



STUK-B 251 / HUHTIKUU 2020

Jukka Liukkonen

**B**



# **Optimointi isotooppikuvantamisessa**

**Terveydenhuollon valvontaraportti**

**TÄMÄN RAPORTIN LAADINTAAN  
OVAT OSALLISTUNEET**

Jukka Liukkonen  
Juha Suutari  
Maarit Qvist

ISBN 978-952-309-457-4 (pdf)  
ISSN 2243-1896



# **Optimointi isotooppikuvantamisessa**

**Terveydenhuollon valvontaraportti**

**Jukka Liukkonen**

*Jukka Liukkonen. Optimointi isotooppikuvantamisessa, terveydenhuollon valvontaraportti. STUK-B 251, Helsinki 2020, 14 s.*

**AVAINSANAT:** isotooppilääketiede, kuvantaminen, optimointi, säteilyn käyttö, terveydenhuolto

## Tiivistelmä

Optimointiperiaate on yksi säteilysuojelun yleisistä periaatteista. Tässä kyselyssä käsiteltiin optimointia kuvausprotokollien tasolla. Kyselyllä selvitettiin käytännön toimia optimoinnin toteuttamiseksi SPECT- ja PET-kuvantamisessa Suomessa. TT-kuvantamisen osuus jätettiin huomiotta.

Webropol-kysely tehtiin kaikille isotooppilääketieteen kuvantamista harjoittaville turvallisuusluvanhaltijoille.

Kyselyyn saatiin vastaukset kaikilta luvanhaltijoilta (N=24). Vastausten perusteella optimointi oli moniammatillista. Lääkäriresurssit rajoittivat optimoinnin toteuttamista joissakin tapauksissa. Kirjallisen ohjeistuksen puute oli laajaa. Tavanomaisin aloite optimointiin oli muutos kansallisissa tai kansainvälisissä suosituksissa. Usein optimointi käynnistyi myös itsearviointin, kollegoiden vinkkien ja EANM:n suositusten perusteella. Yllättävää on, ettei uuden laitteen käyttöönotto välttämättä sisältänyt kuvantamisprotokollien optimointia. Mediaanitaajuudet tutkimusprotokollien muutoksissa olivat munuaisfunktio tutkimuksissa (KA1FN) 2, luuston gammakuvauksissa (NK6AN) 1, yläkehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksissa (JN5DR) 1,5 ja koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksissa (JN6DR) 2 kertaa kymmenessä vuodessa. Kuvanlaadun liiallista heikkenemistä optimoinnin aikana tapahtui harvoin. Toisaalta noin puolessa tapauksista annettu aktiivisuus ja kuvanlaatu eivät muuttuneet.

Optimointiperiaate toteutuu epätydyttävästi. Systemaattisen ja dokumentoidun optimoinnin pitäisi olla tavanomainen käytäntö. Lisäksi kuvausprotokollien optimoinnin pitäisi olla osa laitteen käyttöönottoa. Itsearviointit, ammatillinen ja moniammatillinen yhteistyö sekä EANM:n suositukset tukevat optimointia. Sen toteuttaminen edellyttää kuitenkin riittäviä resursseja.

*Jukka Liukkonen. Optimization in Nuclear Medicine Imaging, Supervision report in health care. STUK-B 251, Helsinki 2020, 14 pp.*

**KEYWORDS:** nuclear medicine, imaging, optimization, radiation practise, health care

## Abstract

Optimization is a basic principle in radiation protection. In this study optimization is considered as a general imaging protocol modification, not as a patient-wise. In this study we investigated the role of optimization in SPECT-CT and PET-CT facilities in Finland. The study focused on nuclear imaging.

A Webropol survey was conducted to all nuclear medicine licensees in Finland.

Answers to the survey were received from all licensees (N=24). According to the answers optimization is a multidisciplinary process. Nuclear medicine physicians and radiologists resources limits frequency of optimization in some hospitals. Absence of written protocols for optimization was reported widely. New national or international guidelines and recommendations are the most common initiative for optimization. In many cases optimization process was originated from self assessment, collegial interaction and EANM recommendations. Surprisingly, commissioning a new scanner did not always lead to optimization. Median optimization frequencies for ten years period for kidney function SPECT, total body bone isotope imaging, upper body PET and whole body PET were 2, 1, 1.5 and 2 respectively. Image quality was the main aim in optimization and it was rarely compromised during optimization in any reported cases. On the other hand approximately in half of the cases activity and image quality were not changed.

Optimization as a basic principle is insufficiently applied. This calls for systematic and documented optimization as a regular practice. We conclude that this would increase optimization frequencies remarkably. Furthermore, as optimization is a basic principle, it should be an integral part of commissioning. Self assessment, collegial interaction and EANM recommendations provide foundation for optimization. Sufficient resources for optimization should be assured.



# Sisällysluettelo

	TIIVISTELMÄ	4
	ABSTRACT	5
1	JOHDANTO	7
2	MENETELMÄT	7
3	TULOKSET	8
	3.1 LAITTEET JA OHJEISTUS	8
4	KUVAUSPROTOKOLLIEN ARVIOINTI JA MUUTOKSET	8
	4.1 OPTIMOINNIN PONTIMET, TUKI JA TAVOITTEET	9
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	10
	LIITE 1 KYSELYN KYSYMYKSET	12

# I Johdanto

Toimintatapojen systemaattista ja dokumentoitua itsearviointia on pidettävä hyvänä käytäntönä kaikessa säteilyn käytössä – myös optimoinnin toteuttamisessa.

Optimointiperiaate on yksi säteilylain määrittelemistä säteilysuojelun peruseriaatteista oikeutus- ja yksilönsuojaperiaatteiden ohella. Sen mukaan lääketieteellinen altistus säteilylle on rajoitettava välttämättömään tarkoitettuun tutkimus- tai hoitotuloksen saavuttamiseksi tai toimenpiteen suorittamiseksi. Säteilyturvakeskuksen (STUK) vuotta 2018 koskevan kyselyn perusteella Suomessa kuvantavia isotooppitutkimuksia tehdään yli 42 000 vuodessa. Erityisesti positroniemissiotomografioiden eli PET-tutkimusten lukumäärä on kasvanut. Kuvantamislaitteiden ja ohjelmistojen kehitys on jatkuvaa. Tästä huolimatta kansallisten ja kansainvälisten selvitysten perusteella kuvantamisessa käytettävien radiolääkkeiden aktiivisuuksissa ei ole tapahtunut suuria muutoksia.

Tämän selvityksen tarkoituksena oli saada selkoa isotooppikuvantamisen optimoinnin käytännöistä protokollatasolla. Tällä tarkoitettiin kuvantamisprotokollien säätämistä tekemällä valintoja annettavan aktiivisuuden, kuvausajan ja kuvanlaadun suhteen. Vaikka isotooppikuvantamiseen liittyy pääsääntöisesti myös tietokonetomografia (TT), jätettiin se selvityksen ulkopuolelle.

## 2 Menetelmät

STUK toimitti maaliskuussa vuonna 2019 kaikille Suomessa isotooppikuvantamista tekeville toiminnanharjoittajille sähköpostitse kyselyn, jolla kartoitettiin optimoinnin toteuttamista protokollatasolla. Esitetyt kysymykset ilmenevät raportin liitteestä yksi. Kysely toteutettiin Webropol-kyselytyökalulla (Webropol Oy, Suomi).

Kyselyssä selvitettiin optimointiin osallistuvia ammattiryhmiä, optimoinnin taajuutta ja tuloksia. Erityisesti tiedusteltiin munuaisfunktio tutkimusten (KA1FN), luuston gammakuvauksen (NK6AN), yläkehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksen (JN5DR) ja koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksen (JN6DR) optimointia. Lisäksi selvitettiin syitä kuvausprotokollien muutoksiin sekä optimointia tukevia lähteitä. Myös optimoinnin tavoitteita kartoitettiin.

Kyselyn tulosten analysointiin ja esittämiseen käytettiin Excel-ohjelmistoa (versio 1908, Microsoft Excel for Office 365 MSO, Microsoft Corporation, yhdysvallat).

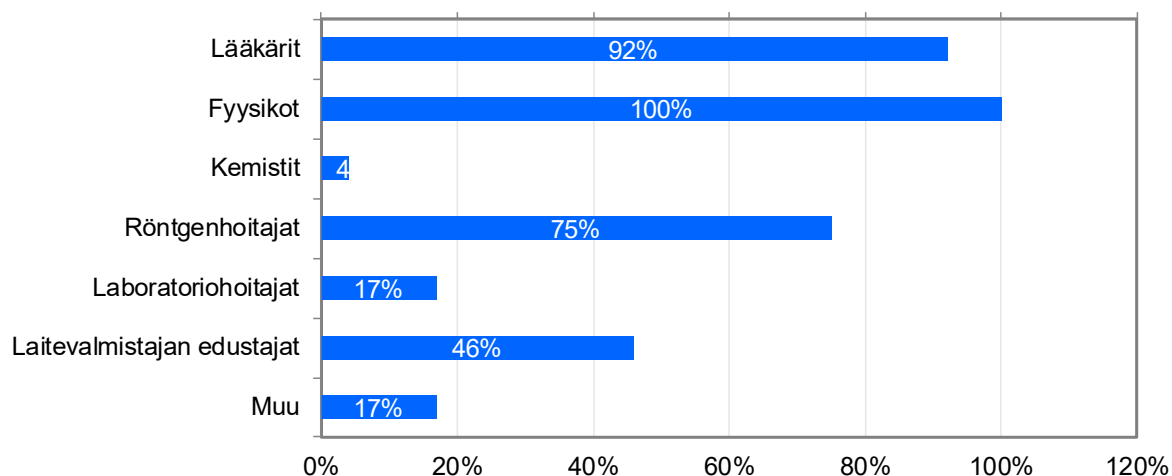
## 3 Tulokset

### 3.1 Laitteet ja ohjeistus

Kaikki kyselyn saaneet säteilyn käyttäjät vastasivat kyselyyn (N=24). SPET-laitteita oli käytössä 23 vastaajalla ja PET-laitteita 14 vastaajalla.

Vain yksi vastaaja ilmoitti käytössä olevan kirjallisen ohjeistuksen systemaattiseen kuvausprotokollien arviointiin. Täydentävistä avoimista vastauksista ilmeni, että kuvausprotokollia arvioidaan mm. osana itsearviointia, yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa ja kuvista saatavan palautteen perusteella.

## 4 Kuvausprotokollien arviointi ja muutokset



**KUVA 1.** Kuvausprotokollien arviointiin ja mahdollisiin päivityksiin osallistuvat ammattiryhmät.

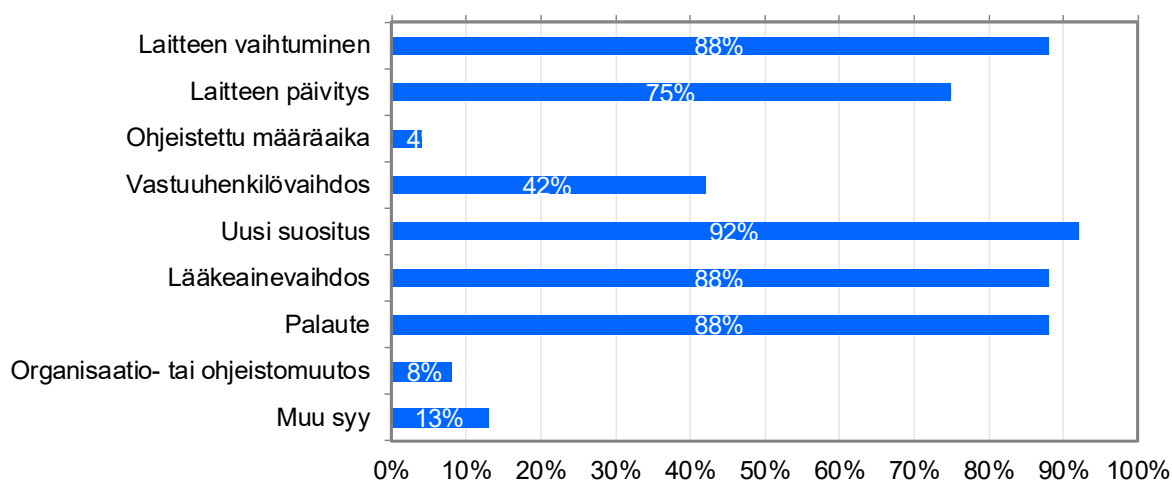
Optimointi oli moniammatillista. Sairaalfyysikot, lääkärit ja röntgenhoitajat olivat eniten kuvausprotokollien arviointiin ja mahdollisiin päivityksiin osallistuvat ammattiryhmät. (Kuva 1)

Yleisimmät syyt kuvausprotokollien muutoksiin olivat: kansallinen tai kansainvälinen uusi suositus (92 %), laitteen vaihtuminen (88 %), lääkeaineen vaihtuminen (88 %) ja saatu palaute (88 %). (Kuva 2)



Viimeisen kymmenen vuoden aikana tutkimusprotokollaa oli muokattu eli muutettu kuvausaikaa, annettua aktiivisuutta tai kuvanlaatua munuaisfunktio tutkimuksissa (KA1FN) 2, luuston gammakuvauksissa (NK6AN) 1, yläkehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksissa (JN5DR) 1,5 ja koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksissa (JN6DR) 2 kertaa. Ilmoitetut taajudet ovat mediaaniarvoja. Viimeisimmäksi muutetut kuvausprotokollat vaihtelivat ja olivat muitakin kuin edellä mainittuja.

Viimeisimmässä muutoksessa aktiivisuus pysyi ennallaan yli puolessa tapauksista (58 %). Aktiivisuus väheni (21 %) tai kasvoi (21 %) harvemmin. Puolessa tapauksista kuvausaika pysyi ennallaan (50 %). Kuvausaika lyheni (25 %) tai kasvoi (25 %) yhtä monessa tapauksessa.



KUVA 2. Syyt kuvausprotokollien muutoksille.

Kuvanlaatu pysyi ennallaan (50 %) tai parani (50 %). Kuvanlaadun tilapäistä liiallista heikentymisestä raportoi tapahtuneen ainakin joskus noin viidennes vastaajista (21 %).

## 4.1 Optimoinnin pontimet, tuki ja tavoitteet

Optimointia tukevat lähteet olivat tärkeysjärjestyksessä: 1. oma havainto, 2. kollega tai naapuriklinikka, 3. EANM, 4. kansainvälinen kirjallisuus tai STUK ja 5. valmisteyhteenveto.

Optimointiin liittyvien väitteiden paikkaansa pitävyyttä arvioitiin taulukon yksi mukaisesti. Taulukossa on esitetty vastausten mediaaniarvot siten, että arvo yksi vastaa vaihtoehtoa "täysin samaa mieltä" ja arvo kymmenen vaihtoehtoa "täysin eri mieltä". Eniten samaa mieltä oltiin väittämän "Henkilökunnan altistuksen arviointi on osa

**TAULUKKO 1.** Optimointiin liittyvien väittämien arviointia. Mediaaniarvot (1 = täysin samaa mieltä, 10 = täysin eri mieltä).

Väittämä	Arvio
Ulkoista painetta/ärsykeitä optimointiin on vähän.	5
Fyysikoilla on riittävästi aikaa optimointiin.	5,5
Lääkäreillä on riittävästi aikaa optimointiin.	7
Toimintaympäristö kannustaa ja on otollinen optimointiin.	5
Jaamme tietoa optimoinnin tuloksistamme aktiivisesti muille toimijoille.	5,5
Henkilökunnan altistuksen arviointi on osa optimointiprosessia.	2,5

optimointiprosessia." kanssa (mediaani 2,5) ja eniten eri mieltä väittämän "Lääkäreillä on riittävästi aikaa optimointiin." kanssa (mediaani 7).

Optimoinnin tavoitteita painotettiin vastauksissa siten, että annettujen painokerrointen mediaanit olivat laiteajan vähentämiselle 2, aktiivisuuden alentamiselle 3 ja kuvanlaadun parantamiselle 4.5. Suurempi painokerroin tarkoitti suurempaa merkitystä. Laiteajan ohella mainittiin myös kuvausajan merkitys potilaalle.

## 5 Johtopäätökset

Tässä kyselyssä pyrittiin selvittämään optimoinnin tilaa protokollatasolla isotooppikuvantamisessa Suomessa. Kysely ei anna kokonaiskuvaa optimointiperiaatteen toteutumisesta esimerkiksi yksittäisten tutkimusten kohdalla. Se luo kuitenkin näkemyksen siitä, milloin ja miten optimointinäkökulmaa sovelletaan kuvausprotokoliin. Tämä voi edesauttaa mahdollisten esteiden voittamista ja yhtenäisten käytäntöjen syntyä.

Kirjallisen ohjeistuksen ja systemaattisen kuvausprotokollien arvioinnin puuttumista on pidettävä valitettavana ja yllättävänä tietona. On ilmeistä, että optimointia kuitenkin jossain määrin tehdään. Sitä koskevien ohjeiden ja dokumentoinnin osalta on kohentamisen tarvetta.

Tulosten perusteella optimointi toteutetaan moniammatillisesti, mikä on hyvä käytäntö. Moniammatillinen optimointi vaatii suunnitelmallisuutta ja resurssien järjestämistä. Tämä voi olla osaltaan syynä optimoinnin alhaisiin taajuuksiin. Raportoituja taajuuksia – keskimäärin yhdestä kahteen kertaa kymmenessä vuodessa – voidaan pitää alhaisina.

Sekä viimeisimmissä kuvantamisprotokollien muutoksissa että optimoinnin tavoitteissa korostuu kuvanlaatu. Sitä arvioitaessa on huomattava, ettei kysymys voi olla yksinomaan laadun parantamisesta, vaan sen varmistamisesta, että kuvanlaatu on tarpeeseen nähden riittävä. Erityisesti on pidettävä mielessä säteilylain määritelmä lääketieteellisen altistuksen

optimoinnista, jolloin lääketieteellinen altistus säteilylle rajoitetaan välttämättömään tarkoitettuun tutkimus- tai hoitotuloksen saavuttamiseksi.

Vuoden 2018 istotooppilääketieteen tutkimusmääriä ja altistusta koskevan kyselyn perusteella radiolääkkeiden annokset ovat Suomessa eurooppalaista keskitasoa. Tavanomaisesti muutokset annettavissa annoksissa tapahtuvat hitaasti. On huomattava, että annoksen alentamiseen optimoitaessa liittyy riski kuvanlaadun liiasta heikkenemisestä.

Huolestuttavaa on, ettei lääkäreillä ole riittävästi aikaa optimointiin, sillä ilman heitä ei optimointia voi tyydyttävästi toteuttaa. Tämä havainto ja muut resurssien puutteesta kielivät havainnot edellyttävät säteilyn käytöstä vastaavilta organisaatioilta päätöksiä riittävien resurssien kohdentamisesta isotooppilääketieteen kuvantamiseen.

Optimointia koskevat erityisesti säteilylain 112 § ja STUKin määräyksen S/4/2019 5 § ja 7 §. STUK valvoo säteilyn käyttöä ja säteilylain noudattamista. Optimointiperiaatteen toteuttaminen on säteilyn käyttöön vaadittavan turvallisuusluvan edellytys.

# Liite I Kyselyn kysymykset

## 1. Kyselyn vastaaja \*

Vastaajan nimi (etunimi, sukunimi) Sairaala

## 2. Käytettävät laitteet \*

- SPET - PET

## 3. Onko yksikössänne käytössä kirjallinen ohjeistus systemaattiseen kuvausprotokollien arviointiin? Vastaamanne vaihtoehdon perään voitte antaa lisätietoja. \*

- Kyllä - Ei

## 4. Mitkä ammattiryhmät osallistuvat kuvausprotokollien arviointiin ja mahdollisiin päivityksiin? \*

- Lääkärit - Fyysikot - Kemistit - Röntgenhoitajat  
- Laboratoriohoitajat - Laitevalmistajan edustajat - Muu, mikä?

## 5. Mistä syistä protokollia muutetaan? \*

- Laitteen vaihtuminen
- Laitteen päivitys (esim. uusi ohjelmistoversio)
- Ohjeistetun määräajan perusteella (esim. vuosittain)
- Vastuuhenkilö vaihtuu (esim. lääkäri tai fyysikko)
- Kansallinen tai kansainvälinen uusi suositus
- Lääkeaine vaihtuu
- Saadun palautteen perusteella
- Organisaation vuoksi tai ohjeistopäivitys
- Muu syy, mikä?

## 6. Mahdollisia lisätietoja edelliseen kysymykseen liittyen.

## 7. Kuinka monta kertaa tutkimusprotokollaa on muokattu (muutettu kuvausaikaa, annettua aktiivisuutta tai kuvanlaatua) viimeisen 10 vuoden aikana seuraavissa tutkimuksissa? Mikäli jotain tutkimusta ei tehdä, niin ne kohdat voi jättää tyhjäksi.

- Munuaisfunktio tutkimus KA1FN
- Luuston gammakuvaus NK6AN
- Yläkehon aineenvaihdunnan PET-TT JN5DR
- Koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT JN6DR

**8. Mitä tutkimusta viimeisin tutkimusprotokollan optimointi koski? Tämä ei ole jatkokysymys kohtaan seitsemän, joten kysymyksessä voi olla mikä tahansa isotooppilääketieteen tutkimus. \***

**9. Mitä viimeisimmässä muutoksessa tapahtui aktiivisuuden osalta? (jatkokysymys kohtaan 8.) \***

- Aktiivisuus pysyi ennallaan - Aktiivisuus väheni - Aktiivisuus kasvoi

**10. Mitä viimeisimmässä muutoksessa tapahtui kuvausajan osalta? (jatkokysymys kohtaan 8.) \***

- Kuvausaika pysyi ennallaan - Kuvausaika lyheni - Kuvausaika piteni

**11. Mitä viimeisimmässä muutoksessa tapahtui kuvanlaadun osalta? (jatkokysymys kohtaan 8.) \***

- Kuvanlaatu pysyi ennallaan - Kuvanlaatu heikkeni - Kuvanlaatu parani

**12. Onko kuvanlaatu koskaan optimoinnin myötä heikentynyt liikaa? \***

- Kyllä. Mikä tutkimus oli kyseessä? - Ei

**13. Asettakaa tärkeysjärjestykseen seuraavat optimointia tukevat lähteet? (1 = tärkein, 6 = ei tärkein) \***

- Oma havainto - Kollega tai naapuriklinikka - STUK - EANM  
- Valmisteyhteenveto - Kansainvälinen kirjallisuus

**14. Arvioi seuraavien väittämien paikkansapitävyyttä? (1 = täysin samaa mieltä, 10 = täysin eri mieltä) \***

- Ulkoista painetta/ärsykeitä optimointiin on vähän.  
- Fyysikoilla on riittävästi aikaa optimointiin.  
- Lääkäreillä on riittävästi aikaa optimointiin.  
- Toimintaympäristö kannustaa ja on otollinen optimointiin.  
- Jaamme tietoa optimoinnin tuloksistamme aktiivisesti muille toimijoille.  
- Henkilökunnan altistuksen arviointi on osa optimointiprosessia.

**15. Painota seuraavia optimoinnin tavoitteita jakamalla niille painokertoimet (yht. 10 pistettä). Mitä suurempi luku sitä merkittävämpi tavoite. \***

- Laitteajan vähentäminen per tutkimus  
- Aktiivisuuden alentaminen per tutkimus  
- Kuvanlaadun parantaminen/lisääminen

**16. Palaute ja mahdolliset lisätiedot.**

# STUK-B sarjan julkaisuja

- STUK-B 251 Liukkonen J. Optimointi isotooppikuvantamisessa.
- STUK-B 250 Helasvuo T (toim.). Kuvantamisessa henkilöön kohdistettu muu kuin lääketieteellinen altistus vuon-na 2017.
- STUK-B 249 Mattila A, Inkinen S (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2019. – Strål-ningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2019. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2019.
- STUK-B 248 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2019.
- STUK-B 247 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2019.
- STUK-B 246 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2019.
- STUK-B 245 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2019.
- STUK-B 244 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2019.
- STUK-B 243 Suutari J. Kuljetettävien läpivalaisulaitteiden käyttö terveydenhuollon päivystysyksiköissä.
- STUK B 242 Ruonala V. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018.
- STUK-B 241 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2019.
- STUK-B 240 Turtiainen T, Ilander T, Mänttari I, Leikoski N, Kurttio P. Talousvesiasetuksen mukainen yhteenveto talousveden radioaktiivisuuden mittaustuloksista 2016–2018.
- STUK-B 239 Pastila R (ed.) Radiation practices. Annual report 2018.
- STUK-B 238 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2019.
- STUK-B 237 Finnish report on nuclear safety. Finnish 8th national report as referred to in Article 5 of the Con-vention on Nuclear Safety.
- STUK-B 236 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2018. – Strålningsöver-vakning av miljön i Finland. Årsrapport 2018. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Re-port 2018.
- STUK-B 235 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2018.
- STUK-B 234 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2018.



B



ISBN 978-952-309-457-4 (pdf)  
ISSN 2243-1896 ISSN 2243-1896

---

**STUK**

**Säteilyturvakeskus  
Strålsäkerhetscentralen  
Radiation and Nuclear Safety Authority**

Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881  
fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)