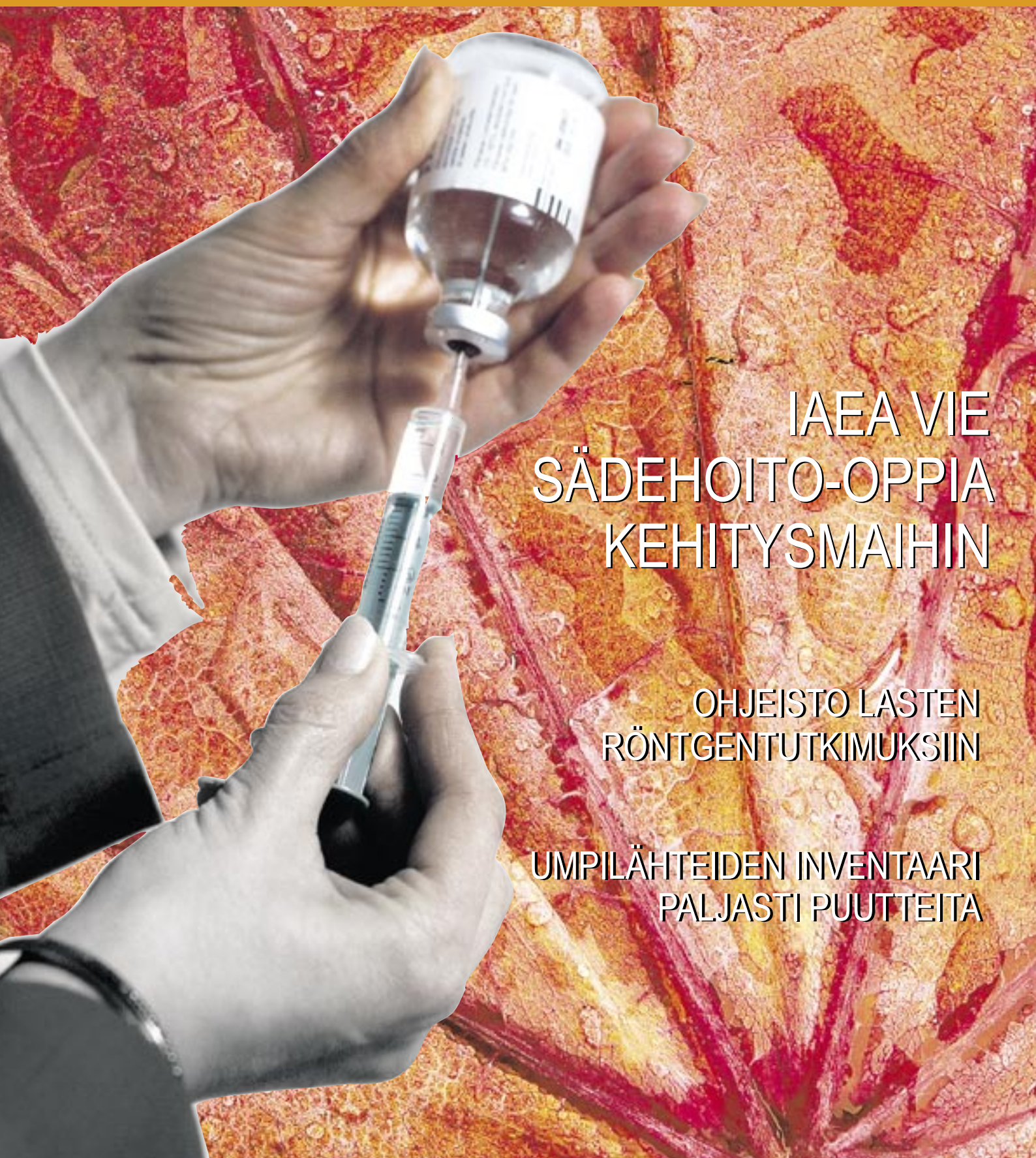


ALARA

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

3 / 2005



IAEA VIE
SÄDEHOITO-OPPIA
KEHITYSMAIHIN

OHJEISTO LASTEN
RÖNTGENTUTKIMUKSIIN

UMPILÄHTEIDEN INVENTAARI
PALJASTI PUUTTEITA

3/2005

Ajankohtaista säteily-
ja ydinturvallisuudesta

14. vuosikerta

Toimitus

Puhelin (09) 7598 8208
Telekopio (09) 755 3738

Päätoimittaja

Wendla Paile
wendla.paile@stuk.fi

Toimitussihteeri

Risto Isaksson
risto.isaksson@stuk.fi

Toimittaja

Leena Hietanen
leena.hietanen@stuk.fi

Postiosoite

PL 14
00881 Helsinki

Julkaisija

Säteilyturvakeskus

Kustantaja

Stellatum Oy
Upseerinkatu 1
02600 Espoo
Puhelin (09) 5421 0100

Tilaukset ja osoitteenmuutokset

Stellatum Oy/Tilaaajapalvelu
puh. (09) 5421 0100
tilaaajapalvelu@stellatum.fi
www.stellatum.fi

Tilaushinnat

Kestotilaus (laskutusväli 6 kk) 20 euroa
Kestotilaus (laskutusväli 12 kk) 36 euroa
Määräaikainen tilaus (12 kk) 41 euroa
Irttonumero 11 euroa
Hinnat ovat voimassa kotimaassa.

ALARA ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Seuraavaan lehteen tarkoitettu aineisto
on toimitettava Säteilyturvakeskuksen
tiedotukseen 15.11.2005. mennessä.
Tilaajarekisterin tietoja voidaan käyttää
suoramarkkinoinnissa.

Taitto

Taina Lassila

Kannen kuvat Futureimagebank,
kuvakollaasi Taina Lassila

Painotyo

Forssan Kirjapaino Oy
Forssa 2004
ISSN 1235-1970

SISÄLTÖ

Pääkirjoitus 3

Atomienenergiajärjestö IAEA:lla
vahva lääketieteellinen rooli 4

Diplomi-insinööriksi STUKlaisittain 8

Potilaan säteilyaltistusta voidaan alentaa selvästi..... 10

Ohjeisto lasten röntgentutkimuksiin..... 12

Säteilyturvakeskuksen uudet julkaisut..... 15

Umpilähteiden inventaari paljasti puutteita 16



STUK valvoo
säteilylähteiden käyttäjiä .. 18

Suomen kaivovesien
radioaktiivisuuspitoisuudet
ovat maailman
korkeimmat..... 20

Uutisia 24

ALARA KITEYTTÄÄ SÄTEILYSUOJELUN PÄÄPERIAATTEET

ALARA – As Low As Reasonably Achievable

Säteilytoiminnasta aiheutuvat yksittäisten ihmisten säteilyannokset, säteilylle altistuvien ihmisten lukumäärä ja poikkeavaan säteilyaltistukseen johtavien tilanteiden todennäköisyydet on pidettävä niin pieninä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista.



www.stuk.fi



Aikakauslehtien liiton jäsenlehti

LAPSET JA SIKIÖT SÄTEILYKEILASSA

Suomessa tehdään lapsille 400 000 röntgentutkimusta vuodessa, suuri osa näistä paikoissa, joissa ei ole helposti käytettävissä lasten radiologian asiantuntemusta. Säteilyturvakeskuksen tuore opas, joka antaa käytännön ohjeita lasten röntgentutkimuksista, on suunnattu erityisesti näiden sairaaloiden ja terveyskeskusten henkilökunnalle. Oppaasta kerrotaan lähemmin tämän lehden sivuilla 13 – 14. Hanke on tärkeä, sillä oppaan avulla pystytään merkittävästi vähentämään suomalaisiin lapsiin kohdistuvaa kollektiivista säteilyannosta.

Suurin osa lasten kuvauksista on natiivikuvia, joista ei aiheudu korkeita säteilyannoksia. Tietokonetomografiakuvaukset sen sijaan aiheuttavat huomattavia annoksia, ja niiden käyttö edellyttää tarkkaa harkintaa. Magneettikuvaus on monesti hyvä, säteetön vaihtoehto, mutta sen käyttöä rajoittaa rajallinen saatavuus. Magneettikuvauksen parempi saatavuus pienentäisikin kollektiiviannosta merkittävästi.

Aivotutkimuksessa magneettikuvaus on ensisijainen. Pikkulapsen aivojen TT-kuvauksesta saattaa absorboitua aivoihin yli sadan milligrayn säteilyannos. On epäilty, että vauvaiässä tällainen annos voisi jo vaikuttaa lievästi myöhempään älylliseen kehitykseen (Hall et al, BMJ 2004). Erityisesti alle kaksivuotiailla on pyrittävä välttämään aivojen TT-kuvausta kokonaan. Akuuttitilanteissa sitä saatetaan kuitenkin joutua käyttämään sen takia että magneettikuvausta ei ole saatavilla.

Pienten tapaturmien yhteydessä ei pidä tehdä pään TT-kuvausta varmuuden vuoksi, jos ei ole selvää kliinistä indikaatiota. Selkeästi tarpeellinen röntgentutkimus on kuitenkin aina oikeutettu. Lapsen riski saada altistuksesta syöpä on pieni, mikä on tärkeää – joskaan ei aivan helppoa – selostaa huolestuneille vanhemmille.

Lasten osalta oikeutuksen harkinta on suoraviivainen, koska säteilyn hyöty ja riski kohdistuvat samaan

henkilöön. Raskaana olevien altistus on erilainen tilanne, jossa pitää huomioida sekä äiti että sikiö. Äidin sairauden vuoksi tehdyssä tutkimuksessa äiti hyötyy, mutta sikiö kantaa osan haitasta.

Lantion alueen tutkimuksia, joista aiheutuu sikiölle merkittäviä annoksia, on kaikissa raskauden vaiheissa vältettävä. On kuitenkin tilanteita, joissa kuvaus on välttämätön. Vakavassa vammassa lapsenkin henki voi olla uhattuna. Toisissa tapauksissa raskaus on saattanut paljastua vasta kuvauksen jälkeen. Tällöin saatetaan vakavasti harkita raskauden keskeytystä kehitysvamman pelossa. Pelko on kuitenkin aiheeton. Sikiövaurion kynnysarvona voidaan käytännössä pitää sataa milligraytä, eikä säteilyannos diagnostisessa altistuksessa koskaan nouse niin korkealle. Jos altistus on tapahtunut, sikiön annos on arvioitava mahdollisimman hyvin ja siitä aiheutuva riski selvitettävä. Käytännössä sikiöllä ei ole diagnostisen altistuksen jälkeen lisääntynyttä kehitysvamman riskiä. Mahdollisuus sairastua lapsuuden-aikaiseen syöpään on jonkin verran lisääntynyt, mutta tätä ei voida pitää syynä raskauden keskeytykseen. Kansainvälinen säteilysuojelukommissio ICRP onkin todennut, että säteilyriskin vuoksi raskauden keskeytys alle sadan milligrayn annoksen jälkeen ei ole oikeutettu (ICRP 84, 2000).

Äidin altistuessa työssään sikiöllä on oikeus saman tason suojaan kuin kenellä tahansa, joka ei ole säteilytyössä, eikä sikiön säteilyannos sen vuoksi saa raskauden toteamisen jälkeen nousta yli yhden millisievertin. Tätä ei pidä tulkita niin, että vähän korkeampi annos olisi sikiön kehitykselle vaarallinen, vaan sillä rajataan myöhemmän satunnaishaitan riskiä. ■

Wendla Paile

Atomienenergiajärjestö IAEA:lla vahva lääketieteellinen rooli

Syövänhoito kuuluu myös kehitysmaille

Kansainvälinen atomienenergiajärjestö IAEA tarttuu tiedotusvälineiden haaviin useimmiten silloin, kun kyseessä ovat kansainväliset sopimukset tai ydinvoimalat. Järjestön Wienin pääkonttorissa tehdään valtava määrä muutakin työtä, kun edistetään ydinenergian ja hiukkastekniikan rauhanomaista käyttöä.

KUVA: SINI SILVÄN

Yksi IAEA:n erikoisasiantuntijoista on ollut Turun yliopiston professori Eeva Salminen. Hänen suomalainen vientituotteen-
sa on osaaminen ravitsemuksessa, syövän-
torjunnassa ja sädehoidossa.

Salminen innostus järjestön työstä on tarttuvaa. Hän vetää esiin ison ”lakanan” organisaatiokaaviota, jotta IAEA:n laaja toimintakenttä hahmottuisi. Salminen tietää kokemuksesta, että on nähtävä hiukan vaivaa, jotta löytää oman paikkansa järjestön sisällä.

OMAN URAN RAKENNUSPALAT LOKSAHTIVAT KOHDALLEEN

– Se oli muutama vuosi sitten kesällä, kun luin ulkoministeriön avoimet työpaikat-ilmoituksia, Salminen muistelee. Ilmoituksessa tarjottiin paikkaa sädehoidon asiantuntijalle.

Pääsyvaatimusten kohdalla saattoi todeta bingo! Kaikki mitä Salminen oli tehnyt urallaan ja elämässään, oli ikään kuin valmistanut juuri tuohon tehtävään. Niin tutkimustyö ja väitöskirja sädehoidosta, perehtyminen syöpäpotilaiden ravitsemukseen kuin kliininen hoitotyö ja opetustehtävät Turun yliopistollisessa keskussairaalassa.

– En kuitenkaan saanut sitä paikkaa, mutta sitten minulle soitettiin, että tulisin-ko asiantuntijaksi.

Asiantuntijatehtävät IAEA:ssa ovat Eeva Salmisen mukaan yhdellä sanalla palvelua. Tähän ”palvelu-ammattiin” häntä on valmistanut koko ura hoitotyössä, tutkijana ja opettajana. - Oppilailta olen oppinut sen, että minä olen se, jonka täytyy saada heidät innostumaan ja ymmärtämään.



Salminen myöntää, ettei tiennyt IAEA:sta siinä vaiheessa juuri matti meikäläistä enempää. Julkisuudessa harvemmin nousevat esiin järjestön satsaukset terveydenhuoltoon. Salminen kiittääkin oitis Säteilyturvakeskuksen asiantuntijoita ja erityisesti Hannu Järvistä tärkeästä taustatuesta, jolla hän pääsi sisälle IAEA:n maailmaan.

POSITIIVISTA AIVOVUOTOA KEHITYSMAIDEN SUUNTAAN

IAEA:n toimintatapana ovat kansainväliset projektit, joiden kautta edistetään esimerkiksi syövän sädehoidon tasoa ja turvallisuutta kansainvälisesti. Lähtökoh-
tana voi olla rakentaa koko hoitokäytäntö
nollatilanteesta tai parantaa hoidon tekni-



Eeva Salminen taustalla seuraa, kun röntgenhoitajat Päivi Lepistö, Minna Telén sekä Teemu Kukko valvovat sädehoitoa monitorien kautta Turun yliopistollisen keskussairaalan uudessa T-sairaalassa.

siä valmiuksia ja osaamista. Hankkeissa kehitysmaat saavat asiantuntijatuen huipumailta.

– On tärkeää saada maahan paitsi tasokas sädehoitoyksikkö myös koulutettu henkilökunta.

IAEA:n tutkimushankkeiden kautta seurataan hoitokäytäntöjä ja tulosten perusteella voidaan vaikuttaa hoidon tasoon eri maissa.

– Tällaisella tutkimuksella voidaan seurata esimerkiksi sädehoitokäytäntöjä. Juuri nyt käynnistetään tutkimusta rintasyövän hoidosta.

IAEA:n koulutusprojekteihin liittyy aiuvuodon riski myös negatiivisessa mielessä. Pula koulutetusta hoitohenkilökunnasta on kansainvälinen. Näin rikkaammat maat ovat helposti houkuttelemassa projekteissa koulutettua väkeä pois kehitysmaista.

ASIAANTUNTIJAN VALTTINA NÖYRÄ ASENNE

– Ensimmäiseksi tehtäväkseni sain suunnitella sädehoitoyksikön maahan, jossa lähdettiin nollatilanteesta. Silloin lähtökohdat ovat erilaiset kuin jos suunnittelisi sädehoitoyksikköä Naantaliin, Salminen vertaa.

Hän tietää kehitysyhteistyön ongelmal-

liset kuopat, kirjaimellisestikin. Afrikasta löytyy suomalaisvoimin rakennettuja kaimoja, joita ei ole osattu korjata. Kun lähdetään suunnittelemaan teknisesti monin verroin vaativampaa sädehoitoa, on oltava nöyrä ja muistettava edetä maltillisesti, portaattain. Samaan tapaan kuin sädehoito on aikanaan kehittynyt Suomessakin.

Esimerkkinä Salminen mainitsee sädehoidossa aikanaan käytetyn kobolttikoneen.

– Suomessa kobolttikoneita ei ole enää yhtään, niitä ei tarvita, kun käytössä on uudempia laitteita, jotka sisältävät enemmän tekniikkaa. Hoidossa kobolttikoneella voidaan kuitenkin päästä samaan lopputulokseen.

Maassa, jossa esimerkiksi sähkön saanti ei ole luotettavaa, kobolttikone toimii paremmin, sen huolto on helpompaa ja yksinkertaisempaa.

– Hoidon suunnittelun täytyy silti olla yhtä korkealla tarkkuustasolla kuin täällä, Salminen tähdentää.

SÄDEHOITO ON OSATEKIJÖIDEN SUMMA

Sädehoito on tiimityötä, jossa tarvitaan, lääkärin, fyysikon ja muun hoitohenkilökunnan panos. Ja tässä heikoin lenkki on

ratkaiseva. Loistavakaan lääkäri ei takaa hyvää lopputulosta, jos hoitoa suorittavaa henkilökuntaa ei ole koulutettu riittävästi.

– Koulutus on äärimmäisen tärkeää.

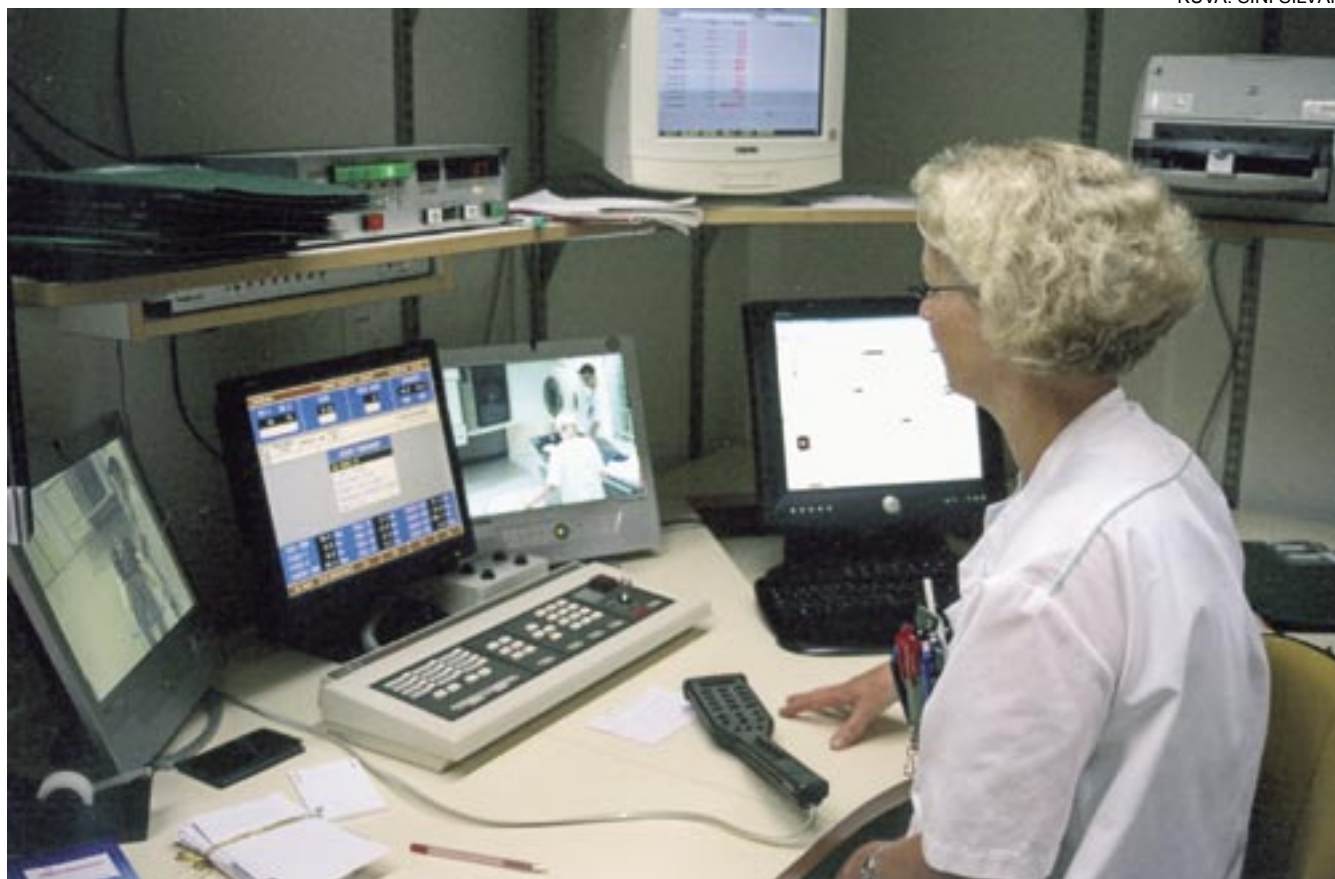
Ongelmia on edessä, jos ei ymmärretä sädehoitoannoksen koon, jaksotuksen ja oikean kohdentamisen merkitystä. Silloin osa syövästä voi jäädä hoitamatta. Sädehoidolla on hyvin kapea terapeuttilinen alue. Hoidon sivuvaikutuksia ei kannata lähteä välttelemään liian pienellä sädeannoksella, joka ei tehoa syöpäsoluihin. Liian suuri sädeannos voi olla taas hengenvaarallinen.

Hoito voi olla hankalaa ja ongelmallista myös kulttuurisista. Naispotilas ei ehkä

”Etiopiassa yksi sädehoidon kobolttikone / 60 miljoonaa ihmistä

Nicaraguassa yksi sädehoitokone / 5,4 miljoonaa ihmistä

Euroopassa yksi sädehoitokone / 100 000 - 200 000 ihmistä”



Kun potilas saa sädehoitoa, röntgenhoitaja Päivi Lepistö voi seurata hoitoa turvallisesti.

voi tai halua riisua itseään mieshoitajan nähden. Hoitoa annetaan vaatteiden läpi ”sinne päin”.

– Kun hoidettaisiin edes puolen sentin tarkkuudella, kun meillä tehdään töitä millimetrin tarkasti.

Asiantuntijoilta, jotka suunnittelevat kehitysprojekteja ja tutkimushankkeita tarvitaan myös neuvottelutaitoa. Ja ymmärrystä siitä, ettei vastapuoli tiedä välttämättä syövän hoidosta juuri mitään.

Salminen kertoo esimerkkinä kehitysmaasta, joka esitti vaatimuksen siitä, että ”tarvitsemme PET-keskuksen”. Tarkan syöpädiagnoosin tekevästä PET-laitteesta kuitenkin tuskin on hyötyä, jos maasta puuttuu koko hoitoketju, sädehoitokoneet ja muu sairaanhoitojärjestelmä keskuksen toiminnan tueksi.

– Kohdemaan on satsattava itsekkin myös taloudellisesti, jotta hankkeeseen myös sitoudutaan.

KEHITYSMAAT MATKALLA KEHITTYNEIKSI MAIKSI

Miksi sitten viedään sädehoitoa kehitysmaihin, joilla on ongelmia jo peruster-

veydenhuollossa.

– Olen itsekkin tätä miettinyt. Kehitysmaatkaan eivät aio jäädä nykyiselle tasolle vaan menevät eteenpäin.

Ja huoli syövästä on aiheellinen. Kansainvälisen syöpätilastojärjestön IARC:n ennuste syöpätautien kehityksestä on Sal-

misen mukaan järkyttävä. Sen mukaan seuraavien kymmenen vuoden aikana maailmassa löydetään 15 miljoonaa uutta syöpätapausta joka vuosi. Näistä yhdeksän miljoonaa kehitysmaissa, joissa valmiudet syövänhoitoon ovat puutteelliset tai puuttuvat kokonaan. ■

IAEA profiilikuvassa

- Noin 2200 työntekijää
- Pääjohtaja Mohamed ElBaradei
- Pääkonttori Wienissä, Itävallassa
- 138 jäsenmaata
- Tavoitteena edistää ydinenergian rauhanomaista käyttöä
- Atomienenergian käytön turvallisuus
- Säteilyturvallisuuden edistäminen
- Radioaktiivisten lähteiden valvonta
- Ydinteknologian sovellukset
- Sädehoidon käyttö- ja sovellukset
- Ruoka ja maanviljely
- Ympäristön hyvinvointi, meritutkimus
- Kehitysyhteistyö
- Informaatio ja tekniikkapalvelut
- Suomen rahoitusosuus noin 900 000 euroa/vuosi
- Suomen panoksena myös osaavat ammattilaiset, kuten STUK:n asiantuntijat ja merkittävän nimityksen saanut osastonjohtaja Olli Heinonen

KANSAINVÄLINEN TYÖ VASTA ALUILLAAN

Eeva Salmisen työrupeama Wienissä on jo tällä kertaa ohi, mutta kansainvälinen työ itää. Yksi matkalipuista maailmalle on osallistua audittoijana sädehoitoketjun kokonaisvaltaiseen laadun arvioimiseen. Salminen oli mukana tässä IAEA:n Quattro-projektissa jo alkutaipaleella ja järjestämässä kansainvälisten huippujen auditointikoulutusta. Nyt hän jatkaa työtä käytännön tasolla. Siinä koulutettu ryhmä: lääkäri, fyysikko ja hoitaja seuraa sädehoitoyksikön toimintaa hoitosuunnitelmista käytännön toteutukseen ja laitehuoltoon viikon ajan. Auditointiraportissa annetaan suosituksia ja huomautuksia tarpeen mukaan.

Salmisen mielenkiinnon kohteena on myös edelleen syöpäpotilaan ravitsemuksen ja hoidon välinen yhteys. Hän pistää panoksensa kansainväliseen hankkeeseen, jossa Suomesta ovat mukana Turun ja Kuopion yliopistot. Tutkimuksen polttopisteenä on homemyrky, aflatoksiini.

– Sitä on kaikkialla ravinnossa, äidinmaidossakin.

Maksasyöpää aiheuttavaa aflatoksiinia muodostuu väistämättä ruokaan tietyissä olosuhteissa, esimerkiksi kun vilja homehtuu tietyllä tavalla. Suomessa sen määrä on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi Kiinassa, jossa maksasyöpä kuuluu yleisempiin syöpiin. Kiinan ohella hankkeessa on mukana Egypti.

– Kuulostaa eksoottiselta, Salmi-
nen nauraa. Hänelle kansainvälinen tutkimusyhteistyö ja sen kautta syntyneet ihmiskontaktit ovat kuitenkin työssä erityisen tärkeitä. Hankkeet ja tutkimus menevät eteenpäin juuri kansainvälisen moniammatillisen yhteispelin voimin. ■

Professori Eeva Salminen on juuri päättänyt pestinsä Kansainvälisen atomienergiajärjestö IAEA:n asiantuntijana Wienissä, Itävallassa. Yhteistyö jatkuu edelleen esimerkiksi sädehoitoyksiköiden audittoijan roolissa.



Selvitys säteilyaltistuksesta luun mineraalipitoisuuden mittauksessa

Potilaan säteilyaltistusta voidaan alentaa selvästi

Osteoporoosi eli luukato on yleisin luun aineenvaihdunnallinen häiriö ja suurin luun murtumariskiä lisäävä tekijä. Osteoporoottinen murtuma on yleisin niissä luissa, jotka sisältävät eniten huokoista hohkaluuta eli kyynärvarressa, ranteessa, selkänikamassa ja lonkassa.

Luun mineraalipitoisuus on toistaiseksi ainoa osteoporoosin määritelmään kuuluva tekijä, jota voidaan konkreettisesti mitata. Kyseinen mineraalipitoisuus selittää 80–90 prosenttia luun lujuusominaisuuksista ja on luotettavasti mitattavissa oleva murtumaa hyvin ennustava tekijä siinä kohdassa, jossa mittaus on tehty.

Tavallinen röntgenkuvaus ei kuitenkaan sovellu osteoporoosin tutkimiseen, sillä vasta yli 35 prosentin lasku mineraalipitoisuudessa näkyy röntgenkuvassa. Mineraalipitoisuuden mittaaminen perustuukin yleisimmin kahden spektriltään erilaisen röntgensäteilyn tuottamiseen ja niiden vaimenemisen mittaamiseen röntgensäteilyn lävistäessä mittauskohteen.

ENSIMMÄINEN LAAJA TUTKIMUS AIHEESTA

Kattavaa tutkimusta erilaisista luun mineraalipitoisuuden mittalaitteista ja mitausten aiheuttamasta säteilyaltistuksesta potilaille ei ole Suomessa aiemmin tehty. Niinpä potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa päätettiin selvittää mittaamalla 17:n Suomessa käytettävän mittalaitteen potilaalle aiheuttama säteilyaltistus tavallisimmissa tutkimuskohdissa (lanneranka, reisiluun kaula ja käsivarsi).

Mittaukset tehtiin ilman potilasta ja fantomia ionisaatiokammion ja annosmittarin avulla vapaassa säteilykeilassa. Saadut ilmakehän- ja ilmaan absorboituneet annokset muutettiin Monte Carlo-annoslaskentaohjelman avulla efektiiviseksi annokseksi, jolloin potilaan säteily-

altistusta eri tavoin tehdyissä mittauksissa voitiin verrata toisiinsa.

TULOKSENA MITTAUSKOHDAN MINERAALIPITOISUUS

Luun mineraalipitoisuus voidaan määrittää joko sentraalisesta eli aksiaalisesta luustosta tai perifeerisestä luustosta. Sentraalisen luuston mineraalipitoisuus mitataan useimmiten lannerangasta tai reisiluun kaulasta. Perifeerisen luuston mineraalipitoisuus voidaan sen sijaan mitata esim. kantaluusta, ranteesta, sormista, sääriluusta tai kyynärvarresta. Luun mineraalipitoisuutta voidaan tutkia edellisten lisäksi myös koko kehosta.

Luun mineraalipitoisuudella tarkoitetaan tässä pinta-alatiheyttä (bone mineral density, [BMD] = g/cm²) ja luun mineraalitiheydellä todellista mineraalitiheyttä (g/cm³). Osteoporoosin diagnoosin voi tehdä ennen murtumaa ainoastaan osoittamalla luun mineraalipitoisuuden vähentyneen joko sentraalisesta tai perifeerisestä luustosta. Luun mineraalipitoisuus kehon eri osissa vaihtelee ja siksi mittaustulos kertoo luun mineraalipitoisuuden ainoastaan mittauskohdassa. Mikäli siis halutaan ennustaa nimenomaan murtumariskiä lonkassa, luun mineraalipitoisuus täytyy mitata reisiluun kaulasta.

Luun mineraalipitoisuus määritetään yleisimmin ns. DXA-laitteella (Dual energy X-ray Absorptiometry), jota joskus kutsutaan myös DEXA-laitteeksi. DXA-laitteet ovat olleet kliinisessä käytössä 1980-luvun lopulta asti. DXA-laitteiden toiminta perustuu kahden spektriltään erilaisen röntgensäteilyn tuottamiseen ja niiden vaimenemisen mittaamiseen röntgensäteilyn lävistäessä mittauskohteen.

Mittauslaitteiston tarkempaan valintaan vaikuttaa mitattava kohta. Niinpä sentraalisen luuston yleisimpiin ionisoivaa säteilyä käyttäviin mittausmenetelmiin

kuuluvat kaksienenerginen röntgenabsorptiometria (DXA) ja kvantitatiivinen tietokonetomografia (QCT). Perifeeristä luuta mitataan perifeerisellä kaksienenergisellä röntgenabsorptiometria- (pDXA-), perifeerisellä kvantitatiivisella tietokonetomografia- (pQCT-) ja röntgenabsorptiometrialaitteella (RA).

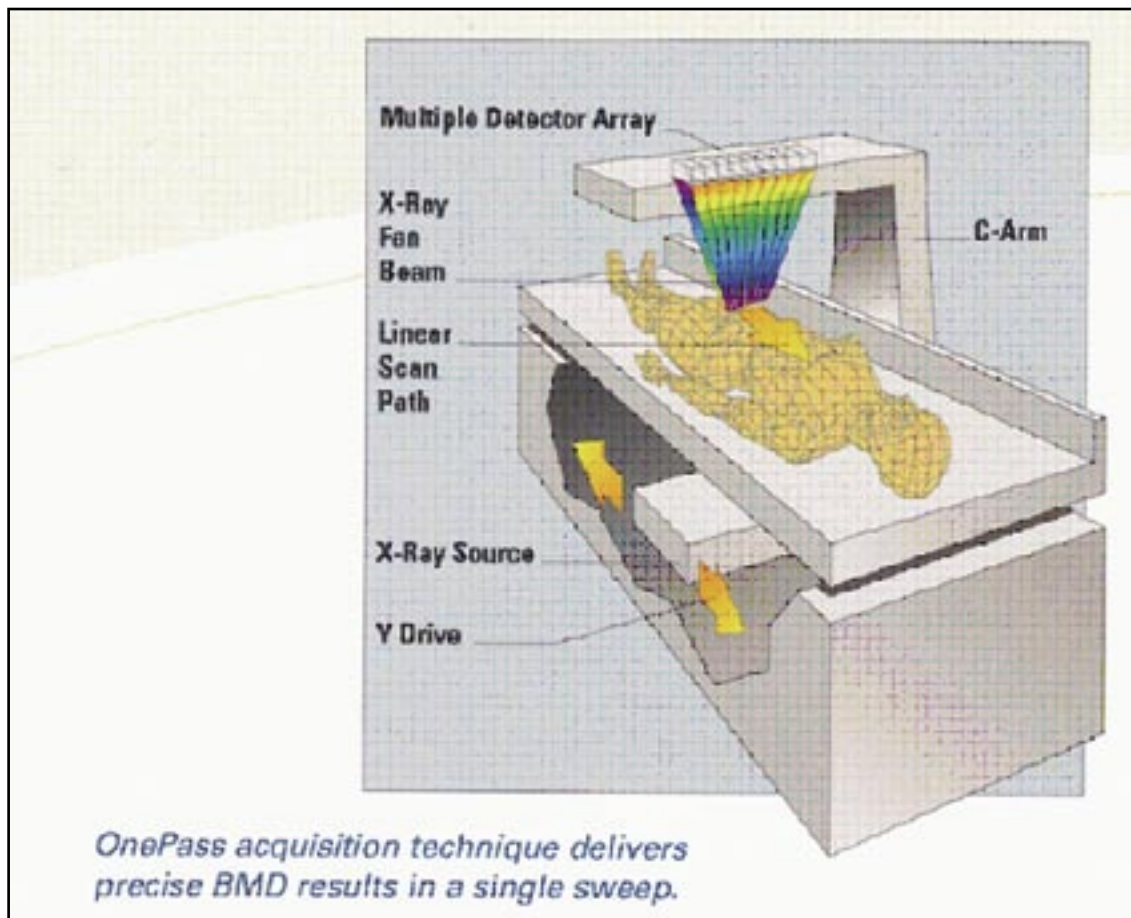
OIKEILLA MENETELMILLÄ ALTISTUS PIENENEÄ

Säteilyn käytöstä aiheutuva potilaan säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin kohtuudella on mahdollista (säteilynsuojelun optimointiperiaate) ja säteilyn käytöstä saatavan hyödyn on oltava suurempi kuin siitä aiheutuvan haitan (säteilynsuojelun oikeutusperiaate). Jokaisen tutkimuksen oikeutuksen arvioi lähettävä lääkäri.

Luun mineraalipitoisuuden mittauksissa potilasannoksia voidaan pienentää vähentämällä turhien mitattavien luuston kohtien määrää ja varmistamalla, että mittaus onnistuu ensimmäisellä kerralla eikä uusintamittauksia tarvita. Tähän vaikuttaa mm. potilaan oikea sijoittaminen tutkimuksen aikana ja oikean tutkimusalueen valinta.

Potilaan säteilyaltistusta luun mineraalipitoisuuden mittauksissa voidaan pienentää myös valitsemalla tutkimusalue mahdollisimman pieneksi. Käytetty röntgenputken jännite, mittaussvirta, suodatus ja kollimointi vaikuttavat myös omalta osaltaan potilaan säteilyaltistukseen. Näitä arvoja laitteen käyttäjä pääsee kuitenkin vain harvoin muokkaamaan, sillä luun mineraalipitoisuuden mittalaitteiden tutkimusohjelmat ovat usein valmiiksi määritettyjä ja vain huoltohenkilöstöllä on mahdollisuus muuttaa niitä.

Myös potilaan ruumiinrakenteeseen tulisi kiinnittää huomiota luun mineraalipitoisuuden mittauksia suunniteltaessa, sillä kun tutkimus tehdään reisiluun kaulasta tai



Yleiskuva DXA-laitteesta. Röntgenputki sijaitsee potilaan alapuolella ja ilmaisinsrivi potilaan yläpuolella. (Hologic, 1999.)

lannerikamista, erityisesti lantion paksuudella on merkitystä. Useimmissa luun mineraalipitoisuuden mittalaitteissa on mahdollisuus valita erikokoisille potilaille eri tutkimusparametrit. Näitä ei kuitenkaan ole käytössä kaikissa tutkimuspaikoissa.

Mikäli tukeville ja hoikille on olemassa oma tutkimusohjelmansa, laitetta käyttävän tulisi varmistaa, ettei liian hoikkaa (normaalivartaloista) tutkita tukevien ohjelmalla. Tällöin potilaan tutkimuksesta saama säteilyaltistus kasvaa tarpeettomasti (tukevien ohjelmassa mittausaika ja annos ovat liki kaksinkertaisia normaali-ohjelmaan verrattuna). Hoikkavartaloi- sille suunniteltu mittausohjelma sen sijaan laskee potilaan säteilyaltistusta, sillä useimmissa laitteissa hoikkien ohjelmassa käytetty virta on pienempi kuin normaali- vartaloisten tai tukevien mittausohjelmassa. Laitteen pyyhkäisy nopeus saattaa myös olla erisuuruinen riippuen valitusta mittausohjelmasta.

SELVITYS OSOITTI SUURIA VAIHTELUJA ALTISTUKSISSA

Muutamilla yksittäisillä laitteilla Suomessa aiemmin tehdyissä annosmäärityksissä luun mineraalipitoisuuden mittaauksista potilaalle aiheutuneet pinta-annokset ovat olleet enintään 0,3 mGy ja efektiiviset annokset enintään joitakin kymmeniä mikrosievertejä (μSv) yhden alueen mittausta kohti. Nyt tehtyjen mittausten lasketut efektiiviset annokset eri sentraalisen luuston DXA-laitteiden välillä vaihtelivat reisiluun kaulan ja toisen lannerangan tutkimuksissa 0,1–44,5 μSv välillä. Tapauksissa, joissa potilaalta tutkitaan lannerangan mineraalipitoisuuden lisäksi kummankin reisiluun kaulan mineraalipitoisuus, efektiivinen annos vaihteli välillä 0,9–77,5 μSv . Perifeerisen luuston mineraalipitoisuuden mittalaitteiden efektiiviset annokset taas vaihtelivat 0,01–0,5 μSv välillä.

Tavallisista röntgentutkimuksista aiheutuva tyypillinen efektiivinen annos esimerkiksi keuhkojen PA-kuvassa on 25 μSv ja yksittäisen poskihampaan röntgenkuvauksessa 4 μSv . Monissa muissa tavallisissa tutkimuksissa potilaan annokset ovat paljon suurempia, esimerkiksi pään alueen ja keuhkojen TT-kuvauksissa 1,5 mSv ja 5,1 mSv vastaavasti.

Laitteiden toimintatapojen, säteilylää- tuerojen ja käytössä olevien erilaisten mittausohjelmien takia potilaat saavat eri valmistajien laitteilla tehdyissä luun mineraalipitoisuuden mittaauksissa selkeästi erisuuruisia säteilyaltistuksia. Altistusta voidaan kuitenkin alentaa joissakin tapauksissa jopa kolmanneksella, mikäli tutkimuksia optimoidaan ja kuvattavien tutkimuskohteiden määrää vähennetään nykyisestä. ■

Diplomi-insinööriksi STUKlaisittain

STUKiin ja samalla säteilyturva-alaan käy vuosittain tutustumassa noin 30 harjoittelijaa. Ylempään korkeakoulututkintoon johtavia lopputöitä talossa tehdään kahdesta kolmeen vuosittain. Tänä vuonna STUKin ohjauksessa valmistui muun muassa Siiri-Maria Aaloksen diplomityö.

Kesäkuun seitsemäntenä päivänä 2005 kello puoli kolmelta Siiri-Maria Aallos napautti viimein tietokoneensa kiinni ja kiiruhti ulos STUKin toimitalosta Roihupellosta. Tuntia myöhemmin hänen valmis diplomityönsä putkahti ulos kirjapainosta ja juuri sopivasti ennen Teknillisen korkeakoulun kanslian sulkeutumista varttia yli neljä, oli diplomityö ”Potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa” jätetty arvioitavaksi.

Seuraavana päivänä tuleva diplomi-insinööri istui lentokoneessa nenä kohti Napoliä. Reilun kahdeksan kuukauden ahkeran tiedon keruun ja analysoinnin, monen mittausreissun ja erityisesti viimeisten viikkojen yötä myöten pusertamisen jälkeen oli viimein aika hengähtää helpotuksesta. Päättötodistus ojennettaisiin vajaan kahden viikon päästä ja työn tavoite täyttyi sisällöllisestikin.

”Lopputyöaiheeni, potilaan säteilyaltistus luun mineraalipitoisuuden mittauksissa, oli lähtökohtaisesti selkeästi rajattu. Niinpä tiesin lähes alusta alkaen, mitä tehdä ja miten edetä ja työstä saatiin myös kohtalaisen selkeät tulokset”, Siiri-Maria summaa. Tulokset kertovat, että esimerkiksi tietokonetomografiatutkimuksiin verrattuna luun mineraalipitoisuuden mittauksista potilaalle aiheutuva säteilyaltistus on pieni. Se ei kuitenkaan ole täysin mitätön, joten potilaiden luuston haurastumista tutkittaessa on aina arvioitava tarkasti toimenpiteiden tarpeellisuus ja vältettävä turhia mittauksia.

TAKANA KAHDEKSAN KUUKAUDEN PROJEKTI

Teknillisessä korkeakoulussa elektroniikkaa, mittaustekniikkaa ja lääketieteellistä

tekniikkaa opiskellut Siiri-Maria sai alun perin tutultaan vinkin, että Säteilyturvakeskus voisi innostua hänen diplomityösuunnitelmistaan.

”Vihjeestä rohkaistuneena soitin vuosi sitten elokuussa toimistopäällikkö Ritva Parkkiselle STUKiin ja sanoin, että haluaisin tehdä diplomityön teille. Parin viikon kuluttua Ritva pirautti takaisin kysyäkseen, olisinko kiinnostunut tutkimaan potilaiden altistumista säteilylle luun mineraalipitoisuuden mittauksissa”, Siiri-Maria muistelee.

Diplomityön aiheen haku loppui siihen. Syyskuun lopussa STUK oli jo löytänyt tutkimukselle rahoituksen ja uudelle tutkijalleen oman työhuoneen Roihupellosta.

Omasta huoneesta Siiri-Maria myöntääkin olevansa todella hyvillään. Moni saattaisi pitää pitkien käytävien varsilta avautuvien yhden hengen pikkuhuoneiden helminauhaa vähintäänkin vanhentuneena tilaratkaisuna, mutta Siiri-Maria ottaa oman tilan suomen työrauhan kiitollisena vastaan. ”Lopputyön tekeminen vaati keskittymistä, joten oli tosi hyvä, että pystyin sulkemaan toisten puhelinkeskustelut ja muut hälyt oveni ulkopuolelle.”

Keskittymistä edesauttoi myös se, ettei Siiri-Marialle kasattu hänen oman tutkimuksensa päälle muita tehtäviä eikä velvoitteita. ”Osallistuin toki erilaisiin osastoni ja toimistoni palaveriin sekä moniin koulutustilaisuuksiin, mutta muuten sain rauhassa paneutua lopputyöhöni”, hän selvittää.

Entä löytyikö työrauhan kääntöpuolelta yksin uurastamista? Siiri-Marian mukaan ei liikaa vaan lähityöpiiristä sai aina tarpeen tullen tukea ja apua. Osastolla oli hänen lisäksi muutamia muitakin tuoreita

kasvoja, joiden kanssa uuden työntekijän ihmetykset oli helppo jakaa. Löytyipä kulman takaa toinen lopputyöntekijäkin. ”Tutkimusaiheemme olivat kyllä melko erilaisia, mutta aina välillä, kun epäusko iski, oli helpottavaa, että sai pätkäillä aineistopulmia ja muita harmejä yhdessä”,

Siiri-Maria huokaa näin jälkeensä.

Siiri-Marian ensimmäiset kahdeksan kuukautta STUKissa eivät kuitenkaan kuuluneet vain oman huoneen rauhassa uurrastaen, vaan mittausmatkat muodostivat olennaisen osan lopputyöurakkaa. Niinpä nuori tutkija kulki talven aikana lukuisissa sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja lääkärirasemilla mittaamassa potilaan säteilyaltistusta, jota luun mineraalipitoisuuden arviointiin käytettävät laitteet aiheuttavat. Mittaukset olivat erityisen kiinnostavia, koska vaikka laitteet, joilla luun mineraalipitoisuutta selvitetään, on tähänkin asti aina tarkastettu niiden käyttöä yhteydessä, ei mittauksen aiheuttamaa säteilyaltistusta ole aiemmin testattu näin laajasti.

”Muuten mittausmatkojakaan minun ei tarvinnut tehdä yksin, vaan pääsin reissuille yleensä yhdessä tarkastajamme Raimo Turkan kanssa. Raimo teki muun muassa röntgenlaitteiden käyttöönottotarkastuksia ja minä siinä samalla omia mittauksiani”, Siiri-Maria vielä huomauttaa.

Kaiken kaikkiaan Siiri-Maria kiittelee STUKissa nimenomaan kollegoidensa monipuolisuutta. ”STUK on kiva työpaikka, sillä täällä ihmiset edustavat monia erilaisia aloja. Olisi rasittavaa työskennellä vain insinöörimiesten kanssa”, hän nauruskelee ja vanhana TKK:laisena varmasti tietää, mistä puhuu.

SELKEÄÄ JOSKIN HIEMAN JÄHMEÄÄ

Kysyttäessä kommentteja lopputyön tekemisestä STUKissa on tyytyväisestä vastavalmistuneesta vaikea saada irti mitään kriittistä. Lopulta sentään edes pientä huomautettavaa löytyy. ”STUK on hyvin organisoitu, täällä on selkeät osastot ja



Siiri-Maria Aallos selvitti STUKille tekemässään diplomityössä, että luun mineraalipitoisuuden mittauksessa potilaan saamaa säteilyannosta voidaan oikeilla työmenetelmillä pienentää selvästi.

yksiköt, joilla on keskenään hyvinkin erilaisia tehtäväkenttiä. Hyvä puoli tässä on se, että jokaisella on oma selvä vastuualueensa. Toisaalta selkeät tehtävärajaukset ja rutiinit taas tuovat mukanaan jonkinasteisen jähmeyden. Uusi työntekijä saattaa huomata, että on hieman hankalaa yrittää rikkoa rajoja ja tehdä asioita uudella tavalla”, Siiri-Maria pohtii.

Selkeät tehtävä- ja osastorajat vaikuttavat varmasti osaltaan myös siihen, että vaikka Siiri-Maria on löytänyt omasta ryhmästään samanhenkisiä ihmisiä, ovat tilaisuudet tutustua talon muihin työntekijöihin, esimerkiksi yhteisten projektien kautta, jääneet vähiin. ”En kyllä ole myöskään osallistunut talon harrastustoimintaan, mutta sentään ulkoilupäivissä, pikkujouluissa ja

vastaavissa yhteisissä tilaisuuksissa olen käynyt. Niissä on paitsi oppinut tuntemaan omaa ryhmäänsä paremmin, myös saanut edes mahdollisuuden törmätä talon muihin nuoriin.”

TEKNIKKAA IN ITALIANO

Talon ulkopuolista harrastustoimintaa Siiri-Maria sen sijaan on haalinut itselleen sitäkin enemmän. ”Matkustan, tykkään kielistä, luen, laitan ruokaa, kuuntelen musiikkia, pyöräilen ja erityisesti kesäisin tulee uitua”, hän luetlee. Siiri-Maria kulkee työmatkansakin Etu-Töölöstä Roihupeltoon lähes päivittäin pyörällä. ”Aikaa siihen kuluu vähän reilu puoli tun-

tia suuntaansa eli itse asiassa melkein vähemmän kuin bussien tai metrojen kanssa sompaillessa.”

Lieneekö puolestaan ruuanlaittoharrastus vaikuttanut, mutta kielistä Siiri-Maria on innostunut erityisesti italiasta. ”Luin italiaa yliopiston kielikeskuksessa, kun kerran ilmaiseksi pystyin. Se oli myös todella hyvää vastapainoa teknisille opinnoille”, hän selittää hieman insinöörielle epätyypillistä valintaansa ja paljastaa, että on harrastuksesta ollut opinnoille hyötyäkin. Kesälomakohde Napoli ei nimittäin ole Siiri-Marialle uusi tuttavuus, vaan kaupungissa on vierähtänyt myös viisi kuukautta vaihto-opiskelijana.

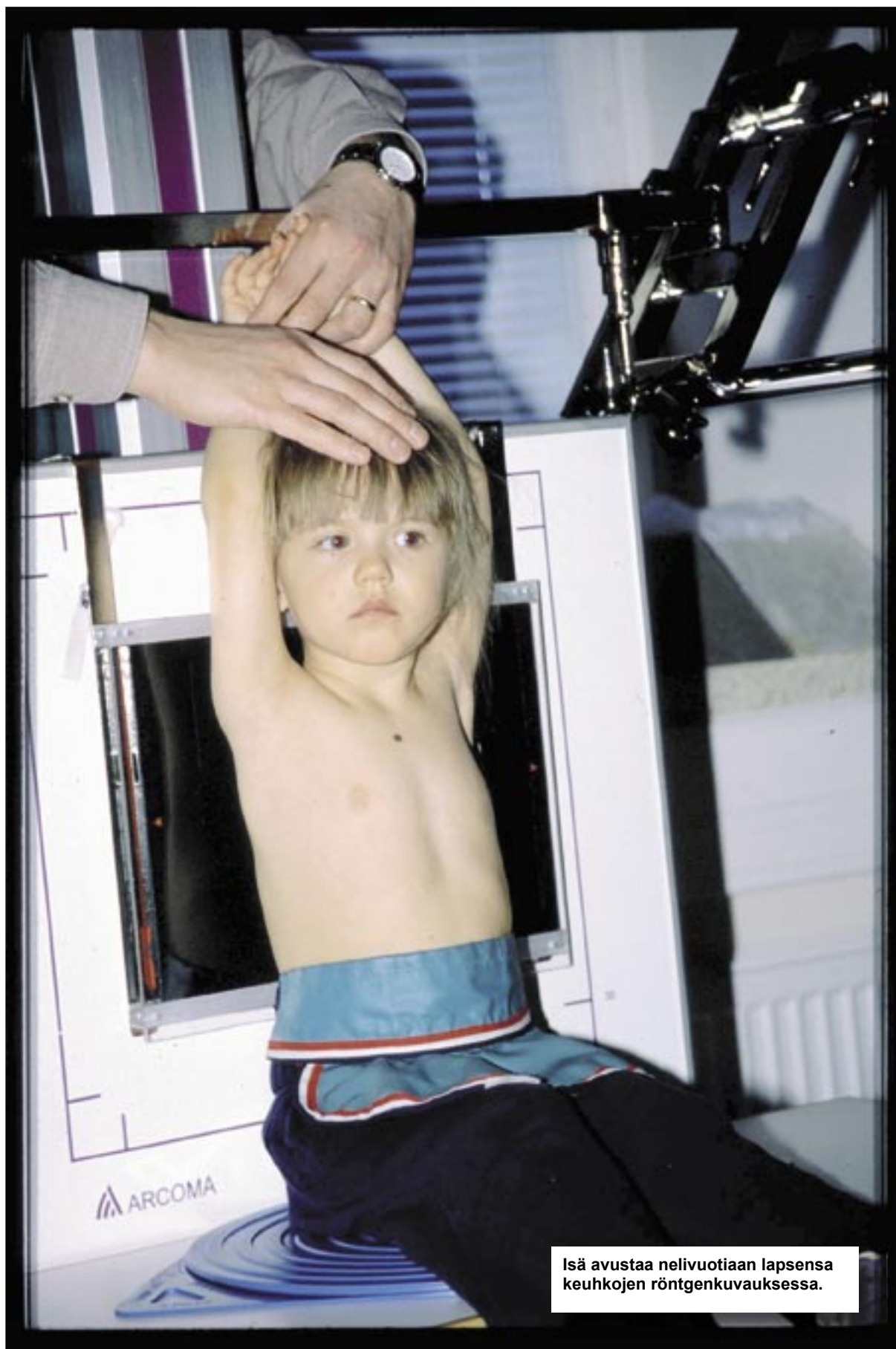
Sopivan vaihtokaupungin etsinnässä kriteereinä olivat hyvin yksinkertaisesti hyvä ruoka, ranta lähellä ja lämmin sää talvellakin. Kun italian alkeet olivat jo takataskussa, valikoitui kohteeksi Napoli. ”Viiden kuukauden aikana opin todella paljon, erityisesti italialaisista ja italian kielestä, sillä opiskelijoiden joukossa ei ollut yhtään muuta ulkomaalaista”, Siiri-Maria hymähtää kesäisen Napoli-reissun tuoma päivetys yhä kasvoillaan.

EDESSÄ 40 VUODEN URAKKA

Kun keskustelu kääntyy tulevaan, käväisee työuraansa aloittelevan diplomi-insinöörin katseessa hieman ahdistunut häivähähdys. ”Joo, ajatus siitä, että edessä on nyt 40 vuotta tätä työntekoa ahdistaa kyllä vähän”, hän myöntää. ”Kun aloitin opinnot, tavoitteenani oli valmistua neljässä vuodessa. Onneksi tajusin ajoissa, että se olisi ollut ihan hölmöä. Täytyy ehtiä myös nauttia elämästä, nyt! Miksi olisin kiirehtinyt antoisan elämänvaiheen ohi hirveällä kiireellä vain ehtiäkseni olemaan mukana työelämässä vieläkin kauemmin”, Siiri-Maria pyörittelee päätään itselleen.

Työskentely nimenomaan STUKissa ei ilmeisesti kuitenkaan ahdistu, sillä Siiri-Maria mielellään jatkaisi talossa valmistumisensa jälkeenkin. ”Kesällä pääsin täällä jo oikeiden töiden makuun, kun diplomi-työvelvoitteiden väistyttyä osallistuin sädehoidon, tietokonetomografialaitteiden ja röntgenkeskusten tarkastusten tekemiseen. Lisäksi tarkastin lisää noita luun mineraalipitoisuuden mittalaitteita, sillä yhä useammat lääkäriasemat ja sairaalat hankkivat niitä.”

”Jatkossa tehtäväni muuttuvat kyllä aika lailla, sillä siirryin lokakuun alussa valvomaan säteilylähteiden kauppaa ja työpaikkojen radonvalvontaa teollisuuden puolelle”, Siiri-Maria vielä paljastaa tuoreimpia kuulumisiaan. ■



Ohjeisto lasten röntgentutkimuksiin

Suomessa tehdään vuosittain noin 4,2 miljoonaa röntgentutkimusta, joista lähes joka kymmenes koskee lapsipotilaita. Röntgentutkimukset ovatkin sisäilman radonsäteilyn jälkeen suurin elinympäristön säteilyaltistuksen lähde Suomessa ja ne aiheuttavat noin 15 prosenttia väestön kokonaisaltistuksesta.

Lasten kudokset ovat aikuisten kudoksia herkempiä säteilylle. Lasten röntgentutkimuksissa on täten erityisen tärkeää varmistaa, että pieni potilas saa myös mahdollisimman pienen säteilyannoksen. Edistääkseen lapsipotilaiden säteilyturvallisuutta Säteilyturvakeskus julkaisee syksyn aikana oppaan säteilysuojauksesta ja kuvauskäytännöistä lasten röntgentutkimuksissa.

STUK tiedottaa -sarjassa julkaistava opas on tarkoitettu käytännön avuksi valittaessa optimaalista tutkimustekniikkaa erityisesti lapsipotilas huomioon ottaen. Julkaisu täydentää ja ajanmukaistaa EU:n vuonna 1996 julkaisemia lasten röntgentutkimusten laatukriteerejä.

Opas on suunnattu erityisesti niiden sairaaloiden ja terveyskeskusten henkilökunnille, joilla ei ole lasten radiologian asiantuntemusta helposti käytettävissään. Kohderyhmä on varsin laaja, sillä noin 60 prosenttia lasten röntgenkuvauksista tehdään terveyskeskuksissa, aluesairaalossa tai yksityislaitoksissa; paikoissa, jotka eivät ole erityisesti perehtyneitä lasten kuvauksiin ja joissa ei välttämättä ole jokapäiväistä kokemusta lapsipotilaista.

ALARA-PERIAATE PÄTEE MYÖS RÖNTGENTUTKIMUKSISSA

Muun muassa vaihteleva laitekanta, kova työtahti, tiedon puute ja kokemattomuus

lapsipotilaiden käsittelyssä on johtanut siihen, että tällä hetkellä lasten röntgentutkimuksia tehdään eri laitoksissa hyvin eri tavoin. Toisiaan vastaavissakin tutkimuksissa potilaiden saamat säteilyannokset voivat siten vaihdella merkittävästi ja esimerkiksi joissakin läpivalaisututkimuksissa annosvaihtelut voivat olla jopa satakertaisia.

Koska pienikin säteilyaltistus lisää riskiä satunnaisiin säteilyvaurioihin, on röntgentutkimuksessa potilaan säteilyaltistus rajoitettava siihen määrään, jota pidetään välttämättömänä tutkimuksen suorittamisen kannalta ALARA (As Low As Reasonable Achievable) -periaatteen mukaisesti.

Lääketieteellistä säteilyn käyttöä koskevat säädökset painottavat nimenomaan lapsipotilaiden erityisasemaa röntgentutkimuksissa säteilysuojelun kannalta.

LAPSET OVAT AIKUISIA HERKEMPIÄ SÄTEILYLLE

Lapsipotilaiden katsotaan olevan aikuisia selvästi sädeherkempiä. Herkkyys lisääntyy sitä mukaan, mitä nuorempi lapsi on ja tytöt ovat vielä herkempiä säteilylle kuin pojat. Lapsipotilaat ovat aikuisia pienikokoisempia, jolloin kohde-elimet ovat aina lähempänä ja oman kehon antama suoja on vähäisempi.

Lapsena säteilylle altistetun ihmisen elinaikaisriski sairastua syöpään jossain elämänsä vaiheessa on noin 2–3-kertainen muuhun väestöön verrattuna. Toisaalta lapsen pienempi koko voi olla myös etu. Kuvantamiseen tarvittava säteilytys jää vähäisemmäksi ja haitallinen sekundaarisäteily pienenee.

MALTITIA KUVAUSSARVOIHIN

Oppaan mukaan erityisesti nopeasti kehittyvät kuvaustekniikat, kuten tietokonetomografia ja digitaalinen kuvantaminen, saattavat lisätä potilaan säteilyaltistusta huomattavasti kuvanlaadun parantamisen myötä.

TT-kuvauksessa laitteita käytetään enenevässä määrin erikoistutkimuksiin, kun halutaan tarkkoja kolmeulotteisia esityksiä. Herääkin kysymys, maltetaanko kuvan laadun suhteen pysyä kohtuudessa. Kuvausarvot tulisi aina räätälöidä ottaen huomioon potilaan erityispiirteet, kuten ikä, koko ja sukupuoli. Erityisesti lasten kuvauksissa tulisi käyttää pienempiä kuvausarvoja kuin aikuisten.

Optimaalisten kuvausarvojen määrittäminen onkin yksi yleisimmistä ongelmista lasten kuvantamisessa. STUKin tuleva opas sisältää siksi kattavan otoksen ohjeellisia kuvausarvoja tyypillisimmille lasten röntgentutkimuksille. ”On kuitenkin



Vastasyntyneen keuhkojen
röntgenkuvaus.

KUVA: TEUVO PARVIAINEN

kin huomattava, että kuvausarvot ovat aina laitekohtaisia, eikä oppaassa esiteltyjä arvoja suositella käytettäväksi ilman tapauskohtaista harkintaa”, painottaa ohjeiden laadinnassa mukana ollut tarkastaja Timo Kiljunen.

HYVÄLLÄ SUUNNITTELULLA PIENEMPIÄ ALTISTUKSIA

Kuvausarvojen huolellinen määrittäminen on hyvin tärkeä osa onnistunutta lapsen röntgentutkimusta, mutta muun muassa lastenradiologian erikoislääkäri Raija Seuri Kuopion yliopistollisesta keskussairaalasta on todennut Alarankin sivuilla, ettei pelkkien ”oikeiden kuvausarvojen” tietäminen riitä käytännön lastenradiologiassa.

Hän korostaa, kuinka myös laitteistoon, henkilökunnan kokemukseen sekä itse tutkimustilanteeseen liittyvät asiat vaikuttavat kuvauksen onnistumiseen ja lapsen saamaan säderasitukseen.

Myös STUKin tuleva ohjeistus huomauttaa, että esimerkiksi eri suojavarusteet tulee huoltaa ja tarkistaa säännöllisesti. Oppaan mukaan toimivuuden takaa toistuva mittauskäytäntö ja poikkeavuuksien aktiivinen korjaaminen. Samoin tutkimusyksikön asenteilla on suuri merkitys.

On hyvä muistaa, että vaikka radiologinen diagnostiikka aiheuttaa säderasitusta, on se tärkeä osa lapsipotilaankin hoitoa ja vaikuttaa ennusteen paranemiseen muun muassa traumaissa ja syöpäsairauksien hoidossa. Oppaan sanoin onnistunut lap-

seen kohdistuva kuvantaminen edellyttää kuitenkin aina ammattimaista lähestymistapaa, lapsen sekä vanhempien ja tutkimusavustajan informointia, rauhallista ilmapiiriä sekä ennen kaikkea työvaiheiden huolellista suunnittelua. ■

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN UUDET JULKAISUT

OHJEET

ST 1.1

Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet

ST 1.1

Säkerhetsgrunder för strålningsverksamhet

ST 12.4

Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa

ST 12.4

Strålsäkerhet vid flygverksamhet

YVL 2.2

Transient and accident analyses for justification of technical solutions at nuclear power plants

YVL 2.5

The commissioning of a nuclear power plant

YVL 3.1

Ydinlaitosten painesäiliöt

YVL 4.2

Steel structures for nuclear facilities

YVL 8.3

Keski- ja matala-aktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ydinvoimalaitoksessa

YVL 8.3

Treatment and storage of low and intermediate level waste at a nuclear power plant

TUTKIMUSRAPORTIT

STUK-A210

Research Activities of STUK 2000 - 2004
Salomaa S., Ikäheimonen T. K. (toim.)

STUK-B-STO 57

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2004
Rantanen E.

STUK-B-TKO 6

Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2004.
Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2004.
Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2004.
Mustonen R. (toim.)

STUK-B-YTO 240

Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 1/2005
Tossavainen K. (toim.)

STUK-B-YTO 241

Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2004
Tossavainen K. (toim.)

STUK-STO-TR 2

RtgSuojaus – Röntgenhuoneen säteilysuojaustarpeen arviointiin käytettävä tietokoneohjelma
Tapiovaara M.

STUK-YTO-TR 213

Geophysical radar method for safeguards application at Olkiluoto spent fuel disposal site in Finland
Saksa P., Heikkinen E., Lehtimäki T.

STUK-YTO-TR 214

Laskentamalli PKL-koelaitteiston pienen vuotoon kokeen simuloimiseksi APROS-ohjelmistolla
Junninen P.

KATSAUKSET

Ionisoimaton säteily ja ihminen

Säteilyturvakeskuksen julkaisut ovat sähköisessä muodossa STUKin kotisivuilla osoitteessa

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/



Säteilyn käyttäjien ja STUKin välistä tiedonvaihtoa edistetään muun muassa Teollisuuden säteilyturvallisuuspäivillä. Seuraavan kerran päivät järjestetään vuoden 2006 syksyllä.

EERO OKSANEN

Umpilähteiden inventaari paljasti puutteita

Viime vuosina on suomalaisista teollisuus- ja tutkimuslaitoksista kadonnut muutamia säteilylähteitä. Joissakin tapauksissa on käynyt ilmi, että lähteistä huolehtiva vastaava johtaja ei ole useaan vuoteen tiennyt, missä lähde sijaitsee.

Tapaukset herättivät STUKissa huolen siitä, olisiko säteilylähteitä kadoksissa enemmänkin. Tilanteen selvittämiseksi lähetettiin vuoden 2005 alkupuolella umpilähteiden haltijoille teollisuus- ja tut-

kimuslaitoksiin kysely, jossa pyydettiin tarkistamaan kaikkien säteilylähteiden olemassaolo. Pahimmat aavistukset lukuisista kadonneista lähteistä eivät onneksi toteutuneet, mutta kaksi aktiivisuudeltaan

pienehköä umpilähdettä todettiin kuitenkin kadonneeksi. Kysely poiki lisäksi muun muassa luvan haltijan nimen ja vastaavan johtajan muutoksia turvallisuuslupiin.

KYSELY KAIKILLE LUVANHALTJOILLE

Inventaarikyselyn mukana lähetettiin luetelo niistä umpilähteistä, jotka oli merkitty kyseisen luvan haltijan turvallisuuslupaan. Vastajia pyydettiin tarkistamaan, että kyseiset umpilähteet ovat asianmukaisissa käyttöpaikoissaan. Kysely lähetettiin kai-



Käytöstä poistetut umpilähteet on toimitettava takaisin valmistajalle tai STUKin kautta jätevarastoon.

kille teollisuuden ja tutkimuksen alojen yrityksille ja organisaatioille, joilla tiedettiin STUKin luparekisterin perusteella olevan umpilähteitä. Näitä luvanhaltijoita on Suomessa noin 600.

UŠEAMPI VASTUULLINEN KUIN LÄHDE KATEISSA

Kaksi säteilylähdettä todettiin kadonneeksi. Yliopiston tutkimuskäytöstä kadonneen amerikiium-lähteen aktiivisuus oli 60 MBq. Sama määrä amerikiiumia on noin 1500 palovaroittimessa. Säteilylähde oli koteloitu tiiviiseen metallivaippaan, joten itse radioaktiivista ainetta ei pääsisi kosketelemaan särkemättä koko laitetta. Amerikiiumin pienienerginen gammasäteily ei myöskään olisi havaittavissa laitteen ulkopuolella. Toista kadonnutta lähdetä käytettiin teollisuusyrityksessä mittareiden tarkistukseen. Cs-137 lähde oli aktiivisuudeltaan vähäinen, 366 kBq. Vastaavia säteilylähteitä käytetään koulujen fysiikan opetuksessa demonstraatioissa ja harjoituksissa.

Kumpikaan kadonneista säteilylähteistä ei aiheuttaisi erityistä vaaraa niitä käsitteleville henkilöille. Lähteiden käyttäjiltä on joka tapauksessa pyydetty selvitykset katoamisista ja niistä toimista, joilla jatkossa estetään säteilylähteiden katoaminen.

Umpilähde

”Umpilähde on säteilylähde, jossa radioaktiivinen aine on suljettu kapseliin tai päällystetty siten, ettei ainetta voi kosketella ja ettei se leviä niissä käyttöolosuhteissa, joihin säteilylähde on suunniteltu. Umpilähteitä käytetään monissa säteilyyn perustuvissa mittalaitteissa (radiometrisissä laitteissa), esimerkiksi rajakytkimissä, tiheysmittareissa ja hihnavaa’oissa. Umpilähde on sijoitettu säteilyä vaimentavaan suojukseen, jonka aukosta säteily pääsee suunnattuna keilana kohti ilmaisinta tai mitattavaa materiaalia.”

Säteilyturvakeskuksen ST-ohje 5.1

Kahden edellä mainitun kadonneen lähteen lisäksi on yhden lähteen sijaintipaikka vielä epäselvä. Kyseessä on teollisuuden mittauksissa käytettävä hihnavaaka. Laite on melko suurikokoinen, joten mahdollisuudet sen paikallistamiseen ovat parem-

mat kuin pienehköillä tutkimuslähteillä.

Yllättävän moni turvallisuusluvan haltija ilmoitti muista lupaun liittyvistä muutoksista kuin kadonneista lähteistä. Huolestuttavaa oli, että vastaavia johtajia oli kadoksissa enemmän kuin säteilylähteitä. Jos vastaava johtaja on poistunut yrityksen palveluksesta, eikä uutta ole nimitetty tilalle, on todennäköistä, että seuraavaksi häviävät säteilylähteetkin. Myös muutamia uusia säteilylähteitä löytyi, koska niistä ei oltu tehty hankintavaiheessa ilmoitusta STUKille.

PIENISTÄKIN MUUTOKSISTA TEHTÄVÄ ILMOITUS

Vastausten perusteella tehtiin lisäksi useita vähäisempiä täydennyksiä tai muutoksia turvallisuusluvuissa oleviin tietoihin. Näitä olivat esimerkiksi osoitteiden muutokset ja säteilylähteiden virheellisten valmistusnumeroiden korjaaminen. STUK kehottaa kaikkia luvanhaltijoita ilmoittamaan pienistäkin muutoksista STUKille, vaikka toiminta ei oleellisesti muuttuisikaan. Perinteisen puhelimen, faksin ja kirjeen lisäksi esimerkiksi osoitteen muutokset voi tehdä myös sähköpostilla, ja varsinaisiin luvan muutoshakemuksiin, esimerkiksi uuden säteilylähteen hankkimiseen, tarvittavat lomakkeet ovat saatavissa STUKin verkkosivuilta.

Inventaarikyselyn perusteella on selvää, että kaikki luvanhaltijat eivät muista huolehtia lakisääteisistä ilmoitusvelvollisuuksistaan silloin, kun säteilyn käytössä tapahtuu muutoksia. Myös käyttäjien omissa inventaareissa näyttää olevan parantamisen varaa. Näitä johtopäätöksiä ei pidä yleistää kaikkiin säteilyn käyttäjiin. Suuri enemmistö hoitaa velvoitteensa ajallaan ja toiminta täyttää muutenkin säteilyturvallisuusvaatimukset.

Säteilylähteen katoaminen on aina vakava asia, vaikka lähde olisi aktiivisuudeltaan vähäinen. Katoamistapaukset saattavat olla merkki huonoista toimintatavoista ja turvallisuuskulttuurin puutteesta. Toisaalta olisi suorastaan ihme, jos Suomen yli 6000 umpilähteestä ei koskaan katoaisi yhtään. On tunnustettava, että kömmähdyksiä voi tapahtua. Mutta niiden esiintyminen ei saa olla peruste leväperäiselle toiminnalle. Säteilylähteen katoamiset on pyrittävä estämään enna-

kolta hyvin suunnitelluilla ja toteutetuilla turvallisuusjärjestelyillä.

STUK KYSELEE JA MUISTUTTAA JATKOSSAKIN

Radikaali valvonnan kiristäminen ei näyttäisi kyselyssä saatujen tietojen perusteella olevan tarpeen. Joitakin säteilyturvallisuutta edistäviä toimia on inventaari-kyselynkin perusteella silti syytä harkita. Vastaava kysely tullaan ilmeisesti tekemään aika ajoin, ei kuitenkaan välttämättä joka vuosi eikä yhtä laajana. Lisäksi tarkastusten yhteydessä pyritään varmistamaan, että luvan haltijoilla on riittävät menetelytavat ajantasaisen lähdekirjanpidon ylläpitämiseksi.

Aktiivisella tiedottamisella voidaan toivottavasti muistuttaa luvan haltijoita tekemään kaikki tarvittavat ilmoitukset STUKille ajallaan. Teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen ja kaupan alan toimi-

joille on äskettäin avattu oma sähköposti-osoite teollisuus@stuk.fi. Sinne voi jättää oman sähköpostiosoitteensa, jos haluaa saada muutaman kerran vuodessa tietoa ajankohtaisista säteilyturvallisuusasioista. Osoitteeseen voi myös lähettää lupa- tai muihin asioihin liittyviä kysymyksiä.

Korkea-aktiivisia umpilähteitä koskeva EU-direktiivi on toimeenpantava vuoden 2005 loppuun mennessä, ja se tuo mukanaan muutoksia säteilylakiin ja -asetukseen. Aktiivisuudeltaan suurimpien umpilähteiden valvonta tulee joiltakin osin tiukentumaan. Lakiin tulee muun muassa nykyistä tarkemmat kirjanpito- ja inventaari vaatimukset näiden säteilylähteiden haltijoille. Täsmällisemmät kirjanpito vaatimukset tulevat koskemaan kaikkia säteilylähteitä riippumatta niiden aktiivisuudesta. ■

Kirjoittaja Eero Oksanen on Säteilyn käyttöteollisuudessa -toimiston päällikkö STUKissa.

EERO OKSANEN

STUK valvoo säteilylähteiden käyttäjiä

Säteilylähteiden hallussapito edellyttää turvallisuyslupaa ja Säteilyturvakeskus pitää rekisteriä kaikista luvan haltijoista. Yhtenä rekisterin osana ovat käytössä olevat tai varastoidut säteilylähteet. Lisäksi säteilyn käyttöpaikoille tehdään määrävälein tarkastuksia.

Säteilylähteiden käyttö tarkastetaan yleensä viiden vuoden välein ja järeimmät käyttöpaikat 2–3 vuoden välein. Yhtenä tarkastuksen osana on varmistaa, että kaikki turvallisuusturvapöytämerkit ovat tallessa ilmoitetuissa käyttöpaikoissaan. Erityistä huomiota kiinnitetään radioaktiivisiin lähteisiin,

koska niiden joutuminen kontrollin ulkopuolelle voi aiheuttaa vaaraa asiasta tietämättömille sivullisille henkilöille.

LUVAN HALTIJA HUOLEHTII LÄHTEISTÄÄN

Turvallisuusturvapöytämerkit ovat yksikä-

sitteisesti vastuussa hallussaan olevista säteilylähteistä. Luvan haltijan on myös ilmoitettava viivytyksettä STUKille, jos säteilyn käytössä tapahtuu muutoksia. Kaikista uusista ja käytöstä poistetuista säteilylähteistä on siis tehtävä ilmoitus. On selvää, että lain vaatimat ilmoitukset tai STUKin määräaikaistarkastukset eivät estä säteilylähteiden katoamista. Vain luvan haltijan omilla aktiivisilla toimenpiteillä voidaan vaikuttaa siihen, että säteilylähteet pysyvät tallessa. Oleellisia keinoja ovat ajantasainen kirjanpito lähteistä ja määrävälein tehtävä inventaari tai muu säännöllinen tarkistus.

Parhaiten säteilylähteiden huolenpito onnistuu sellaisen laatu-järjestelmän avulla, joka sisältää lähteiden turvallista

käsittelyä ja tallessa pysymistä tukevia toimia. Rutiininomaisten inventaarien lisäksi on tietysti syytä huolehtia henkilökunnan riittävästä kouluttamisesta ja turvallisuuskulttuurin edistämisestä niin, että kaikki työntekijät päivittäisessä työssään edistävät lähteiden turvallista käyttöä koko niiden elinkaaren ajan.

... VAI HUOLEHTIIKO?

Valitettavasti säteilylähteitä joskus katoaa, vaikka niiden käyttö ja valvonta on Suomessa kansainvälisesti verrattuna hyvällä mallilla. Parhaimmat laatu- ja turvallisuusjärjestelmät eivät täysin estä lähteiden hukkaan joutumista. Yhdessä tapauksessa säteilylähde katosi tehtaasta, jonka laatu- ja turvallisuusjärjestelmät olivat kerrassaan esimerkillisiä. Isoissa laitoksissa riskitekijöinä voivat olla useiden osastojen ja yksiköiden tai ulkopuolisten organisaatioiden yhtäaikainen toimimi-

nen samoissa paikoissa. Tällaisissa työympäristöissä on töiden organisoinnissa ja valvonnassa otettava huomioon myös säteilylähteisiin liittyvät vaarat.

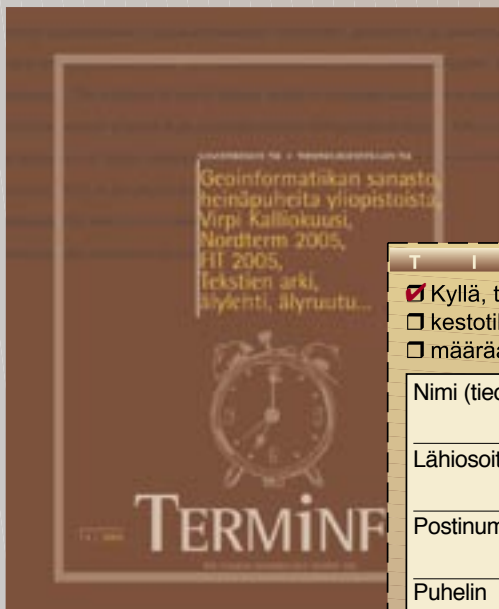
Potentiaalisia säteilylähteiden kadottajia voivat olla myös pienet yritykset. Niissä ei välttämättä ole kattavia laatu- ja järjestelmiä, eikä säteilylähteiden turvalliseen käyttöön ole olemassa kovin suuria resursseja. Säteilyn käytöstä huolehtiva vastaava johtaja hoitaa usein monia muitakin tehtäviä. Tyypillistä on, että säteilylähteiden käyttö on hyvin pieni osa koko yrityksen toiminnasta tai niitä käytetään harvoin. Onneksi radioaktiivisten aineiden määrä ja aktiivisuudet ovat yleensä pieniä silloin, kun niiden käyttökin on vähäistä. Aktiivisuudeltaan pienen säteilylähteen kadottaminen ei kuitenkaan ole hyväksyttävää sillä perusteella, että se voisi aiheuttaa vain vähäistä vaaraa asiattomissa käsissä.

Kolmantena riskiryhmänä on – vali-

tettavasti – mainittava tutkimuslaitokset. Säteilylähteisiin liittyvää asiantuntemusta on useimmiten käytettävissä enemmän kuin riittävästi, mutta lähteiden tallessa pitoon liittyvät järjestelmälliset laatuomenteet kuten inventaarit eivät aina ole tutkimusyhteisössä suosittuja. Voi olisiko niin, että parhaimmilla asiantuntijoilla on taipumus suhtautua säteilyn käyttöä koskeviin vaatimuksiin väheksyvästi. Suutarin lapsilla ei ole kenkiä.

Säteilylähteitä käyttävät usein myös määräaikaiset tai tilapäiset tutkijat, eikä tutkija välttämättä ole kiinnostunut lähteen kohtalosta sen jälkeen, kun sitä ei enää tarvita työkaluna projektissa. Käyttöpaikan vastaavan johtajan rooli korostuu, kun henkilöstö vaihtuu usein. Jos käytössä ei ole koko toimintaa kattavaa laatu- ja järjestelmää, olisi vähintäänkin ajantasainen kirjanpito lähteistä välttämätöntä. Saataisiin suutarin lapsillekin kengät. ■

Teetkö työtä ammattikielen parissa?



Terminfo julkaisee artikkeleita, joissa käsitellään erikoiskieliä ja niissä käytettävää termistöä. Terminfon avulla saat tietoa tekniikan ja muiden erikoisalojen sanastohankkeista, opinnäytetöistä ja tutkimusprojekteista.

**Minisanastojen lisäksi Terminfossa annetaan suosituksia ajankoh-
taisten tai muuten ongelmallisten termien käytöstä. Lehden julkaisija
on Tekniikan Sanastokeskus.**

TILAUKSET:

- www.stellatum.fi
- puh. (09) 5421 0100
- tilaajapalvelu@stellatum.fi

T I L A U S K O R T T I	
☒ Kyllä, tilaan Terminfo -lehden neljä numeroa vuodessa ☐ kestotilaus (laskutusväli 12 kuukautta) 35 € ☐ määräaikainen (12 kuukautta) 39 €	
Nimi (tiedot mielellään tekstaamalla) _____ Lähiosoite _____ Postinumero ja -toimipaikka _____ Puhelin _____ Sähköpostiosoite _____ Päiväys _____ Allekirjoitus _____	
Stellatum Oy maksaa postimaksun. STELLATUM OY Terminfo-lehti Vastauslähetys Tunnus 5010666 00003 Helsinki	

Hinnat ovat voimassa Suomessa. Kestotilauksena tilattu lehti tulee tilaajalle tilausjakso kerrallaan ilman en uudistusta, kunnes tilaaja joko muuttaa sen määräaikaan tai lopettaa tilauksen. Tilauksen hinta on tilausjakson alussa voimassa oleva hinta, joka on painettu lehteen. Tilauksen voi keskeyttää ennen tilausjakson loppua. Peruutus on tehtävä vähintään kaksi viikkoa ennen uuden tilausjakson alkamista. Mikäli peruutus ei saavu määräaikaan mennessä, laskutetaan tilaajan saamat lehdet irtomääräalasta sekä peruutuksen aiheuttamat kulut 6 €. Tilauksentodot löytyvät lehden jokaisesta numerosta.

Väitös kaivovesien radioaktiivisista aineista

Suomen kaivovesien radioaktiivisuuspitoisuudet ovat maailman korkeimmat

Suomessa noin 20 000 ihmistä käyttää vakituisesti vettä, jonka radonpitoisuus ylittää yksityiselle kaivovedelle asetetun laatusuosituksen tuhat becquerellia litrassa (Bq/l). Korkein juomaveden kautta saatu efektiivinen säteilyannos on ollut 70 millisievertiä (mSv) vuodessa. Tämä on noin 20-kertainen verrattuna suomalaisten saamaan keskimääräiseen säteilyannokseen, 3,7 mSv vuodessa.

Jotta suomalaisten saamaa säteilyaltistusta voidaan vähentää ja välttää korkeimpia annoksia, tarvitaan tietoa radioaktiivisten aineiden esiintymisestä, esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä ja menetelmistä joilla nämä haitalliset aineet voidaan poistaa juomavedestä.

Vastikään tarkastetussa väitöskirjassa tarkasteltiin juomaveden Uraani 238-sarjan radionuklideja ja niistä aiheutuvaa säteilyaltistusta, radioaktiivisen lyijyn ja poloniumin (Pb 210 ja Po 210) kiinnittymistä erikokoisiin pohjavedessä oleviin hiukkasiin sekä U 234:n, U 238:n, Pb 210:n ja Po 210:n poistoa juomavedestä sekä oikeaoppisia näytteenotto- ja analysointimenetelmiä.

Väitöskirjaan liittyvä työ aloitettiin vuonna 1997. Tällöin oli vasta alustavia tuloksia uraanin poistamisesta suomalaisten juomavedestä humuksen poistoon tarkoitetuilla anioninvaihtosuodattimilla. Myöskään tietoa lyijyn tai poloniumin poistamisesta juomavedestä ei löytynyt Suomesta. Koska ensimmäiset suodattimet kotitalouksiin asennettiin vasta vuonna 1997, ei myöskään tiedetty kuinka pitkään suodattimien massat toimivat ja miten ne muuttavat muuta veden laatua. Näitä asioita tutkittiin EU-rahoitteisessa TENAWA-hankkeessa, joka oli kestoaltaan

reilut kaksi vuotta ja josta syntyi väitöskirjan ensimmäinen osajulkaisu.

Hankkeen aikana, kuten yleensäkin tutkimushankkeiden aikana, nousi uusia ennestään tuntemattomia asioita kuten minkä kokoisissa hiukkasissa lyijy ja polonium ovat kiinnittyneinä suomalaisissa pohjavesissä ja miten vedenkäsittely vaikuttaa hiukkasten kokojakaumaan. Näitä tutkittiin yhtenä tutkimusalueena EU-hankkeen jälkeen alkaneessa vajaa kaksivuotisessa TEKES-rahoitteisessa hankkeessa.

Väitöskirja pohjautuu viiteen tieteelliseen osajulkaisuun ja yhteenveto-osaan, mihin on kerätty osajulkaisuihin liittyvää tietoa kirjallisuudesta.

Väitöskirjan laajin tutkimus oli ensimmäinen vuonna 2001 aloitettu valtakunnallinen otantatutkimus, jossa tutkittiin luonnon radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuuksia yksityisessä kaivovedessä. Tulokset raportoitiin STUK-A -sarjan julkaisuna ja kansainvälisenä tieteellisenä artikkelina.

STUKissa on tutkittu luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia pinta- ja pohjavesissä jo kymmenien vuosien ajan. Aikaisemmissa tutkimuksissa pääpainona on ollut riskialueiden kartoittaminen ja vähemmän on pystytty kiinnittämään huomiota näytteiden valtakunnalliseen ja alueelliseen edustavuuteen. Aiempaa aineistoa on yritetty painottaa monimutkaisilla tilastollisilla menetelmillä, mutta varmuutta painotuksen oikeellisuudesta ei ollut. Ongelmana painotuksessa oli se, että käytettävissä on ollut vain kuntakohtaiset kaivotiedot. Kuitenkin tiedettiin, että näytteiden alueellinen edustavuus kunnan sisällä ei ole ollut välttämättä hyvä. Tämä tarkoittaa sitä, että korkeiden pitoisuuksien alueilta oli mitattu enemmän näytteitä kuin matalan pitoisuuden alueilta. Otantatutkimus antoi edustavaa tietoa radioaktiivisten aineiden esiintymisestä valtakunnallisella tasolla ja tulokset olivat yhtäpitäviä kaivo-

Luonnon radioaktiivisten aineiden aritmeettiset keskiarvot yksityisessä kaivovedessä

Vesilähde	Radon -222 (Bq/l)	Kokonais- alfapitoisuus (Bq/l)*	Radium -226 (Bq/l)	Lyijy -210 (Bq/l)	Polonium -210 (Bq/l)	Uraani -238 (µg/l)
Porakaivosvesi	460	0,61	0,05	0,040	0,048	20,9
Maaperän kaivosvesi	50	0,05	0,02	0,013	0,007	1,2

* Uraani-238, uraani-234, radium-226 ja polonium-210 aktiivisuuksien yhteismäärä.

Radionuklidien kulkeutuminen ympäristöstä ihmiseen

ESIINTYMINEN

Luonnon radioaktiiviset aineet ympäristössä

–maa- ja kallioperä, pohjavesi, ilma
kasvit, eläimet

ALTISTUMINEN

Radionuklidien kulkeutuminen
juomaveteen ja ruokaan

Ruoka

Veden sisäilmaan
vapautunut radon

Juomavesi

LAADUN-
VARMISTUS

^{222}Rn :n ja ^{210}Pb :n
näytteenotto
-julkaisu III

Laadunvarmistus
 ^{210}Pb :n määrityksessä
-julkaisu IV

ESIINTYMINEN

^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{234}U , ^{238}U ,
 ^{210}Pb ja ^{210}Po kaivovedessä
-julkaisut I ja II

SÄTEILY
ALTISTUKSEN
RAJOITTAMINEN

^{234}U , ^{238}U , ^{210}Pb ja ^{210}Po
poistaminen juomavedestä
-julkaisut II ja V

EFEKTIIVINEN SÄTEILYANNOS (kaikki julkaisut)

ja terveystutkimuksissa saatujen tulosten kanssa.

Tärkeänä osana kaikissa tutkimushankkeissa on laadunvarmistus, jotta mittaus-
ten perusteella tehtävät annosarviot ovat
oikeita ja luotettavia. Laadunvarmistus ja
näytteenoton vaikutus olivat tärkeällä si-
jalla kahdessa erillisessä osajulkaisussa.

RADIOAKTIIVISIA AINEITA KAIKKIALLA YMPÄRISTÖSSÄ

Radioaktiivisia aineita esiintyy kaikkialla
ympäristössä, ilmassa, vedessä, kasveissa,
eläimissä ja maankamarassa. Veden luon-
non radioaktiivisuus on pääasiassa peräi-
sin kolmesta hajoamissarjasta, U 235, U
238 ja Th 232. Lisäksi vedessä on kosmo-
geenisia radionuklideja ja radioaktiivista
kaliumia, jonka osuus stabiilin kaliumin
pitoisuudesta on vakio.

Radioaktiiviset aineet siirtyvät veteen
maa- ja kallioperästä. Sen vuoksi luon-
non radioaktiivisten aineiden pitoisuudet
vedessä ovat yhteydessä näiden aineiden
pitoisuuteen maa- ja kallioperässä. Kivi-
lajeista uraani on rikastunut kiteytyviin
graniitteihin ja pegmatiitteihin. Siten kor-
keimmat aktiivisuuspitoisuudet löytyvät
alueilta, missä kallioperä on muodostunut
näistä kivilajeista. Suomen kallioperästä
yli puolet on graniittista kalliota. Nämä
sijoittuvat sekä Etelä-, Keski- että Pohjois-
Suomen alueille.

Kun vettä käytetään ruoka- ja juoma-
vetenä siirtyvät radioaktiiviset aineet ih-
miseen ja ihminen altistuu säteilylle. Ter-
veysriski on olemassa, mutta riskin suu-
ruudesta ei ole aina tarkkaa tietoa. Radon
aiheuttaa säteilyaltistusta mahalaukulle.
Muut radioaktiiviset aineet aiheuttavat an-
nosta munuaisille, maksalle, virtsarakolle,
luunpinnalle ja luuytimelle.

SUOMALAISISSA KAIVOVESISSÄ KORKEIMMAT PITOISUUDET

Kirjallisuudesta tehty haku osoitti, että
Suomessa on raportoitu maailman kor-
keimmat radonpitoisuudet kaivovedestä,
77 500 Bq/l. Korkeita radonpitoisuuksia
muualla maailmassa on raportoitu Ruot-
sissa, Norjassa, Espanjassa, Ranskassa,
Kiinassa ja Amerikassa. Suomessa myös
muiden radioaktiivisten aineiden pitoisuu-
det kaivovedessä olivat maailman huippu-
luokkaa.

Oheisessa taulukossa on esitetty luon-
non radioaktiivisten aineiden edustavat
aritmeettiset keskiarvot suomalaisessa
yksityisessä kaivovedessä. Porakaivove-
dessä luonnon radioaktiivisten aineiden

Kirjottaja Pia Vesterbacka työ-
kentelee tutkijana Säteilyturvak-
e-
ksen luonnonsäteilylaboratorion
vesilaboratoriossa.



aktiivisuuspitoisuuksien mediaanipitoi-
suudet olivat mittausten mukaan jopa
kymmenen kertaa suurempia kuin rengas-
kaivovedessä. Korkeimmat pitoisuudet
ovat Etelä-Suomessa, mutta yksittäisiä
korkeita pitoisuuksia on kaikkialla Suo-
messa.

Luonnon radioaktiivisista aineista aino-
astaan radiumin esiintyminen poikkesi
muiden radionuklidien esiintymisestä
siten, että korkeat porakaivovesien pi-
toisuudet löytyivät lähinnä rannikol-
ta, kun taas muut nuklidit noudattivat
pääpiirteissään radonin jakautumista.

Meren läheisyys rannikolla näkyy sisä-
maan kaivoihin verrattuna veden suu-
rempana suolapitoisuutena, joka edistää
radiumin liukoisuutta. Radiumpitoisuus
vedessä riippuu enemmän veden laa-
tuominaisuuksista kuin itse kallioperän
radiumpitoisuudesta. Uraanin pitoisuus
pohjavedessä on taas yhteydessä sekä
uraanipitoisuuteen kallioperässä että
pohjaveden laatuominaisuuksiin. Lyijyn
ja poloniumin esiintyminen pohjavedessä
on sidoksissa veden radonpitoisuuteen.
Nämä esiintyvät pohjavedessä liukoisina
yhdisteinä ja sitoutuneina erikokoisiin
hiukkasiin. Lyijy oli suurimmaksi osaksi

sitoutuneena karkeaan hiukkasainekseen, kun taas polonium oli tasaisemmin jakautuneena kaiken kokoisissa hiukkasissa.

SUURIN SÄTEILYANNOS RADONISTA

Kymmenesosa suomalaisista käyttää yksityiskaivojen vettä. Tässä työssä saatujen tulosten mukaan heidän juomaveden kautta saamansa vuotuinen kollektiivinen efektiivinen säteilyannos (77,4 mSv) on lähes puolet kaikkien suomalaisten juomaveden kautta saamasta, luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta säteilyannoksesta. Yksittäiselle porakaivoveden käyttäjälle keskimääräinen vuotuinen efektiivinen säteilyannos on 0,4 mSv ja maaperän kaivon käyttäjälle 0,05 mSv. Porakaivoveden käyttäjälle yli 90 prosenttia juomaveden kautta saatavasta kokonaisannoksesta aiheutuu nuklideista Rn 222 (75 prosent-

tia), Po 210 (12 prosenttia) ja Pb 210 (5 prosenttia).

KAIKKI POISTOMENETELMÄT EIVÄT TEHOA

Uraanin poistossa juomavedestä ioninvaihtomenetelmä on ylivoimainen ykkönen. Poistotehokkuus oli yli 95 prosenttia riippumatta muusta vedenlaadusta eikä muu vedenlaatu juurikaan heikentynyt käsittelyssä. Uraanin isotoopeista aiheutuvaa vuotuista efektiivistä säteilyannosta pystyttiin vähentämään vedenkäsittelyllä keskimäärin 0,8 mSv, suurimmillaan jopa 1,4 mSv. Lyijyn ja poloniumin poisto onkin sitten hankalampaa. Ioninvaihto tai aktiivihiihtsuodatus ei sovellu lyijyn tai poloniumin poistoon juomavedestä. Ainoa luotettava menetelmä näiden aineiden poistamiseksi juomavedestä on kalvosuodatus esimerkiksi käänteisosmoosikalvolla.

TÄSTÄ ETEENPÄIN

Vielä tarvitaan lisää tutkimusta radioaktiivisten aineiden esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa siitä, mitkä vedenlaatuominaisuudet vaikuttavat esimerkiksi poloniumin tai lyijyn esiintymiseen pohjavedessä. Nämä radionuklidit aiheuttavat radonin jälkeen seuraavaksi suurimman osan säteilyannoksesta ja sen vuoksi niiden esiintymiseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen on tärkeää. ■

Kirjoittaja:

Pia Vesterbacka työskentelee tutkijana Säteilyturvakeskuksen luonnonsäteilylaboratorion vesilaboratoriossa. Hänen matemaattisluonnontieteelliseen tiedekuntaan kuuluva väitöskirjansa "U-238 sarjan radionuklidit kaivovedessä ja niiden aiheuttama säteilyaltistus" tarkastettiin 28.10.2005.

T I L A U S K O R T T I

Tilaa ALARA ja luet asiantuntevaa ja puolueetonta tekstiä mm. radonin ja uv-säteilyn vaikutuksista terveyteen sekä matkapuhelimien, tietokoneiden, mikroaaltouunien ja solariumien tutkitusta säteilystä. Lisäksi lehdessä käsitellään säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, ydinvoimaloiden turvallisuutta Suomessa ja lähialueilla sekä ydinjätteiden kohtaloita.

- ☒ Kiitos, tilaan ALARA-lehden neljä numeroa vuodessa
☐ kestotilaus (laskutusväli 12 kuukautta) 36 €
☐ määräaikainen (12 kuukautta) 41 €

Yritys/virasto	
Nimi	
Osoite	
Postinumero ja -toimipaikka	
Puhelin	Sähköpostiosoite
Päiväys	Allekirjoitus

ALARA 2005

Hinnat ovat voimassa Suomessa. Kestotilauksena tilattu lehti tulee tilaajalle tilausjakso kerrallaan ilman eri uudistusta, kunnes tilaaja joko muuttaa sen määräaikaiseksi tai lopettaa tilauksen. Tilauksen hinta on tilausjakson alussa voimassa oleva hinta, joka on painettu lehteen. Tilauksen voi keskeyttää ennen tilausjakson loppua. Peruutus on tehtävä vähintään kaksi viikkoa ennen uuden tilausjakson alkamista. Mikäli peruutus ei saavu määräaikaan mennessä, laskutetaan tilaajan saamat lehdet irtotilauksensa hintaan sekä peruutuksen aiheuttamat kulut 6 euroa. Tilausehdot löytyvät lehden jokaisesta numerosta. Osoitetietoja ei luovuteta Stellatum Oy:n ulkopuolelle.



**Stellatum Oy
maksaa
posti-
maksun!**

STELLATUM OY
ALARA-lehti
Vastauslähetys
Tunnus 5010666
00003 Helsinki



STUK ja Elintarvikevirasto selvittävät sienten ja kalojen radioaktiivisuuden vaihtelua

Säteilyturvakeskus (STUK) ja Elintarvikevirasto selvittävät yhteisessä projektissa järvikalojen ja sienten radioaktiivisuuden paikallista vaihtelua. Tarkoituksena on tuottaa tietoa alueellista neuvontaa, tuotteiden myyntiä ja EU-alueelle vientiä varten.

Luonnontuotteiden radioaktiivisuudessa voi olla suuria eroja jopa samalla alueella. Tavoitteena on saada täsmällistä tietoa todellisista paikallisista pitoisuuksista.

Hankkeessa on menossa pilottivaihe, jossa pitoisuuksia mitataan Sastamalan perusturvakuntayhtymän alueella yhdessä paikallisen laboratorion kanssa. Elintarvikevirasto vastaa näytteiden hankinnasta ja STUK niiden analysoinnista.

”Pilottihankkeessa saadaan kokemusta paikallislaboratorion laitteiston käytöstä cesium-mittauksissa. Tavoitteena on kehittää paikallisesti sovellettava ja nopea

mittausmenetelmä, jota voidaan käyttää kaupan olevien luonnontuotteiden cesium-pitoisuuksien valvontaan ja joka samalla parantaa varautumista onnettomuustilanteisiin”, kertoo laboratorionjohtaja Riitta Hänninen STUKista.

Mittaustuloksia julkaistaan, kun aineisto on saatu kokonaisuutena analysoidua. Elintarvikevirasto teettää ensi vuonna samoista näytteistä myös elohopeamäärittelyksiä. ■

Lentäminen ei näytä kohottavan lentoemäntien syöpäriskiä

Lentoemäntien kohonneen rintasyöpäriskin syy ei näytä olevan ammatista johtuva.

Säteilyturvakeskuksen (STUK) ja Tampereen yliopiston tuoreen tutkimuksen mukaan lentoemäntien rintasyöpien taustalla ovat samat riskitekijät kuin muillakin naisilla. Eniten rintasyöpäriskiä lisäsi lähisukulaisella ilmaantunut rintasyöpä.

Aikaisemmissa tutkimuksissa lento-

emänniltä on löydetty suurentunut rintasyöpän riski. Syyksi on epäilty työstä johtuvia altisteita kuten kosmista säteilyä tai aikaerorasisitusta. Näyttöä yhteydestä ei ole löydetty.

Tutkijat lähettivät kyselyn kaikille vuoden 1960 jälkeen syntyneille suomalaisille lentoemännille, jotka olivat työskennelleet vähintään kaksi vuotta. Kyselyyn vastasi

544 lentoemäntää 1098:sta. Heistä 27:llä oli todettu rintasyöpä.

Tuloksia pitää tulkita varoen, sillä alhainen vastausprosentti sekä se, että tieto eri altistuksista on kerätty jälkikäteen, on voinut vaikuttaa niiden tarkkuuteen. Tämän vuoksi todistusaineisto lentoemäntien ammattialtisteiden ja rintasyöpän välisestä yhteydestä jää edelleen avoimeksi. ■

Lentohenkilökunnan säteilyturvallisuuutta parannetaan uudella ohjeella

STUK on antanut ohjeen lentotoiminnan säteilyturvallisuudesta. Siinä neuvotaan, miten työntekijöiden annokset määritetään luotettavasti, miten annostiedot rekisteröidään ja milloin altistusta on rajoitettava.

Ohje astui voimaan 1.9.2005. Se koskee yli kahdeksan kilometrin korkeudessa suomalaisella toimiluvalla lentoliikennettä harjoittavia yrityksiä sekä suomalaista sotilas-ilmailua.

Lentohenkilöstön altistumista avaruussäteilylle on seurattu vuodesta 1992. Säteilylainsäädäntö velvoittaa mittaamaan lentäjien, lentoemäntien ja stueitien saamia annoksia, jos he voivat saada yli yhden millisievertin annoksen vuosittain. Työvuorot ja lentoreitit täytyy suunnitella niin, ettei vuosittainen annosrajoitus, kuusi millisievertiä, ylitä. Annokseen vaikuttaa paitsi lentoaika, myös lentoreitti ja -korkeus.

Lentohenkilöstön vuosittaiset keskimääräiset annokset ovat noin kaksi millisievertiä ja eniten altistuvien vuosiannos noin neljä millisievertiä. Työaikasäädökset rajaavat lentohenkilöstön työaikoja, joten annosrajoituksen ylittyminen on hyvin epätodennäköistä. Suomalainen saa keskimäärin noin 3,7 millisievertin säteilyannoksen eri lähteistä vuosittain.

Jos lentohenkilöstöön kuuluva nainen on raskaana, tulee hänen kertoa raskaudesta välittömästi, jotta hänen työnsä voidaan järjestää siten, että sikiön annos on niin pieni kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Jäljellä olevana raskausaikana sikiön annos ei saa ylittää yhden millisievertin rajaa.

Ohje Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa (ST 12.4) noudattaa kansainvälisiä suosituksia. Siinä tarkennetaan EU-säädösten vaatimuksia ja annetaan käytännön ohjeita. ■

Kielikello auttaa käytännön kirjoituspulmissa!

Kielikellossa kerrotaan nykykielestä ja sen kehityksestä, mutta valotetaan myös kielen menneisyyttä, tarkastellaan sanojen taustoja ja suomen monimuotoisten murteiden ilmiöitä. Kielikellossa julkaistaan suomen kielen lausunnan suositukset, kerrataan vanhoja ohjeita ja annetaan uusia. Lisäksi käsitellään sanastokysymyksiä, selvitetään ongelmia ja kerrotaan ajankohtaisista kielenkäytön ilmiöistä. Kielikelloa julkaisee Kotimaisten kielten tutkimuskeskus neljä kertaa vuodessa.

T I L A U S K O R T T I

☒ Kyllä, tilaan **KIELIKELLO**-lehden neljä numeroa vuodessa

☐ kestotilaus (laskutusväli 12 kuukautta) **27 €**

☐ määräaikaistilaus (12 kuukautta) **32 €**

Nimi (tiedot mielellään tekstaamalla)

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin

Päiväys

Allekirjoitus

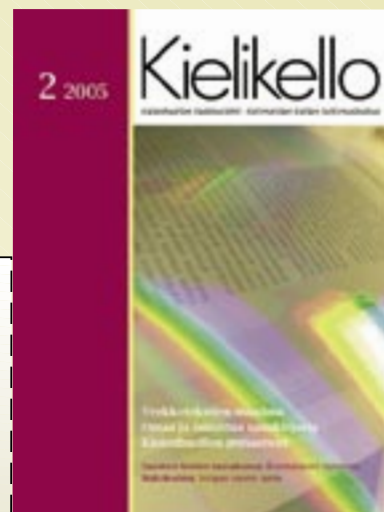
Stellatum Oy maksaa postimaksun.

STELLATUM OY
Kielikello
Vastauslähetyt
Tunnus 5010666
00003 Helsinki

TILAUKSET:

- www.kielikello.fi
- tilaajapalvelu@stellatum.fi
- puh. (09) 5421 0100

Kielikelloa julkaisee Kotimaisten kielten tutkimuskeskus.



Hinnat ovat voimassa Suomessa. Kestotilauksena tilattu lehti tulee tilaajalle tilausjakso kerrallaan ilman eri uudistusta, kunnes tilaaja joko muuttaa sen määräaikaiseksi tai lopettaa tilauksen. Tilauksen hinta on tilausjakson alussa voimassa oleva hinta, joka on painettu lehteen. Tilauksen voi keskeyttää ennen tilausjakson loppua. Peruutus on tehtävä vähintään kaksi viikkoa ennen tilausjakson alkamista. Mikäli peruutus ei saavu määräaikaan mennessä, laskutetaan tilaajan saamat lehdet irtolukuhintaan sekä peruutuksen aiheuttamat kulut 6 €. Tilausehdot löytyvät lehden jokaisesta numerosta.



Matkapuhelimen käytöllä ei ole yhteyttä kuulohermon kasvaimiin

Kansainväliseen Interphone-hankkeeseen liittyvän tutkimuksen mukaan matkapuhelimen käyttäjillä ei ole suurentunutta kuulohermon kasvainten vaaraa, mikäli matkapuhelimen käyttöaika on enintään kymmenen vuotta. Yli kymmenen vuotta kestäneeseen käyttöön liittyvää riskiä tutkimuksessa ei pystytty sulkemaan pois.

Tutkimus julkaistiin 30. elokuuta British Journal of Cancer -lehdessä.

Matkapuhelimien sähkömagneettisen kentän on epäilty aiheuttavan kallon sisäisiä kasvaimia. Kuulohermo sijaitsee päässä sillä alueella, johon matkapuhelimen säteily kohdistuu voimakkaimmin. Siksi matkapuhelimen mahdollisen vaikutuksen selvittämistä kuulohermon kasvaimen syntyyn on pidetty tärkeänä, toteaa tutkimusprofessori Anssi Auvinen Säteilytur-

vakeskuksen Epidemiologia ja biostatistiikka -laboratoriosta.

Tutkimus toteutettiin Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Isossa-Britanniassa. Näissä maissa matkapuhelimia on käytetty pidempään kuin useimmissa muissa maissa, mikä edesauttaa terveystutkimusten tutkimista.

Tutkimuksessa haastateltiin yli 650 kuulohermon kasvaimen 20–69 vuoden iässä sairastunutta potilasta ja yli 3500 vertailuhenkilöä. Heiltä kysyttiin aikaisempaa matkapuhelimen käyttöä ja muita tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa riskiin saada kuulohermon kasvain. Kasvaimet eivät olleet yhteydessä siihen, kuinka monta vuotta henkilö on puhelinta käyttänyt eivätkä puheluiden yhteenlaskettuun kesto.

Kuulohermon kasvaimet ovat hyvänlaatuisia kasvaimia, jotka syntyvät kuulolaistimuksia sisäkorvasta aivorunkoon välittävään hermoon. Ne kasvavat hitaasti eivätkä yleensä leviä muualle elimistöön, mutta saattavat aiheuttaa kuulon alenemista ja tasapainovaikeuksia. Suomessa todetaan vuosittain noin 70 tapausta.

Suomessa tutkimuksen toteutukseen osallistivat Säteilyturvakeskus, Tampereen yliopisto ja kaikkien yliopistollisten sairaaloiden neurokirurgian klinikat.

Tutkimus on osa WHO:n kansainvälisen syöpätutkimuskeskuksen koordinoimaa Interphone-hanketta, jossa tutkitaan lisäksi matkapuhelimen käytön yhteyttä aivokalvon kasvaimiin sekä aivosyöpään. Uusia tuloksia hankkeesta julkaistaneen vuoden kuluessa. ■

Ihmiseen kertynyt uraani voidaan jäljittää

Ihmiseen kertyneen uraanin lähde voidaan jäljittää, paljastaa Säteilyturvakeskuksen (STUK) osittain toteuttama tutkimus. Tutkimuksessa mukana olleiden suomalaisten lisääntynyt uraaniannos pystyttiin osoittamaan porakaivoveden aiheuttamaksi.

Tutkimuksessa määriteltiin uraanin isotooppien massojen suhde toisaalta koehenkilöiden hius-, kynsi- ja virtsanäytteistä sekä toisaalta porakaivovedestä. Suhdelu-

kuja verrattaessa huomattiin, että isotooppien massojen suhde oli kunkin henkilön näytteissä lähes sama kuin hänen käyttämänsään kaivovedessä.

”Voitiin päätellä, että koehenkilöiden uraanialtistus oli lähtöisin nimenomaan heidän käyttämistään porakaivoista”, kertoo erikoistutkija Laina Salonen STUKista.

Luonnosta saatavan uraanin isotooppien

aktiivisuuden tai massojen suhdetta voidaan hyödyntää esimerkiksi uraaniestintymien etsinnässä tai mineraalien ikämäärityksissä. Nyt valmistunut tutkimus osoittaa, että suhdelukuja määrittelemällä voidaan myös päätellä, onko ihmisen mahdollinen uraanialtistus lähtöisin esimerkiksi kaivovedestä vai onko se vaikkapa työperäistä. ■

Sienien radioaktiivista cesiumia voidaan vähentää tehokkaasti

Cesiumia voidaan oikealla käsittelyllä vähentää sienistä tehokkaasti, kertoo tutkija Eila Kostiainen STUKin Ekologia ja elintarvikkeet -laboratoriosta.

Selvityksen mukaan cesiumia poistuu eniten, kun sieniä liotetaan runsaassa vesimäärässä yli yön. Veden vaihto välillä lisää cesiumin poistumista, jolloin tehokkuus on jopa 90 prosenttia. Kiehuvalle vedelle tehtävä lyhytaikainen liotus ei ole yhtä tehokas, vaikka sitenkin saadaan cesiumista poistettua noin 70 prosenttia. Sienien keittäminen runsaassa vedessä poistaa 70–80 prosenttia cesiumista. Pakastetuista sienistä saadaan cesiumia vähemmäksi, kun puristetaan sulatuksen yhteydessä irtoava neste pois.

Luonnontuotteissa havaittava radioaktiivinen cesium on peräisin Tshernobylin ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta. Euroopan unionin an-

tama suositus on, että myynnissä olevien elintarvikkeiden cesium ei saisi ylittää 600 becquereliä kiloa kohden.

Useat tavalliset ruokasienet, kuten mustavahakkaat, orakkaat, kehnäsienet, kangastatit, rouskut, mustatorvisienet ja suppilovahverot, voivat sisältää radioaktiivista cesiumia EU:n raja-arvon ylittäviä määriä suurimmassa osassa maata.

Raja voi satunnaisesti ylittyä myös eniten laskeumaa saaneiden alueiden kantarelleissa, punikki-, voi- ja herkkutateissa sekä haperoissa. Kuitenkin suurimman laskeuman alueellakin kaikissa sienilajeissa esiintyy yleisesti myös raja-arvoa pienempiä pitoisuuksia.

Korvasienien, lampaankääpien, kanto- ja mesisienien cesium-pitoisuudet alittavat raja-arvon korkeimmankin laskeuman alueella.

Korkeita pitoisuuksiakin sisältäviä sie-

niä voi syödä satunnaisesti, koska se ei vielä kasvata ihmisen saamaa kokonaissäteilyannosta oleellisesti.

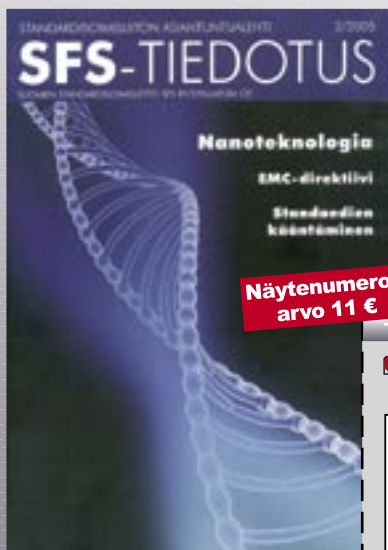
Puolukan ja mustikan cesium-pitoisuudet ovat yleensä selvästi pienempiä kuin sienien. 600 becquereliä kilossa ylittäviä pitoisuuksia ei juuri esiinny korkeimman laskeuman alueella.

Korkeimman laskeuman alueet ovat Pirkanmaan, Hämeen ja Kymenlaakson seuduilla, kun taas vähän laskeumaa tuli Itä- ja Pohjois-Suomeen sekä lounaisrannikolle.

Suomalainen saa keskimäärin noin 3,7 millisievertin säteilyannoksen eri lähteistä vuosittain. Ruuan sisältämän cesiumin osuus suomalaisten keskimääräisestä vuotuisesta säteilyannoksesta on alle yksi prosentti.

Säteilyturvakeskus (STUK) antaa verkkosivuillaan (www.stuk.fi) tarkempaa tietoa siitä, miten sienien radioaktiivista cesiumia voidaan vähentää. ■

Hyötyykö sinun yrityksesi standardeista?



SFS-tiedotus kertoo miten standardeilla lisätään tuotteiden ja palvelujen yhteensopivuutta ja turvallisuutta, suojellaan kuluttajia ja ympäristöä, helpotetaan kotimaista ja kansainvälistä kauppaa ja saadaan aikaan säästöjä!

Lehdessä käsitellään laajasti ISO 9000 -laatu järjestelmästandardeja ja ISO 14000 -ympäristöjärjestelmästandardeja. Lisäksi annetaan tietoa mm. hitsauksen, toimistoasiakirjojen ja painelaitteiden standardeista sekä uusista SFS-standardeista. Saat mielenkiintoista tietoa myös standardisoinnin tietolähteistä, EU:n teknisistä direktiiveistä ja CE-merkinnästä.

Näytteenumeron
arvo 11 €

☒ Saan **SFS-tiedotus**-lehden näytteenumeron vain postimerkin hinnalla. Lehden arvo on 11 euroa!

Nimi (tiedot mielellään tekstaamalla)

Yritys/virasto

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin

Liimaa
postimerkki
tähän ja
lähetä kortti
meille!

STELLATUM OY
SFS-tiedotus
Upseerinkatu 1
02600 Espoo

Lehden julkaisija on Suomen Standardisointiliitto SFS r.y. Vuodessa ilmestyy 6 lehteä.

Tilaa nyt SFS-tiedotuksen näyttenumero vain postimerkin hinnalla! Lehden arvo on 11 euroa!

Näytteenumeron saa vain kerran. Tarjous on voimassa Suomessa ja se koskee niitä, joilla ei ole voimassa olevaa tilausta. Osoitetietoja ei luovuteta Stellatum Oy:n ulkopuolelle.

Lue ympäristöasioiden uutiset ja taustat yhdestä lehdestä

6 • 2005



Ympäristö-lehti on erikoistunut ajankohtaisiin ympäristökysymyksiin. Aihepiirit kattavat ympäristöasioiden koko kirjon: luontomatkailun, kulttuuriympäristön kysymykset, ympäristön- ja luonnonsuojelun, kaavoituksen ja ympäristöjohtamisen uudet tuulet. Lisäksi lehdessä seurataan ympäristöalan tutkimusta, lainsäädäntöä ja julkaisuja. Lehden julkaisijat ovat Ympäristöministeriö ja Suomen Ympäristökeskus. Ympäristö-lehti ilmestyy kahdeksan kertaa vuodessa.

Lue lisää osoitteessa www.stellatum.fi!