatimustenmukaisuutta selvityspyynnöillä.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)
2015	4 (17)
2016	4 (55)
2017	6 (31)
2018	5 (30)
2019	17 (23)
2020	5 (26)
2021	65 (18)

TAULUKKO 17. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2012–2021.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2012	15
2013	11
2014	10
2015	14
2016	11
2017	0
2018	0
2019	0
2020	10
2021	10

TAULUKKO 18. Ionisoivaan säteilyyn liittyvät palvelusuritteet Dosimetrialaboratoriossa vuosina 2012–2021.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset, mittarien lkm	Säteilytyserät	PCXMC-lisenssit
2012	457	344	89
2013	471	1 250	78
2014	370	1 281	68
2015	235	612	63
2016	340	1 203	49
2017	1 158	983	52
2018	465	1 851	42
2019	436	1 489	48
2020	478	2 091	58
2021	717	2 884	33

Liite 2

Julkaisut vuonna 2021

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

Vuonna 2021 valmistuivat seuraavat säteilytoiminnan turvallisuuteen liittyvät julkaisut:

STUK:laisten tieteelliset artikkelit

Kavaluus Henna, Nousiainen Katri, Kaijaluoto Sampsa, Seppälä Tiina, Saarilahti Kauko, Tenhunen Mikko. Determination of acceptance criteria for geometric accuracy of magnetic resonance imaging scanners used in radiotherapy planning. *Physics and Imaging in Radiation Oncology* 2021; 17: 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.phro.2021.01.003>

Khan MW, Juutilainen J, Auvinen A, Naarala J, Pukkala E, Roivainen P. A cohort study on adult hematological malignancies and brain tumors in relation to magnetic fields from indoor transformer stations; *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2021; Volume 233, 113712. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113712>

Khanbabaee B, Röttger A, Behrens R, Röttger S, Feige S, Hupe O, Zutz H, Toroi P, Leonard P, de la Fuente Rosales L, Burgess P, Gressier V, José-Gutiérrez Villanueva J-L, Cruz Suárez R, Arnold D. Support for a European metrology network on reliable radiation protection: gaps in radiation protection and related metrology. *RAD Conference Proceedings*, vol. 5, pp. 21–27, 2021. <https://doi.org/10.21175/RadProc.2021.04>

Khoury HJ, de Barros VSM, Asfora VK, Toroi P. 1st Latin American and Caribbean interlaboratory comparison exercise for SSDs on reference irradiation capabilities in personal dose equivalent. *Journal of Radiological Protection* 2021; 41: 37-45. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/abe16f>

Kojo K, Laine J-P, Turtiainen T, Kurttio P. Radon in Finnish underground mines 2011-2019. *Journal of Radiological Protection* 2021; 41 (4): 619-627. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac08fo>

Lindgren Jussi, Liukkonen Jukka. Maxwell's equations from spacetime geometry and the role of Weyl curvature. *Journal of Physics: Conference Series* 2021; 1956 (1) Suppl 012017. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1956/1/012017>

Luukkonen Jukka, Höytö Anne, Sokka Miiko, Syväoja Juhani, Juutilainen Jukka, Naarala Jonne. Genomic instability induced by radiation-mimicking chemicals is not associated with persistent mitochondrial degeneration. *Radiation and environmental biophysics* 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s00411-021-00927-5>.

Monaca S, Dini V, Grande S, Palma A, Tkaczyk A, Koch R, Murakas R, Perko T, Duranova T, Salomaa S, Roivainen P, Willrodt C, Grigioni M, Bouffler S. Assessing radiation risk perception by means of a European stakeholder survey. *Journal of Radiological Protection* 2021; 41: 1145-1165. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/abf75a>

Turtiainen T, Kojo K, Laine J-P, Holmgren O, Kurttio P. Improving the assessment of occupational exposure to radon in above-ground workplaces. *Radiation Protection Dosimetry* 2021; 196 (1-2): 44-52. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncab127>

STUKin omat sarjajulkaisut

Bly Ritva. Patient exposure levels and collective effective dose to the population from radiological examinations – changes from 2008 to 2018 in Finland. Academic dissertation. STUK-A 265. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/142732>

Bly Ritva. Esiselvitys säteilylaissa tarkoitettujen lähettämissuosituksien kehittämistä varten. Työryhmän loppuraportti sosiaali- ja terveysministeriölle. STUK-B 273. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140970>

Jokelainen Ilkka. Annosmääritykset sädehoidon lineaarikiihdyttimien pienissä fotonisäteilykentissä. Terveydenhuollon valvontaraportti. STUK-B 272. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140967>

Lajunen Atte. Röntgentutkimusten oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen. Terveydenhuollon valvontaraportti. STUK-B 271. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140951>

Suutari Juha. Säteilylain uusien vaatimusten toteutuminen säteilyn käytössä. Terveydenhuollon valvontaraportti. STUK-B 262. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/140912>

Venelampi Eija (toim.). Aallos-Ståhl Siiri-Maria, Bly Ritva, Hallinen Elina, Hellstén Santtu, Hoilijoki Heli, Höytö Anne, Kaijaluoto Sampsa, Kallio Antti, Kiuru Anne, Korhonen Milla, Kuhmonen Venla, Kurttio Päivi, Latomäki Antti, Lehtinen Maaret, Nylund Reetta, Orreveteläinen Pasi, Outola Iisa, Puranen Lauri, Siiskonen Teemu, Sipilä Petri, Takkinen Antti, Tenkanen-Rautakoski Petra, Tikkanen Emmi, Toivo Tim, Toivonen Tommi, Siru Tuomas, Visuri Reijo, Ylianttila Lasse. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2020. STUK-B 266. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/142746>

Venelampi Eija (ed.). Aallos-Ståhl Siiri-Maria, Bly Ritva, Hallinen Elina, Hellstén Santtu, Hoilijoki Heli, Höytö Anne, Kaijaluoto Sampsa, Kallio Antti, Kiuru Anne, Korhonen Milla, Kuhmonen Venla, Kurttio Päivi, Latomäki Antti, Lehtinen Maaret, Nylund Reetta, Orreveteläinen Pasi, Outola Iisa, Puranen Lauri, Siiskonen Teemu, Sipilä Petri, Takkinen Antti, Tenkanen-Rautakoski Petra, Tikkanen Emmi, Toivo Tim, Toivonen Tommi, Siru Tuomas, Visuri Reijo, Ylianttila Lasse. Radiation practices. Annual report 2020. STUK-B 276. Helsinki; Radiation and Nuclear Safety Authority: 2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/142986>

STUKin esitteet/Muut julkaisut

Cinelli G, De Cort M, Tollefsen T, Achatz M, Ajti J, Ballabio C, Barnet I, Bochicchio F, Borelli P, Bossew P, Braga R, Brattich E, Briganti A, Carpentieri C, Castellani C, Castelluccio M, Chiaberto E, Ciotoli G, Coletti C, Cucchi A, Daraktchieva Z, Di Carlo C, De France J, Dehandschutter B, Domingos F, Dudar T, Elio J, Falletti P, Ferreira A, Finne I.E., Fontana C, Fuente Merino I, Galli G, Garcia-Talavera M, German O, Grossi C, Gruber V, Gutierrez-Villanueva J, Hansen M, Hernandez Ceballos M.A., Hoffmann M, Hurst S, Iurlaro G, Ivanova K, Jobbagy V, Jones A, Kovalenko G, Kozak K, Lawley R, Lehné R, Lister B, Long S, Lucchetti C, Magnoni M, Matolin M, Mazur J, Mazzoli C, McLaughlin J, Mollo M, Mostacci D, Mundigl S, Nesbor D, Neves L, Neznal M, Nikolov J, Nilsson P, Nogarotto A, Onischenko A, Orgiazzi A, Pacherová P, Panagos P, Pereira A, Perez M.D.R., Pokalyuk V, Pressyanov D, Quindós Poncela L.S., Ringer W, Rossi F, Sangiorgi M, Sassi R, Simic Z, Smedley P, Socciarelli S, Soligo M, Stoulos S, Szabo K, Täht-Kok K, Todorovi N, Tolton R, Tuccimei P, Turtiainen T, Tye A, Udovicic V, Vasilyev A, Venoso G, Verdelocco S, Verkhovtsev V, Voltaggio M, Zhukova O, Zhukovsky M. European Atlas of Natural Radiation. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC116795>

Umpilähteen elinkaari. Esite, toukokuu 2021. Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2021.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/142644/umpilahteen-elinkaari-05-2021-saavutettava.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Slutna strålkällors livscykel. Broschyr, maj 2021. Helsingfors; Strålsäkerhetscentralen: 2021.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/142645/slutna-stralkallors-livscykel-05-2021-saavutettava.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

STUK-B-sarjan julkaisuja

STUK-B 289 Mänttari I, Joenvuori-Arstio J, Metiäinen P, Turtiainen T. Radonövervakningskampanjen för socialvårdens verksamhetsenheter.

STUK-B 288 Finnish report on nuclear safety. Finnish 9th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

STUK-B 287 Venelampi Eija (ed.). Radiation practices. Annual report 2021.

STUK-B 286 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Monitoring of radioactivity in the environment of Finnish nuclear power plants. Annual report 2021.

STUK-B 285 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2021.

STUK-B 284 Mattila A, Inkinen S (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2021. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2021. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2021.

STUK-B 283 Häikiö J (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2021.

STUK-B 282 Venelampi E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2021.

STUK-B 281 Peri V (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2021.

STUK-B 280 Häikiö J (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2021.

STUK-B 279 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2021.

STUK-B 278 Mänttari I, Joenvuori-Arstio J, Metiäinen P, Turtiainen T. Sosiaalihuollon toimintayksikköjen radonvalvontakampanja. Radonturvallisuuden edistäminen.

STUK-B 277 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2021.

STUK-B 276 Venelampi Eija (ed.). Radiation practices. Annual report 2020.

STUK-B 275 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2021.

STUK-B 274 Holmgren O, Kurttio P, Kojo K, Turtiainen T. Kysely asuntojen radonkorjauksista.

STUK-B 273 Bly Ritva. Esiselvitys säteilylaissa tarkoitettujen lähettämissuositusten kehittämistä varten.

STUK-B 272 Jokelainen I, Sipilä P. Annosmääritykset sädehoidon lineaarikiihdyttimien pienissä fotonisäteilykentissä. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen raportti.

STUK-B 271 Lajunen A. Oikeutusarvioinnin edellytysten toteutuminen. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen raportti.

STUK-B 270 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Monitoring of radioactivity in the environment of Finnish nuclear power plants. Annual report 2020.

STUK-B 269 Virtanen S, Vartti V-P, Turunen J, Mattila A. Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 268 Mattila A, Inkinen S (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2020. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2020. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2020.

STUK-B 267 Marttila J (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2020.

STUK-B 266 Venelampi E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 265 Peri V (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2020.

STUK-B 264 Marttila J (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2020.

STUK-B 263 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2020.

STUK-B 262 Suutari J. Säteilylain uusien vaatimusten toteutuminen säteilyn käytössä. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen raportti.

STUK-B 261 Kojo K, Vahtola J, Kurttio P. Radonkysely työsuojelehenkilöille.



ISBN 978-952-309-537-3 (pdf)

ISSN 2243-1896

STUK

Säteilyturvakeskus

Strålsäkerhetscentralen

Radiation and Nuclear Safety Authority

Jokiniemenkuja 1

01370 Vantaa

Puh. (09) 759 881 (vaihde)

www.stuk.fi