

alard

2 2009

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA



YMPÄRISTÖN ASIALLA

ALARA

2 2009

A J A N K O H T A I S T A S Ä T E I L Y - J A Y D I N T U R V A L L I S U U D E S T A

JULKAISIJA

Säteilyturvakeskus

www.stuk.fi

TOIMITUS

PL 14, 00881 Helsinki

Puhelin (09) 7598 8210, faksi (09) 755 3738

alara@stuk.fi

PÄÄTOIMITTAJA

Elina Martikka

elina.martikka@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI

Riikka Laitinen-Sorvari • riikka.laitinen-sorvari@stuk.fi

TOIMITTAJA

Leena Hietanen • leena.hietanen@stuk.fi

KUSTANTAJA

Stellatum Oy

Upseerinkatu 1, 02600 Espoo

www.stellatum.fi

TILAUKSET JA OSOITTEENMUUTOKSET

Tilaaajapalvelu/Alara

PL 115, 30101 Forssa

puh. (03) 4246 5340

tilaaajapalvelu@stellatum.fi

www.stellatum.fi

TILAUSHINNAT SUOMESSA 2009

Alara ilmestyy neljä kertaa vuodessa.

Kestotilauksella 42 € (laskutusväli 12 kk),

12 kuukauden määräaikaistilauksella 45 €,

irtonumero 12,50 €.

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. Tilausehdot löytyvät lehden jokaisesta numerosta. Osoitetietoja ei käytetä muussa kuin Stellatum Oy:n omassa toiminnassa.

ASIAKASREKISTERI

Rekisterikuvaus ja -seloste ovat nähtävissä Stellatum Oy:n tiloissa. Tilaajan tietoja käytetään asiakassuhteen ylläpitoon ja hoitoon. Yhteydenotot tulee tehdä kirjallisina ja allekirjoitettuina em. osoitteeseen tai henkilökohtaisesti rekisterinpitäjän luona. Tilaaja voi kieltää tietojensa käytön markkinointitarkoituksiin ja markkinatutkimuksiin ilmoittamalla asiasta.

TAITTO

Annu Pörhönen/Stellatum Oy

18. vuosikerta ISSN 1235-1970

PAINOTYÖ

Forssan Kirjapaino Oy



Aikakaustieteen liiton jäsenlehti



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.

Pääkirjoitus.....	3
Polla säteilee.....	4
Uutiset.....	5
Ihmisen aikaansaama radioaktiivinen säteily on tiukan valvonnan alla	9
Ydinvoimalat ovat vastuussa oman ympäristönsä valvonnasta.....	11
Itämeren pohjassa Tshernobyl näkyy vielä pitkään.....	12
Itämeren venäläismajakoiden säteilylähteet puretaan urakalla.....	14
Lähihistorian mahdollisuuksia: Kylmän sodan uhrin.....	16
Laserosoittimista on pidettävä leikki kaukana.....	18
UV-säteily uhkaa ulkotyöntekijöitä.....	22
Pakistanin ydinaseet Talibanin käsiin?	24
Haastateltavana tutkimusjohtaja Sisko Salomaa: Pienet annokset kasvavan kiinnostuksen kohteena	26
Kysy säteilystä – Säteilytieteen professori vastaa	29
Uudet julkaisut	31



**Itämeren cesiumista alle prosentti on peräisin voimalaitoksista
s. 9**

Kansikuva: Diaidea Oy/Terhi Kaino

Ydinaseiden leviäminen – huolen ja toivon aika

Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) pääjohtaja Mohamed ElBaradei on huolissaan ydinasevaltioiden määrän lisääntymisestä (The Guardian 14.5.2009). Huoli perustuu tosiasiaan: kun tekninen tietämys ja raaka-aineet ovat hallussa, pommi saadaan aikaiseksi muutamassa kuukaudessa. Huolena on myös 1970-luvulta peräisin olevan ydinsulkusopimuksen (NPT) tulevaisuus. Sopimusta teknisesti noudattamalla valtio voi valmistaa ydinaseeseen tarvittavat materiaalit ja koota ja käyttää asetta sitten tarvittaessa. ElBaradein mukaan tällaisia virtuaaliydinasemaita olisi lähivuosina 10–20, jos niitä ei estetä. Miten ydinasevaltioiden tuplaantuminen vaikuttaisi maailmanmenoon? Romutuuko koko kansainvälinen valvontajärjestelmä?

Maailmalla tiedetään olevan ydinkärkeä jo nyt enemmän kuin tarpeeksi - mihin? Tosin niiden määrät ovat 1980-luvun huipuinventaareista vähentyneet lähes neljäsosaan, mutta silti. Ydinasevaltioiden arvioidut ydinkärkien määrät – Yhdysvallat 10 000, Venäjä 13 000, Kiina 200, Ranska 300 ja Iso-Britannia 200 – ovat käsittämättömiä. Lisäksi on arvioitu, että ns. de facto-ydinasemailla kuten Israel, Intia, Pakistan ja Pohjois-Korea on yhteensä yli 200 ydinkärkeä.

Yhdysvaltain presidentti Barack Obama puhuu pontevasti ydinaseettomasta maailmasta. Ydinaseeton maailma kuulostaa hyvältä, mutta miten sellainen tehdään. Ydinase edustaa valtaa, kykyä puolustautua ja vakuutusta sille, että kimp-puun ei käydä. Kuka sellaisesta haluaisi luopua ja millä ehdoilla? Kun koetaan epäoikeudenmukaisuutta, varaudutaan voimakkein keinoin. Pohjoismaisin sinisilmin Lähi-idän ydinasehimon syy tuntuisi olevan juuri epäoikeudenmukaisuus. Peiliin katsomisen paikka!

Ajankohtaisin ja pelottavin on tilanne Pakistanissa, jossa armeija sotii talibanien - mikä muuten tarkoittaa ”opiskelijaliikettä” – kanssa. Päätyykö Pakistanin 60 ydinkärkeä terroristeille vai tapahtuuko jotain vielä hirveämpää? Alara pohtii tilannetta tarkemmin artikkelissa ”Romahtaako Pakistan”.

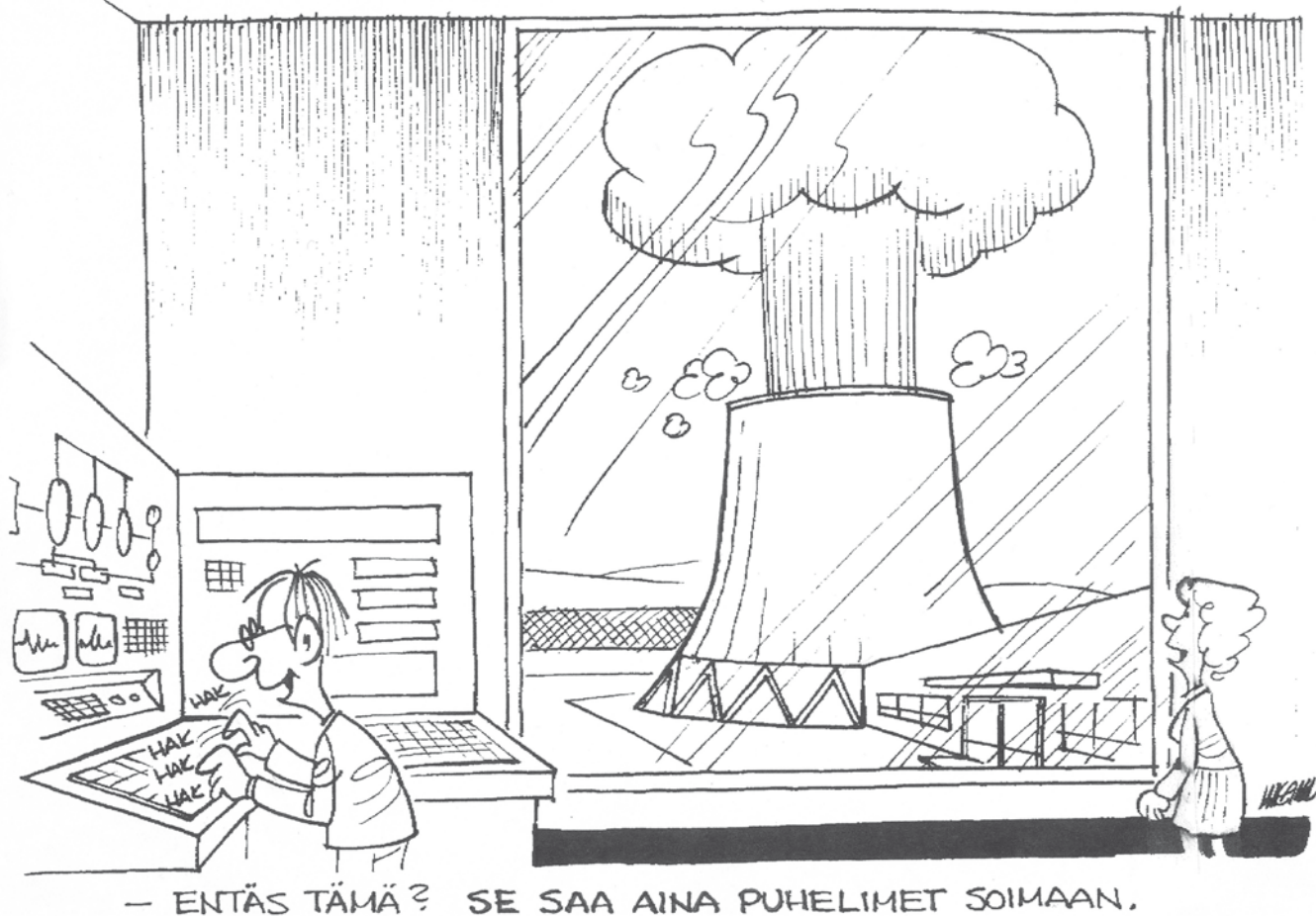
Kun kyse on massatuhoaseista, oikeat teot ovat tärkeitä. Oikeita tekoja turvallisen maailman puolesta odotetaan nyt suurvaltajohtajilta, jotka neuvottelevat ydinaseiden vähentämisestä tiiviiseen tahtiin. Rauhaa rakentava päätösehdotus pitäisi saada aikaiseksi ennen ydinsulkusopimuksen tarkastelukonferenssia, joka on vuonna 2010. Suurvaltojen esimerkki aseiden riisumiseksi helpottaisi uusien ydinasetulokkaiden asettumista ruotuun. Ensimmäinen askel olisi Yhdysvaltojen aktiivisella myötävaikutuksella kaikki ydinasekokeet kieltävän ”Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT)” -sopimuksen voimaansaattaminen vihdoin viimein. Ydinsulkusopimuksen vahvana ja vitaa-lisena pysymisen varmistaminen olisi seuraava askel. Ja sitten hän kaikki hyvä etenisi kuin kulovalkea, Lähi-itään saakka.

Maailman parantaminen alkaa pienistä teoista omalla toiminta-alueella muistaen, että meitä on tällä pallolla moneksi. Oikeudenmukaisuus ja tasa-arvoinen kohtelu ovat aseet, joiden pitäisi tepsä jokaiseen maailman kuuteen miljardiin talustajaan.

Vantaalla 19.5.2009

Elina Martikka

POLLA SÄTEILEE



Tilaa Ympäristö-lehti

Lue ympäristöasioiden uutiset ja taustat yhdestä lehdestä

Ympäristö-lehdestä saat ajankohtaista tietoa esimerkiksi ilmastonmuutoksesta, luonnon monimuotoisuudesta ja yritysten ympäristöasioista. Lehdestä luet taustoittavaa tietoa ja saat nopeasti kokonaiskuvan siitä, mitä Suomen ympäristöhallinnossa ja ympäristöalalla yleensäkin on meneillään. Lehti seuraa alan tutkimusta, lainsäädäntöä ja julkaisuja.

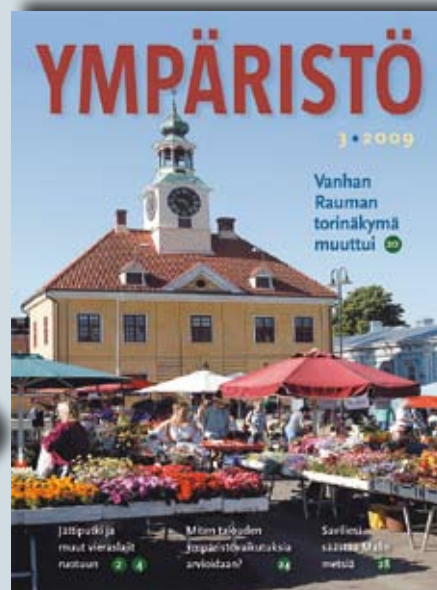
Ympäristö-lehteä julkaisevat ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Numeroiden 1, 3, 5 ja 7 välissä ilmestyy Ympäristöyritysten liiton ja Stellatumin yhteistyössä julkaisema Yritys- ja ympäristö -liite. Se on tehty erityisesti yritysten näkökulmasta.

Tilaa Ympäristö-lehti

- käy Internet-sivuillamme www.stellatum.fi
->Tilaaajapalvelu -> Tilaukset -> Valitse tuote riippuvalikosta
- lähetä sähköpostia osoitteeseen tilaajapalvelu@stellatum.fi
- soita numeroon (03) 4246 5340

Hinnat sisältävät
Yritys- ja ympäristö-
liitteet!

Tilaushinnat 2009 Suomessa (kahdeksan numeroa vuodessa): kestotilaus 51 € (laskutusväli 12 kuukautta), 12 kuukauden määräaikaistilaus 56 €.



RADAR-hankkeella rajavalvonta kuntoon

Säteilyturvakeskus ja Tulli varustavat raja-asetat uusimmalla teknologialla. Työtä varten on perustettu RADAR eli Radio-aktiivisten aineiden rajavalvonta -hanke.

STUKille myönnettiin valtion 2009 budjetista 10 miljoonaa euroa radioaktiivisten aineiden rajavalvontalaitteiden uusimiseen ja päivittämiseen. STUK ja Tulli perustivat RADAR-hankkeen, jonka tavoitteena on varustaa raja-asetat uusimmalla teknologialla. Samalla hoidetaan operatiivinen ohjeistus ja säteilyvalvontakoulutus kuntoon. Hanke päättyy vuonna 2014.

Radioaktiivisten aineiden rajavalvonta alkoi 1995, kun Neuvostoliiton hajoamisen seurauksena idästä alkoi saapua Suomeen huolestuttavia määriä radioaktiivisia lähteitä. Ne olivat tyypillisesti romun sekaan joutuneita teollisuuslähteitä, koska siihen aikaan kaikki irrotettavissa oleva metallitavara kelpasi eteenpäin myytäväksi. Samaan aikaan levisi myös huoli ydinaseiden joutumisesta kansainvälisten terroriverkostojen käsiin. Suomi varusti itärajansa nopeasti säteilyn valvontalaitteilla, joiden avulla voitiin monitoroida sekä ajoneuvo- että henkilövirroista radioaktiiviset lähteet. Valvonnan tarpeellisuudesta kertoo se, että 1990-luvun loppupuolella havaittiin vuosittain useita kymmeniä tapauksia. Suomen rajavalvonta oli tuolloin maailman huippua.

Venäjän tilanteen vakiintumisen ja paremman rajavalvonnan ansiosta tapausten lukumäärä on viime vuosina laskenut. Samaan aikaan valvontajärjestelmä on vanhentunut, ja osa laitteista on jouduttu poistamaan käytöstä. Terrorismin uhka on kuitenkin kasvanut kuluvana vuosikymmenenä. YK:n resoluutio 1540 velvoittaa allekirjoittajia, myös Suomea, laittamaan radioaktiivisten aineiden rajavalvonnan kuntoon. Uusia haasteita ovat lisäänty-



Myös Vuosaaren satama on mukana RADAR-hankkeessa.

Tullin viestinnän kuva-arkisto

nyt kauttakulkuliikenne ja Helsinki-Vantaan lentokentän kehittyminen merkittäväksi Eurooppa-Aasia-lentoliikenteen keskuksiksi. Lisäksi on tullut ilmi joitakin tapauksia, joissa suomalaisen yritykseen on saapunut radioaktiivisia orpolähteitä muusta EU-maasta.

RADAR-hankkeen tavoitteena on hyödyntää saatu rahoitus parhaalla mahdollisella tavalla tilanteessa, jossa uhkakuva muuttuu. Täysin kattavaan valvontaan ei kaikilla rajanylityspaikoilla ole mahdollista päästä millään resursseilla. Siksi tullihenkilöstölle hankitaan liikkuvaa mittauskapasiteettia, jolla valvontaan saadaan yllätyksellinen komponentti. Samoin STUKin kokemus säteilyvalvonnan mittausverkoista ja säteilytiedon reaaliaikaisesta välittämisestä kentältä, sekä mittauksien systemaattisesta hallinnasta voidaan käyttää hyväksi. Nämä puolestaan mahdollistavat tehokkaan operatiivisen toiminnan. Tavoitteena on luoda järjestelmä, joka palauttaa Suomen radioaktiivisten aineiden rajavalvonnan takaisin maailman huipputasolle.

Ylitarkastaja TAPANI HONKAMAA, STUKin Ydinmateriaalitoimisto

Uljas täytti vuoden

Ulkoisen säteilyn valvontaverkko Uljas on ollut nykyisessä laajuudessa käytössä hieman yli vuoden. Tänä aikana se on lunastanut kaikki sille asetetut tärkeimmät ennako-odotukset. Asemien toiminta on ollut erinomaista, eikä laitevioista aiheutuneita hälytyksiä enää tule.

Vuosina 2005–2007 uusittu ulkoisen säteilyn valvontaverkko Uljas kattaa koko Suomen 254:lla mittausasemallaan. Nykyisessä laajuudessaan se on ollut käytössä reilun vuoden, jona aikana se on lunastanut kaikki sille asetetut tärkeimmät ennako-odotukset. Sen perusteltava on tuottaa reaaliaikainen säteilytilannekuva. Uudet anturit ovat kaksi kertaa herkempiä taustasäteilyn muutoksille kuin vanhat. Tämän vuoksi reagointi jo pieniinkin säteilytason nousuihin on nyt mahdollista. Lisäksi asemille asennetut sadeanturit auttavat säteilytilanteen tulkinnaissa. Vuoden 2008 lopussa STUKin tietokannassa oli noin 97 prosenttia Uljas-asemien tuottamista 10 minuutin mittaustuloksista.

Uljas hälyttää, jos säteilytaso ylittää hälytysrajan 0,4 mikrosievertiä tunnissa. Muutamia hälytyksiä on aiheuttanut röntgenlaitteen käyttö Uljas-asemien läheisyydessä. Yhdessä tapauksessa säteilytaso ei ylittänyt hälytysrajaa, mutta kohonnut säteilytaso havaittiin anturien ja reaaliaikaisen tiedonsiirron ansiosta.

Vanha valvontaverkko aiheutti vuosittain lukuisia virrehälytyksiä, jotka aiheuttivat paljon ylimääräistä työtä STUKille ja pelastuslaitoksille. Tietojen analysointi on kuitenkin Uljas-asemassa parantunut. Sen ansiosta laitevioista ennen aiheutu-

neet hälytykset pystytään nykyään karsimaan pois kokonaan.

Tulevaisuuden spektrometrit

Säteilyvalvontaverkon aseman vaatimukset ja toiminta suunniteltiin STUKissa. Yksi tärkeimmistä periaatteista oli laajennettavuus. Vaatimusten kirjoittamishetkellä kaupallisesti saatavilla olleet spektrometrit eivät olleet riittävän hyviä ympäristömittauksiin. Uljas-aseman suunnittelussa otettiin kuitenkin huomioon mahdollisesti tulevaisuudessa tarjolla olevat paremmat spektrometrit. Uljas-aseman ohjelmistot sekä laiterajapinnat suunniteltiin ja toteutettiin siten, että spektrometrien liittäminen Uljas-asemaan on mahdollista.

STUK aloitti LaBr3-spektrometrien tutkimisen vuonna 2007. Kokemukset ovat olleet rohkaisevia, ja STUK asentaakin LaBr3-spektrometrit kotimaisten ydinvoimalaitosten ympäristössä sijaitseville Uljas-asemille vuoden 2009 aikana.

*Laboratorionjohtaja KAJ VESTERBACKA,
STUKin Ympäristövalvonta ja
valmius-laboratorio*

Yksi Uljas-valvontaverkon antureista on Suomenlinnassa.



Kaj Vesterbacka, STUK



ESARDAn presidentti Elina Martikka johti puhetta avaussessiossa.

Ydinmateriaalivalvonnan asiantuntijat kokoontuivat Vilnassa

Eurooppalainen ydinmateriaalivalvonnan tutkimus- ja kehittämisjärjestö ESARDA (European Safeguards Research and Development Association) järjesti 31 vuosittaisen kokouksensa Liettuan Vilnassa 26.–28.5.2009. Kokous oli järjestön 40-vuotisjuhlasymposium.

Vaikka tilaisuutta varjosti Pohjois-Korean aivan symposiumin alla 25.5. tekemä ydinkoe, yhteinen näkemys ydinmateriaalivalvonnan tärkeydestä myös tulevaisuudessa, IAEA:n valvonnan vahvistaminen ja ESARDAn rooli valvontamenetelmien kehittämisessä sekä erityisesti kansallisten viranomaisten rooli IAEA:n valvonnan osana olivat kantavia teemoja avaussessiossa. Esityksiä pitivät muun muassa IAEA:n apulaispääjohtaja Olli Heinonen sekä Euroopan komission johtajat Rudolf Schenkel ja Do-

minique Ristori.

ESARDA on vuonna 1969 perustettu järjestö, jonka tavoitteena on auttaa eurooppalaista ydinmateriaalivalvontayhteisöä kehittämään alan valvontajärjestelyjä ja -menetelmiä. ESARDAssa on 25 jäsenorganisaatiota 14 eri maasta ja Euroopan komissiosta, jota edustavat sekä EU:n alueella ydinmateriaalivalvontaa suorittava Euratom että EU:n yhteiset tutkimuskeskukset. Suomesta jäsenenä on Säteilyturvakeskus (STUK).

ESARDA järjestää kaikille ydinmateriaalivalvonnasta kiinnostuneille avoimen symposiumin joka toinen vuosi. Näihin symposiumeihin osallistuu asiantuntijoiden lisäksi usein myös alaa opiskelevia tulevaisuuden asiantuntijoita. Väli vuosina ESARDA järjestää vain jäsenilleen tarkoitetun suppeamman kokouksen Luxemburgissa.

Vilnan symposiumin teemoina olivat IAEA:n vahvistettu ydinmateriaalivalvonta ja muuttuva Eurooppa sekä Euroopan ydinmateriaalivalvonta osana kansainvälistä valvontajärjestelmää. Esitelmää pidettiin yhteensä noin sata. Symposiumiin osallistui noin 150 Euroopan komission, kansallisten viranomaisten, ydinlaitosten, tutkimuskeskusten ja yliopistojen ydinmateriaaliasiantuntijaa. Kutsuvieraina olivat myös kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja EU:n ulkopuolisia asiantuntijoita muun muassa Japanista ja USA:sta. Suomesta symposiumiin osallistui kahdeksalla esityksellä STUK, johtotähtenään ESARDAn nykyinen presidentti Elina Martikka.

ESARDAn toimintaan voi tutustua internetissä osoitteessa <http://esarda2.jrc.it/about/index.html>.

Bulgarian säteilyn käytön turvallisuutta parannettiin suomalaisen mallin mukaisesti

STUK osallistui vuoden kestävään yhteistyöprojektiin, jolla parannettiin säteilyn lääketieteellisen käytön turvallisuutta Bulgariassa. Suomalaista osaamista jaettiin EU:n Twinning-projektissa, johon osallistui STUKista 17 asiantuntijaa. Projekti päättyi toukokuussa 2009.

Säteilysuojelun asiantuntijajoukko Bulgariassa on hyvin pieni, mutta osaava. Terveysturvallisuuden rakenteen on siellä kuitenkin erilainen kuin Suomessa. Säteilyn käyttöpaikoista puuttuu systemaattiseen laatuajatteluun koulutettu henkilökunta ja materiaaliset resurssit. Lisäksi yhteistyö viranomaisen ja säteilyn käyttöpaikkojen välillä on hyvin vähäistä. Säteilyturvallisuutta parannettiin hankkeessa suomalaisen mallin mukaisesti, viranomaisen ja säteilyn käyttäjien yhteistyönä. Yhteistyöllä saatiin vuodessa aikaan se, mitä Suomessa on tehty paljon pidemmällä aikavälillä.

Päänavaus keskustelulle

Potilasturvallisuutta parannettiin kolmessa koulutustapahtumassa, joissa käsiteltiin poikkeavien tapahtumien ehkäisemistä sädehoidossa, sädehoidon ja röntgen diagnostiikan dosimetriaa sekä klinistä auditointia. Tapahtumat avasivat keskustelua näistä aihepiireistä ensimmäistä kertaa Bulgariassa. Ammatilliset yhdistykset osoittivat kiinnostustaan muun muassa siten, että ne halusivat ottaa aiheet jatkokäsittelyyn omiin seminaareihinsa ja osal-

Toukokuussa pidettiin hankkeen päätöskokous, johon osallistuivat muun muassa toimistopäällikkö Ritva Bly (STUK), potilaan säteilysuojelun asiantuntija Madan Rehani (IAEA) sekä suurlähettiläs Kauko Jämsén (Suomen suurlähetystö, Sofia).



listua kansallisen ohjeistuksen tuottamiseen yhteistyössä viranomaisen kanssa.

Yhteistyö oli hedelmällistä puolin ja toisin

STUKissa valmistauduttiin yhteistyöhön käymällä läpi omia laatudokumentteja sekä tarkistamalla omia ohjeita ja mittausmenetelmiä. Näitä käytettiin pohjamateriaalina ja esimerkkeinä. STUKilla oli projektissa asiantuntijarooli ja varsinainen työ tehtiin bulgarialaisten voimin. He kehittivät mittanormaalilaboratorionsa kalibroitimenetelmiä ja siihen liittyvää laatuksikirjaa. Sädehoidon laatuajattelua kehitettiin muun muassa perustamalla kansallinen auditointiryhmä, jota koulutettiin. Samalla STUK teki potilasannosvertailun kahdeksassa kolmesta sädehoitokeskuksesta. Se osoitti, että potilasturvallisuudessa on parannettavaa runsaasti.

Röntgen- ja isotooppidiagnostiikassa laadunvalvonta ei kuulunut projektiin, vaan siinä keskityttiin päivittämään potilasannoksen vertailutasoja. Kansallinen

potilasannosten keräys sujui hyvin ja tulosten tilastollisesta analysoinnista saat- toi STUK puolestaan ottaa oppia.

STUKin asiantuntijat tekivät työtä Bulgariassa yhteensä noin 68 henkilötyöviikkoa ja kouluttivat viittä STUKissa vierailutta bulgarialaista asiantuntijaa. Sen lisäksi projektin hallinnointi hoidettiin STUKin voimin. STUKilla oli myös Bulgariassa koko vuoden pysyvä projektin asiantuntija.

Projektin johtoryhmän arvion mukaan yhteistyö sujui erinomaisesti ja tuloksia saavutettiin asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Olot Bulgariassa olivat kotimaata vaatimattomampia ja hallinnollinen byrokratia osoittautui vanhoilliseksi ja mutkikkaaksi. Kuitenkin työtä tehtiin hyvässä hengessä ja STUKin asiantuntijat saivat ylistävää kiitosta bulgarialaisilta. Hankkeen tulokset julkaistaan tieteellisissä lehdissä ja kansainvälisissä kokouksissa.

Toimistopäällikkö Ritva Bly, Säteilyn käyttö terveydenhuollossa -yksikkö, STUK

Ihmisen aikaansaama radioaktiivinen säteily on tiukan valvonnan alla

Ympäristössä esiintyvää radioaktiivista säteilyä valvotaan jatkuvasti monilla toisiaan täydentävillä tavoilla. Äärimmäisen herkät laitteistot pystyvät erottamaan ilmasta radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia, jotka ovat jopa alle miljardisosia väestön suojaustoimenpiteitä aiheuttavasta pitoisuudesta. Tässä todella pätee "no news is good news".

Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää kymmenen eri seurattavaa kohdetta, ilmasta ja vesistä elintarvikkeisiin ja ihmisiin. Valvonta koskee ympäristön keinotekoisia radioaktiivisia aineita – siis ihmisten toiminnasta syntynyttä säteilyä. Yksi säteilyn lähde on ylitse muiden.

"Vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuuden jäämät peittävät kaiken muun alleen, vaikka laskeuman cesium-137 ja strontium-90-pitoisuudet ovatkin hi-

taasti laskeneet. Enää niitä näkyy metsien luonnontuotteissa. Kaikki maataloustuotteet ovat täysin puhtaita. Todella pieniä määriä näkyy pintavettä käyttävien vesilaitosten tuottamassa kraanavedessä", sanoo STUKin Tutkimus ja ympäristövalvonta -osaston apulaisjohtaja Raimo Mustonen.

Ennen Tshernobyliä ympäristöön tuli radioaktiivisuutta 1950- ja 1960-luvuilla ilmakehässä tehdyistä ydinkokeista.

Ympäristön keinotekoisien säteilyn osuus suomalaisten säteilyannoksesta on

alle yhden prosentin. Valtaosa keskiarvosuomalaisen säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Yksin sisäilman radonkaasu aiheuttaa yli puolet säteilyannoksesta.

"Luonnon radioaktiivisuuden sisällyttämisestä ympäristön valvontaohjelmaan ei vielä ole aloitettu keskustelua. Jos sen helposti voisi ottaa mukaan valvontaan, niin näin kannattaisi tehdä", Mustonen sanoo. "Sisäilman radonista puhutaan paljon, mutta sen lisäksi porakaivot ovat



Suomessa todellinen ongelma. Kalliope-
rästämme löytyvät kaikki uraaniketjun
radioaktiiviset aineet.”

Itämeren maat vaihtavat tietoja vapaasti

Vakiomittaukset ympäristön radioaktii-
visuuden valvomiseksi on kirjattu lain-
säädäntöömme ja perustuvat EU:n Eu-
ratom-sopimuksen määräyksiin ja suo-
situksiin. Suomessa mittaukset ovat eu-
rooppalaisia määräyksiä vähän laajem-
mat. Mukaan on otettu myös ihmisten
kehossa olevien radioaktiivisten aineiden
mittaus. EU kerää yhteenvetotiedot kai-
kista maista ja raportoi niistä vuosittain.
Suomen tulokset julkaistaan STUKin ym-
päristön säteilyvalvontaa koskevassa ra-
portissa.

”Myös Eurooppa-tasolla Tshernobyl
peittää ylivoimaisesti kaiken muun al-
leen. Vuonna 1992 tuli Sosnovyi Borista
pieni päästö lyhytikäisiä nuklideja; muu-
ta ei ole ollut Tshernobylin jälkeen”, Mus-
tonen toteaa.

Itämeren ympärysvaltiot ovat keske-
nään sopineet, että kaikkien maiden tie-
dot ovat luettavissa erillisistä tietokan-
noista ilman eri pyyntöä. Vuonna 2001
voimaan tullut sopimus koskee Itäme-
ren neuvoston kymmentä jäsenmaata,
mukaan lukien Norja ja Islanti. Ranska
ja Valkovenäjä ovat olleet mukana tark-
kailijoina ja ilmoittaneet haluavansa liit-
tyä sopimukseen.

”Alussa sopimus koski ulkoisen sätei-
lyn tiedonvaihtoa. Sopimuksen voimas-

saoloaikana tiedoissa ei ole kertaakaan
ollut poikkeamia. Nyt tiedonvaihtoon
on otettu mukaan myös ilman radioak-
tiiviset aineet, joten hyvinkin pienet pi-
toisuudet näkyvät”, Mustonen sanoo.

Maaailman paras säteilyvalvontaverkko

Suomessa ulkoista säteilyä valvotaan ko-
ko maan kattavalla reaaliaikaisella sätei-
lyvalvontaverkolla, jossa on 254 STU-
Kin automaattista mittausasemaa. Vast-
ikään uudistetussa verkossa hälytysraja
on onnistuttu laskemaan neljännekseen
siitä, mitä se oli aikaisemmin. Jos sätei-
lyä on enemmän kuin 0,4 mikrosiever-
tiä tunnissa tai vaihtoehtoisesti se ylit-
tää 0,1 mikrosievertillä tunnissa aseman
normaalin säteilytason, detektori hälyt-
tää. Anturissa on kolme detektoria; jos
yksi ei toimi, asema antaa siitä vikailmoi-
tuksen.

”Tänä vuonna verkkoa vielä täydenne-
tään, kun 20–25 asemaan liitetään spek-
trometrit. Ne pystyvät erottamaan eri ra-
dioaktiiviset aineet toisistaan, joten häly-
tyksen lisäksi tulee tietoa, mistä on kysy-
mys”. Mustonen sanoo.

Käytännössä verkosto on toistaiseksi
näyttänyt pelkästään maaperästä tule-
vaa luonnon säteilyä. Sen huomaa siitä-
kin, että talvella säteilytaso on alhaisem-
pi – lumipeite toimii eristeenä.

Uumajan teollisuusmittaus näkyi Rovaniemellä

Ulkoisen säteilyn valvontaverkon lisäksi
Suomessa on yhdeksällä paikkakunnalla

ilmahiukkaskerääjät, joita käytetään ul-
koilman radioaktiivisten aineiden val-
vontaan. Kahdeksan asemaa on STUKin
ja yksi Puolustusvoimien ylläpitämä. Li-
säksi voimayhtiöillä on omat asemansa
voimaloiden yhteydessä Loviisassa ja Ol-
kiluodossa.

Ilmahiukkaskerääjissä suuri määrä il-
maa pumpataan suodattimien läpi. Suo-
dattimiin kertyneet radioaktiiviset ai-
neet analysoidaan laboratoriossa. Näin
voidaan havaita myös äärimmäisen pie-
net muutokset ilman radioaktiivisten ai-
neiden pitoisuuksissa.

”Hiukkaskerääjissä näkyy useita ker-
toja vuodessa jotakin muuta kuin Tsher-
nobyl-jäämiä. Esimerkiksi ilmassa ole-
va radioaktiivinen jodi voi olla peräisin
monesta eri paikasta”, Mustonen toteaa.
”Jos sairaalassa käytetään jodia, ilman-
vaihdon kautta pääsee jo sen verran ulos,
että se huomataan.”

”Teollisuudessa käytetään radioaktii-
visia merkkiaineita virtausmittauksissa.
Kun Vuosaarella tehtiin tällainen testi,
se huomattiin Roihupellon valvonta-ase-
malla. Huippu oli kuitenkin, kun Ruotsin
Uumajassa tehti teollisuusmittaus huo-
mattiin Rovaniemellä!”

Kerääjän herkkyys on tasoa 0,1 mikro-
becquerelia kuutiometrissä ilmaa. Se vas-
taa yhtä radioaktiivista hajoamista kuu-
tiometrissä ilmaa neljän kuukauden ai-
kana. Vertailun vuoksi: Huoneilman ra-
donpitoisuuden raja-arvo on 400 becque-
relia kuutiometrissä ilmaa, mikä vastaa
400 radonin hajoamista joka sekunti.

Ydinvoimalat ovat vastuussa oman ympäristönsä valvonnasta

Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta on voimayhtiöiden vastuulla. STUK on valvova viranomainen, joka asettaa vaatimukset ja tarkastaa toimintaa.

STUK on tarkoin määritellyt, miten ydinvoimaloiden ympäristöä pitää valvoa, mitä pitää mitata ja miten raportoida. Voimayhtiöiden kuuluu raportoida päästötiedot ja ympäristön säteilytiedot STUKille neljä kertaa vuodessa. STUK puolestaan käy ympäristön kokonaistilanteen tarkkaan läpi vähintään kerran vuodessa.

”Emme mittaa ydinvoimalaitosten päästöjä, mittaaminen on niiden omalla vastuulla”, kiteyttää STUKin ydinvoimalaitosten säteilysuojelun valvontaa toteuttavan toimiston päällikkö Olli Vilkkamo.

Yhtiöt voivat kuitenkin ostaa riippumattomia ympäristön säteilymittauksia STUKin laboratorioilta ja käytännössä niin tekevätkin, sillä tutkimusosaston herkat mittausten menetelmät ja -laitteet ovat usein Suomen parhaita.

Tuhansia lukuja raportoitavana

Ydinvoimaloille on määrätty pitkä lista asioita, joita niiden lähiympäristössä pitää valvoa. Ulkoista säteilyä mitataan jatkuvalla mittauksella sekä voimalan lähellä että viiden kilometrin etäisyydellä. Olkiluodossa on parikymmentä reaaliaikaista mittaria, Loviisassa hieman vähemmän.

Ydinvoimalan vastuulla on myös tutkia radioaktiivisuutta ilman hiukkasista, sadevedestä, maaperästä, luonnontuotteista ja riistasta sekä maan indikaattoriorganismeista. Maataloudesta pitää tutkia laidunruohoa, maitoa, puutarhatuotteita, viljaa ja lihaa; vesiympäristöstä puolestaan talousvettä, merivettä, meriympäristön indikaattoriorganismeja, kaloja, sedimentoituvaa ainesta ja pohjasedimenttejä. Lisäksi lähiseudun asukkaille tehdään kokoke-

homittauksia.

”Raportoitavia lukuja on tuhansia”, Vilkkamo toteaa.

”Kun suomalaiset laitokset käynnistyivät 1970-luvulla, ne lisäsivät säteilyä lähikennallisesti lähiympäristössä muutaman promillen normaaliin luonnonsäteilyyn verrattuna”, Vilkkamo sanoo. ”Sitten ympäristövaikutus on pienentynyt, kun esimerkiksi Loviisassa on otettu käyttöön järjestelmä, joka poistaa cesiumjäämät jätevedestä.”

”Euroopassa on reilusti yli sata ydinvoimareaktoria toiminnassa. Tshernobyliä ja muutamaa pienempää poikkeusta lukuun ottamatta häiriöitä, joissa valvontajärjestelmät olisivat osoittaneet muutoksia ympäristössä, on sattunut hyvin vähän. Sveitsissä kyllä oli tällainen tilanne, kun aktiivinen suodatinmassa häipyi pölynä laitoksen ulkopuolelle”, Vilkkamo kokoa.

Näytteet kaivetaan vaikka pohjamudista

Kesäkausi on kiireellistä aikaa tutkimusteknikko Kari Huuselle. Kesällä luonto on täynnä elämää ja silloin on otollisin aika kerätä erilaisia näytteitä ympäristön säteilymääryiksi varten. Huusela vastaa STUKin Nuklidianalytiikka-laboratorion palvelu- ja tutkimushankkeiden näytteenotosta.

”Minulle kuuluvat ydinvoimaloiden ympäristötarkkailunäytteet. Päivittäisnäytteet esimerkiksi sadevedestä voimalahenkilökunta ottaa itse ja lähettää STUKille tutkittaviksi. STUK puolestaan hoitaa muutaman kerran vuodessa otettavat näytteet esimerkiksi merivedestä, kaloista, pohjaeläimistä, rakkoleivistä ja muista vesikasveista, sedimenteistä, maaperästä, maakasveista, sienistä ja marjoista.”

”Puutarhatuotteiden osalta käymme sovittujen henkilöiden

luona ja paikallinen metsästysyhdistys toimittaa riistanäytteet, hirveä tai jänistä”, hän kertoo.

Joidenkin näytteiden otto on tavallista hankalampaa. Sini-simpukoita, rakkoleviä ja muita vesikasveja kerätään sukeltamalla. Viime vuonna Huusela teki muutamia kymmeniä näytteidenottosukelluksia.

”Rakkolevä on erittäin tehokas keräämään sisäänsä kaikenlaista, joten se on hyvä indikaattoriorganismi”, Huusela toteaa.

”Kalanäytteet kalastamme itse. Meillä on neljä näytelajia, jotka käyttävät erityyppistä ravintoa: hauki, silakka, lahna ja ahven. Kautemme alkaa maaliskuussa ja loppuu marras-joulukuussa”, hän toteaa. ”Talvella huollamme veneet ja mittausvälineet.”



Itämeren pohjassa Tshernobyl näkyy vielä pitkään

Suomessa seurattiin Itämeren radioaktiivisia aineita jo 1960-luvulla, kun haluttiin tutkia varsinkin Novaja Zemljalla tehtyjen maanpäällisten ydinkokeiden vaikutuksia ja kaukokulkeutumia.

"Aina 1980-luvulle asti Itämeren radioaktiivisuusmittauksissa näkyivät 1950- ja 1960-lukujen ydinkokeiden aiheuttamat globaalit laskeumat", sanoo STUKin Tutkimus ja ympäristövalvonta -osaston johtaja Tarja K. Ikäheimonen. Ydinasekoikeista tullut laskeuma sisälsi pääosin cesium-137- ja strontium-90-isotooppeja.

"Säteilytaso oli kuitenkin niin alhainen, että mittaustuloksista pystyttiin erottamaan Tanskan salmien kautta Itämereen levinneitä ydinvoimaloiden jälleenkäsittelylaitosten jätteitä, etenkin Sellafieldistä tulleita päästöjä. Sitten tuli Tshernobyl 1986 ja sekoitti koko pakan."

Arvioidaan, että maapallon merialueista Itämeri sai eniten Tshernobyl-laskeumaa. Ensimmäinen radioaktiivinen pilvi onnettomuudesta kulkeutui ilmavir-

Tshernobylin onnettomuuden vuoksi Itämeri on radioaktiivisuuden saastuttama merialue, mutta radioaktiivisuutta ei kuitenkaan ole ihmisille haitaksi asti. Ilman suuria lisäpäästöjä Itämeren veden radioaktiivisuuden arvioidaan laskevan Tshernobyliä edeltävälle tasolle noin 10 vuoden päästä. Sedimenteissä onnettomuuden vaikutus näkyy kuitenkin vielä ainakin 100 vuotta.

tausten mukana suoraan kohti Itämerta. Cesium-137-pitoista laskeumaa syntyi hyvin epätasaisesti, riippuen paikallisista sadekuuroista. Merialueille eniten laskeumaa tuli Suomenlahden pohjukkaan ja Selkämeren alueelle.

”Ennen Tshernobylin onnettomuutta Itämeren vedessä oli cesium-137-radioaktiivisuutta keskimäärin noin 15 becquerelia kuutiometrissä vettä. Korkeimmillaan pitoisuus oli Tanskan salmissa noin 30 Bq/m³. Onnettomuuden jälkeen mitattiin avomeripisteissä cesium-137-pitoisuuksia useita satoja becquerelija kuutiometrissä ja joissakin rannikkopisteissä jopa tuhan-sia”, Ikäheimonen sanoo. ”Alueelliset vaihtelut olivat hyvin suuret.”

Veden radioaktiivisuudesta osa sedimentoituu

Sattumoisin Tshernobyl-vuonna 1986 Itämeren alueellinen yhteistyö radioaktiivisten aineiden osalta alkoi Helsinki-komission Helcomin puitteissa. Helcomin Mors-projekti (Monitoring of radioactive substances in the Baltic sea) oli lähtenyt liikkeelle halusta tarkistaa ja valvoa pitkäaikaisten radionuklidien käyttäytymistä Itämeressä. Mors-yhteistyössä ovat mukana kaikki Itämerta ympäröivät maat ja niiden lisäksi EU ja Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA.

”Jokaisella maalla on oma valvontaohjelmansa, jonka tulokset raportoidaan vuosittain Helcomin tietopankkiin. Suomessa analysoidaan vakio pisteistä merivettä, pohjasedimenttejä, kaloja, leviä ja pohjaeläimiä. Mors-asiantuntijaryhmässä käymme vuosittain koottuja tuloksia läpi”, sanoo Ikäheimonen, joka on asiantuntijaryhmän jäsen. ”Seuraamme ja arvioimme, mutta emme pääätä toimenpiteistä.”

Radioaktiivinen cesium vähenee vedestä kolmella eri tavalla. Osa sedimentoituu merenpohjaan, osa valuu pois veden mukana Tanskan salmien kautta ja kokonaismäärä vähenee isotoopin hajoamisen kautta. Cesium-137-isotoopin puoliintumisaika on noin 30 vuotta.

”Itämeren cesium-pitoisuuden tavoitetasona pidämme tilannetta ennen Tshernobyliä. Tällä hetkellä pitoisuus on keskimäärin 40 becquerelia kuutiometrissä vettä, siis reilu kaksinkertaisesti yli tavoitetason. Ilman mitään suuria lisäpäästöjä tavoitetaso veden radioaktiivisuuden osalta saavutetaan laskujemme mukaan noin vuonna 2020”, Ikäheimonen toteaa.

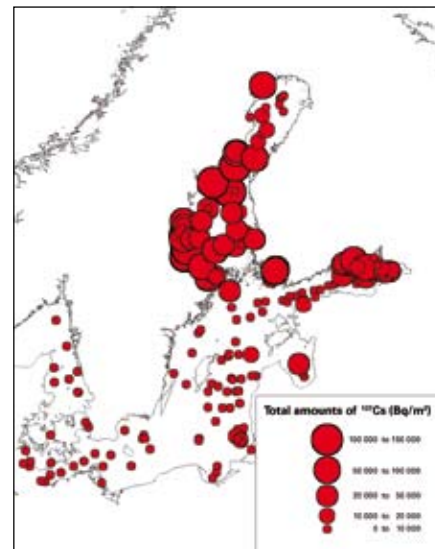
”Sedimentit ovat aivan toinen asia. Niihin laskeutuu koko ajan lisää radioaktiivisuutta vedestä ja poistumaa on ainoastaan hajoamisen kautta. Cesium-pitoisuus on hyvin epätasaisesti jakautunut, eniten sitä on Selkämeren ja itäisen Suomenlahden syvänteissä. Sedimenttien radioaktiivisuuden palautumiseen Tshernobyliä edeltävälle tasolle menee yli sata vuotta.”

Itämeren cesiumista alle prosentti voimalaitoksista

”Itämeren kaloissa ei ole näkynyt radioaktiivista saastumista samalla tavalla kuin sisävesien kaloissa. Suolaisessa vedessä radioaktiivisuutta kertyy kalaan eri lailla kuin makeassa vedessä”, Ikäheimonen sanoo. ”Itämeren kaloista ei ole missään vaiheessa tarvinnut antaa käyttösuosituksia. Esimerkiksi hauessa on Itämeressä muutama kymmenen becquerelia kilossa, kun sisävesissä sitä saattaa paikoin olla tuhan-sia.”

Mors-yhteistyöhön piiriin kuuluu myös ydinlaitosten päästörekisteri, johon maat raportoivat kaikkien Itämeren alueella olevien laitostensa päästöt. Ydinvoimalaitosten lähiympäristön tilan seurannasta jokainen maa huolehtii kansallisesti. Päästörekisteri on STUKin ylläpitämä. Suomesta rekisteriin raportoidaan tiedot Olkiluodon ja Loviisan ilmoittamista päästöistä.

”Suomalaisydinvoimaloiden edustalla näkyy paikallisissa kasveissa ja eläimissä muun muassa koboltti-60-isotooppia, jonka hajoamisaika on runsaat viisi vuotta. Jokaisen voimalaitoksen ympäristössä näkyy jotakin vähäistä, mutta laitosten päästöjen osuus Itämeren sisältämästä cesiumista on reilusti alle prosentin. Voima-



Cesium-137:n kokonaismäärät (Bq m⁻²) Itämeren havaintopaikkojen pohjasedimenteissä 2000-luvun alussa.

laitosten määrällisesti suurimmat päästöt ovat tritiumia, mutta tritium on harmitomampi radionuklidi ja kohonnut pitoisuus näkyy vain laitosten lähellä”, Ikäheimonen toteaa.

Säteilyn vaikutus eliöstöön aiotaan selvittää

Cesium-137:ä seurataan tällä hetkellä tarkimmin, koska se on Tshernobyl-laskeuman jäljiltä merkittävin ympäristö-sämme oleva keinotekoinen radionuklidi, ja ravintoketjussa se kulkeutuu aina ihmiseen asti.

Luonnon nuklidien osuus ympäristön säteilystä on paljon korkeampi kuin keinotekoisien säteilyn osuus. Esimerkiksi luonnon kalium-40-isotooppia on ympäristössä keskimäärin enemmän kuin cesium-137-isotooppia. Itämeren kalaa syömällä saatu säteilyannos tulee melkein kokonaan kalassa olevasta luonnollisesta polonium-210-isotoopista.

”Tietämyksemme mukaan Itämeren säteilystä ei ole haittaa eliöstölle. Tästä on kuitenkin hyvin vähän tietoa ja tarkoituksena on jatkossa selvittää asiaa tarkemmin Helcomin Mors-ryhmän puitteissa. Tutkinnan alle tulevat niin kalat kuin äyriäiset ja levätkin”, Ikäheimonen sanoo. Suomessa aiotaan määrittää myös poloniumin, lyijyn ja uraanin pitoisuuksia.

”Tähän kuuluu laaja laadunvalvontaohjelma, jotta voidaan varmistaa, että analyysit on tehty laadukkaasti ja eri maiden kaikki tiedot ovat vertailukelpoisia.”

Itämeren venäläismajakoiden säteilylähteet puretaan urakalla



Venäjäällä on Itämeren alueella, pääosin Suomenlahdella, yhteensä 87 majakkaa, jotka ovat niin kutsuttua RTG-tyyppiä (Radioisotope Thermoelectric Generator). Se tarkoittaa, että majakka itse tuottaa tarvitsemansa energian paikan päällä. Energialähteenä toimivan radioisotoopin hajoamisen kautta saadaan jatkuvasti lämpöä. Lämpöenergiasta osa käytetään majakan tarvitseman sähkön tuottamiseen. Venäläisten RTG-majakoiden energialähteenä on strontium-90, jonka puoliintumisaika on 29,1 vuotta.

”Kun tämäntyyppisiä majakoita ruvettiin rakentamaan 1970-luvulla, tekniikkaa pidettiin erinomaisena varsinkin pohjoisia alueita varten. Majakka toimii itseksensä vuosikausia ilman lisäenergian tarvetta. Paitsi Neuvostoliitossa niitä rakennettiin paljon myös Yhdysvalloissa, mutta siellä ne on jo vuosia sitten otettu pois käytöstä”, sanoo STUKin Asiantuntijapalvelut-yksikön päällikkö Heikki Reponen.

Neuvostoliitossa RTG-majakoita valmistettiin kaikkiaan yli tuhat kappaletta, niistä suurin osa sijoitettiin Jäämerelle pitkin Koillisväylää, mutta myös Itämerelle sekä vuoristoon lentomajakoiksi pitkin Neuvostoliiton etelärajaa. Muutama rakennettiin jopa Etelämantereelle.

”Järjestelmä toimi hyvin niin kauan, kun Neuvostoliitolla riitti sille vartiointia. Nyt resurssit kuitenkin ovat vähentyneet ja vartiointi löystynyt. Samalla majakoiden säteilylähteen elinkaari on loppumassa ja vähitellen syntyy teknisiä ongelmia. Suojakuoren tiiviys heikkenee, säteilylähde murenee ja sen purkamisesta tulee vaikeata ja kallista”, Reponen toteaa.

”Majakoista on tullut turvallisuusriski, kun ihmisiä käy ottamassa esimerkiksi osia säteilylähteen metallikuoresta omaan käyttöön tai myyntiin romuliikkeelle. Kävijät voivat tietämättömyyttään saada aikaan mitä vaan – eräs-

Itämeren alueella aloitetaan tänä kesänä purkuoperaatio, jossa säteily-energialla toimivat venäläiset majakat muutetaan aurinkoenergialla toimiviksi. Kansainvälisen hankkeen projektiasiantuntemus tulee Norjasta: norjalaisilla on pitkä kokemus vastaavasta työstä Pohjoisen Jäämeren meriväylillä. STUK on hankkeessa mukana ulkoasiainministeriöltä tulevan osarahoituksen valvojana ja säteilyriskien asiantuntijana.

kin Suomenlahden majakka on vaurioitunut sen viereen tehdystä nuotiosta.”

Strontiumista voisi tehdä likaisen pommin

Norja on jo kymmenkunta vuotta tehnyt yhteistyötä Venäjän kanssa Pohjoisen Jäämeren majakoiden radioisotooppien poistamiseksi. Norjalaisten intressissä on osoittaa pohjoisten kalastusvesien olevan puhtaat. Niinpä he ovat rahoittaneet säteilylähteiden purkamisen 180 RTG-majakasta Barentsin–Karanmeren alueella.

Karanmerestä itään, pitkän Koillisväylän, Yhdysvallat on ydinsulkusopimuksen puitteissa yhdessä Venäjän kanssa tehnyt samanlaista työtä. Kaukoidässä, Kamtshatkan alueella, venäläisten yhteistyökumppanina on ollut Japani. Ydinsulkusopimuksen (non-proliferation treaty) tarkoitus on varmistaa, ettei ydinmateriaaleja siirretä rauhanomaisesta käytöstä ydinräjähteisiin.

”Majakoissa olevat säteilylähteet soveltuisivat niin sanotun likaisen pommin tekemiseen. Säteilevän aineen määrä on yllättävän suuri: kolmessa, neljässä majakassa on radioaktiivista aihetta yhteensä saman verran kuin yhdessä ydinsukellusveneessä”, Reponen sanoo. ”Säteilylähteiden purku kuuluu terrorisminvastaiseen työhön. USA on jo varustanut kaikki Suomenlahden pohjukan venäläiset RTG-majakat hälytysjärjestelmällä varkauksia vastaan.”

Pari vuotta sitten, kun norjalaisille häämötti urakan loppu Jäämerellä, Venäjä ehdotti että purkuyhteistyötä jatkettaisiin Itämeren alueella. Norja kuitenkin halusi Ruotsin ja Suomen mukaan – maantieteellisesti Norjan intressit Itämerellä ovat paljon pienemmät kuin Jäämerellä. Ruotsi

ei ainakaan vielä ole lähtenyt mukaan. Suomessa ulkoasiainministeriö piti asian tärkeänä ja näin Suomi panostaa kolmen vuoden aikana STUKin kautta 1,5 miljoonaa euroa hankkeeseen. Ranska-kin on työssä mukana ja keskittyy neljään majakkaan, joissa on kaikista voimakkaimmat säteilylähteet.

”Norja tuo tähän projektiosaamistaan ja panostaa 5–8 miljoonaa euroa. Pitää nostaa hattua sille, että maa on mukana rahoittamassa Itämeren puhdistustyötä”, Reponen toteaa.

Säteilylähteet majakoista Majakiin

Itämeren alueella Venäjän RTG-majakoista 11 kappaletta on Kaliningradin edustalla. Suomenlahden pohjukassa niitä on yhteensä 76. Esimerkiksi laivaväylät Viipuriin ja Suomenlahden etelärannikolla olevaan Ust-Lugaan on reunustettu majakoilla ja johtoloistoilla. Majakoita on myös monta itäisen Suomenlahden suurten saarten ympärillä. Baltian maiden rannikoilla Venäjä purki itse majakoiden säteilylähteet siinä vaiheessa, kun Viro, Latvia ja Liettua itse näistyivät.

”Kesällä alkavassa ensimmäisessä vaiheessa tarkoituksena on purkaa säteilylähteet Kaliningradin majakoista sekä majakoista Ust-Lugan ja Lavan saaren ympäristössä”, Reponen sanoo. Aikaisemmin STUK on tehnyt yhteistyötä Venäjän kanssa ydinturvallisuuskysymyksissä, mutta majakkayhteistyö on uutta.

Käytännössä purkutyö tarkoittaa, että irrotetaan säteilylähteet kuorineen ja kuljetetaan ne Moskovaan. Moskovassa on kuumakammiolaitos, missä strontiumisotopipilähteet poistetaan, siirretään suojaäiliöön ja kuljetetaan pitkäaikaissäilytykseen Tsheljabinskissä

olevaan Majakin laitokseen.

Majakat muutetaan aurinkokennoilla toimiviksi, kuten kaikki uudenaikaisemmat majakat Venäjällä. Koska ne sijaitsevat pohjoisilla alueilla, tarvitaan suuret akustot sähköenergian varastoinniseksi pimeää vuodenaikaa varten. Suomenlahdella aloitetaankin työ akuston asennuksella. Reposen mukaan itse majakkarakennuksiin tulee myös korjauksia, kun akustoille pitää saada tarpeeksi iso ja kuiva tila.

”STUKin tehtävänä on antaa asiantuntija-apua purkutyön valvonnassa. Meillä ei ole aikaisempaa suoranaista kokemusta tällaisesta työstä. Meille kuuluu arvioida riskit, kun säteilylähde irrotetaan majakasta, siirretään rantaan, nostetaan kuljetusalukseen, kuljetetaan Ust-Lugan satamaan, ja siellä nostetaan kuljetusvälineeseen kuljetettavaksi Moskovaan”, Reponen selostaa.

”Irrotettava säteilylähde kuorineen on aika iso mötikkä, joka painaa muutamasta sadasta kilosta tonniin. Riskientarkastelussa on käynyt ilmi, että venäläisillä on ollut tapana nostaa se helikopterilla. Ainakin kerran on sattunut, että lasti irtosi ja tippui mereen. Sitä jouduttiin etsimään pitkään...”

Hallinnollisesti hanke toteutetaan samalla tavalla kuin norjalaisten yhteistyö majakoiden purkamisessa Jäämerellä. Viralliset yhteistyösopimuskumppanit ovat Norjan Finnmarkin maaherra ja Murmanskin kuvernööri. Yhteistyö organisoidaan Finnmarkin maaherran toimiston kautta.

”Norja on asettanut hankkeen toteuttamisen ehdoksi, että Venäjä suhtautuu avoimesti kaikkien tietojen antamiseen. Norjalaiset ovat myös oppineet varovaisiksi ja sitoneet kaikki työt rahaliikenteeseen, että voidaan jatkuvasti valvoa töiden etenemistä”, Reponen toteaa.



TEKSTI HANNU VIRTANEN

Kylmän sodan uhrit

Heinäkuussa 1961 neuvostoliittolaisella K-19 sukellusveneellä sattui uhkaava ydinreaktorionnettomuus. Kahdeksan miehistön jäsentä joutui uhraamaan henkensä muun miehistön ja aluksen pelastamiseksi. Samalla saattoi pelastua koko maailma ydinaselkkaukselta.

1 950-luvun lopulla kylmä sota kuumenee ja Neuvostoliitto haluaa jotain jota USA:lla jo on. Se päättää ydinkäyttöisten ydinkärkihjuksilla varustettujen sukellusvenien rakentamisesta. Ne voivat uhata vihollisen suurkaupunkeja kätköistään merten syvyyksissä. USA:n etumatkan kiinni kuromiseksi muun muassa alusten turvajärjestelmissä jouduttiin kuitenkin tinkimään.

K-19:n kastamisseremoniakaan vuonna 1959 ei sujunut odotusten mukaisesti, sillä shampanjapullo ei rikkoutunut osuessaan aluksen kylkeen. Miehistö piti tapahtumaa huonona enteenä. Monet ikävyydet seurasivatkin aluksen kulkua pohjoisilla merillä koko sen vuonna 1991 tapahtuneeseen käytöstä poistoon asti.

Viikkokausia yhtäjaksoisesti merillä vaanineet sukellusveneet kissa ja hii-ri -leikkeineen risteilivät aika ajoin hermoja raastavissa olosuhteissa. Yli satapäisten miehistöjen toiminta suljetuissa ja ahtaissa tiloissa edellytti tehtävien ja käskyjen ehdotonta täyttämistä. Heinäkuussa 1961 tämä kurinalaisuus ja uhraturvaisuus saattoi estää jopa vakavan ydinaselkkauksen syntymisen Kuuban

kriisin kärjistämissä kylmän sodan tunnelmissa.

Ydinsodan pelko vaikutti ratkaisuihin

Kapteeni Nikolai Zatejevin komentama K-19 oli 4. heinäkuuta 1961 harjoituksissa Pohjoisella Atlantilla lähellä Grönlannin etäosaa. Harjoitusten aikana aluksen kahden PWR-tyyppisen ydinreaktorin jäähdytysjärjestelmään tuli vakava vuoto. Tämä johti jäähdytyspumppujen pysähtymiseen. Aktiivisen reaktorin lämpötila nousi hallitsemattomasti 800 celsiusasteeseen, mikä merkitsi vaaraa polttoainesauvojen sulamisesta. Kapteenin vaatimuksista huolimatta alukseen ei ollut asennettu reaktoreiden varajäähdytysjärjestelmää.

Myös K-19:n pitkän kantaman radiojärjestelmä kärsi ongelmista, eikä alus pystynyt olemaan yhteydessä ulkomaailmaan. Vaikka ydinreaktorionnettomuus ei olisikaan aiheuttanut varsinaista ydinsodan räjähdystä, kapteeni Zatejev pelkäsi, että onnettomuudesta aiheutuva räjähdys ja säteilyvuoto voitaisiin Yhdysvalloissa tulkita ydinasen laukaisuksi. Väärinkäsitys voisi pahimmillaan aiheuttaa niillä käytävän sodan. Zatejev halusi myös pe-

lastaa aluksen ja sen miehistön takaisin tukikohtaansa.

Reaktori jäähdytettiin juomavedellä

Viikkokausia kestäneen sukelluksissa olon jälkeen kapteenilta ja sen 139-henkiseltä miehistöltä vaadittiin nopeita päätöksiä ja toimenpiteitä. Kahdeksan miehistön jäsentä määrättiin rakentamaan improvisoitua jäähdytysjärjestelmää käyttämällä jäähdyttämiseen juomavettä. Aluksella ei ollut radioaktiivisuudelta suojaavia varusteita ja epäinhimillisissä oloissa tehty työ altisti tekijänsä voimakkaalle säteilylle.

Jäähdytysjärjestelmä saatiin kuitenkin toimintakuntoon kahdessa tunnissa ja reaktorin ytimen sulaminen estettiin. Korjaustöiden aikana radioaktiivinen höyry levisi aluksen ilmastointijärjestelmään. Osa aluksesta saastui pahoin ja koko miehistö sai huomattavan säteilyannoksen.

Korjausryhmän jäsenet kuolivat säteilyn aiheuttamiin vammoihin viikon sisällä onnettomuudesta. Lisäksi kaksikymmentä muuta miehistön jäsentä menehtyi muutaman vuoden kuluessa.



Amerikkalaisten apu torjuttiin

Vaikka aluksen radiojärjestelmä oli vaurioitunut, pintaan noussut K-19 sai lähetettyä hätäkutsun, jonka neuvostoliittolainen dieselkäyttöinen S-270 sukellusvene vastaanotti. Myös lähellä olleet amerikkalaiset sota-alukset kuulivat viestin ja tarjoutuivat auttamaan. Kapteeni Zatejev torjui kuitenkin avun ja purjehti kohtaamaan S-270:n, joka hinasi K-19:n tukikohtaansa Kuolan niemimaalle.

Alusta korjattaessa onnettomuuden syyksi havaittiin jäädytysjärjestelmää hitsattaessa tapahtunut virhe. Kahden vuoden kuluttua K-19 palasi aktiivipalvelukseen lempinimen "Hiroshima" saaneena.

Marraskuussa vuonna 1969 kovan onnen alus törmäsi yhdysvaltalaisen USS Gaton kanssa Barentsinmerellä 60 met-

rin syvyydessä. Alus selvisi vain vaivoin tukikohtaansa. 1972 helmikuussa K-19:llä syttyi tulipalo, jossa 28 miehistön jäsentä sai surmansa.

Miehistölle esitettiin Nobelin rauhanpalkintoa

K-19 poistettiin käytöstä 1991 ja se jäi odottamaan romutusta. Vuonna 2006 Neuvostoliiton entinen presidentti Mihail Gorbatšov esitti sukellusveneen elossa oleville miehistön jäsenille Nobelin rauhanpalkintoa 4. heinäkuuta 1961 tehdystä työstä. Kapteeni Nikolai Zate-

jev oli kuollut vuonna 1998.

Elokuussa 2006 venäläissyntyinen liikemies Vladimir Romanov osti romuttamatta jääneen K-19 sukellusveneen aikomuksenaan entisöidä siitä museo. Romanov oli itse palvellut aluksella vuosina 1966–1969. Aluksen kohtalosta valmistui vuonna 2002 myös amerikkalaiselokuva K-19: The Widowmaker.

LÄHTEET:

spb.org.ru/bellona; english.pravda.ru; www.nationalgeographic.com; en.wikipedia.org; www.hs.fi

Koko miehistö altistui radioaktiiviselle höyrylle.

Säteilyturvakeskus valvoo yleisöesityksien laserlaitteita osana ionisoimattoman säteilyn valvontaa.

”Käyttöpaikalla tulee tarkistaa sekä laitteet että lasersäteiden suuntaus”, ylitarkastaja Reijo Visuri kertoo. Laserlaitteita käytetään rocktapahtumista aina kirkkokonsertteihin. Silloin puhutaan suuritehoisista, yli viiden milliwatin laserlaitteista.

”Lasereita käyttävät usein suuret maailmanluokan tähtiartistit. Suuret tapahtumajärjestäjät myös hoitavat asiat hyvin, ilmoitukset osataan tehdä. Laserlaitteiden kanssa tullaan usein USA:sta tai Kanadasta, joissa myös turvallisuuskulttuuri on hyvä tämän tyyppisille laitteille. Silloin voi keskittyä säteiden tarkastamiseen, laitteistot ovat kunnossa.”

Ensitarkastuksessa laserlaitteiden vaimentimien, sulki-
mien ja käyttökytkinten pitää olla kunnossa, samoin kuin varoitusmerkintöjen sekä käyttö- ja turvallisuusohjeiden. Käyttöluvan saamisen jälkeen laserin käytöstä riittää ilmoitus ja käyttöä valvotaan lähinnä pistokokeina.

Laitteet halpenevat ja tekniikka kehittyy

Kun valvonta aloitettiin 1980-luvun loppupuolella, tarkastuksia oli viikoittain. 1990-luvun lama hillitsi yleisöläserien käyttöä. 2000-luku on merkinnyt uutta nousua.

”Laitteet ovat entistä halvempia ja tekniikka kehittyy. Aiemmin käytettiin vesijähdytteisiä kaasulasereita, joilla oli hintaa noin puoli miljoonaa markkaa. Nyt käytössä on ilmajähdytteisiä puolijohdelasereita, joita voi saada hyvinkin halvalla. Kunnolliset laitteet maksavat kymmenestä tuhannesta eurosta ylöspäin.”

Kaukoidästä tilatut laitteet ovat halvimpia.

”Laatutaso kulkee hinnan mukana. Euroopasta saa parempaa tavaraa – joka on myös kalliimpaa.”



Laserosoittimista on pidettävä leikki kaukana

Kun maailmantähtien rock-konserteissa punaiset, vihreät ja jopa siniset lasersäteet lävistävät savukoneiden tihentämää ilmaa, harva tulee ajatelleeksi Säteilyturvakeskusta. Juuri STUK kuitenkin valvoo, että lasereilla ei leikitä turvallisuuden tai terveyden kanssa.

STUK tekee myös ennakkoon yhteistyötä laserlaitteita hankkivien tahojen kanssa.

”Jos joku kysyy, pyydämme ennakkoselvitystä laitteesta”, Visuri kertoo. Kynnys toiminnan aloittamiseen yleislaserlaitteella on jo siinä, ettei käyttöluja ole aivan halpa. Ensitarkastus ja hyväksyntä maksavat yhteensä noin tuhat euroa.

”On tärkeää, että toiminnassa on tietty kynnys, sillä käyttäjille ei järjestetä koulutusta pätevyydestä. Tarvitaan siis ymmärrystä laserin vaaroista.”

Kun showlasereita hankitaan Euroopasta, kauppaan kuuluu myös koulutusta ja tietoa. Kun laitteita ostetaan suoraan Kaukoidästä, niiden mukana ei saada kunnollisia perusteita laserturvallisuudesta, eivät ne yleensä täytä laitevaatimuksia.

”Selkeää showlaserkoulutusta ei Suomessa myöskään järjestä kukaan.”

Valvoton käyttö on vaarallista

Onnettomuuksista on kokemusta. Viime kesänä uutisoitiin venäläisestä konemusiikkitapahtumasta, jossa lasereita suunnattiin yleisöön. Käytössä ollut laserlaitte oli hyvin suuritehoinen. Seurauksena oli pysyviä näkövammoja.

”Suoraan silmään tuleva säde on vaarallinen”, Visuri tähdentää.

”Tilan, jossa laseria käytetään, täytyy olla riittävän korkea. Jos lasersäde heijastuu peilipinnasta, se on yhtä vaarallinen. Säde ei vaimene heijastuessaan kiiltävästä pinnasta. Laserin nopea liike sen sijaan pienentää riskiä.”

Visuri kertoo esimerkkinä tilanteesta, kun Suomessa vuonna 1991 vierailleen ZZ Topin oli tarkoitus käyttää pyöriviä disco-palloja ja niiden kautta heijastettavaa laseria. Tämä kuitenkin kiellettiin.

Underground hengessä liikutaan riskirajoilla

”Yleisölasereista on tiedotettu joka vuosi. Silti vuosittain tulee muutama tapaus esimerkiksi konemusiikkitapahtumista, joissa on selkeää piittaamattomuutta turvallisuudesta”, Visuri kertoo.

Kun laserlaitteita ostetaan Kaukoidästä, eivät ne aina täytä laitevaatimuksia.

Tyypillistä on, että laserien käyttäjät ovat nuoria, käytöstä ei tule ilmoitusta STUKille ja riskejä on otettu kohdistamalla säteitä yleisöön. Visuri arvioi, että alan ammattilaiset toimivat moitteettomasti ja pieni underground-joukko osoittaa piittaamattomuutta. Valot, hajut, tunnelmat halutaan osaksi musiikkitapahtumaa ja samalla liikutaan kuitenkin vaarallisilla vesillä.

”Valvonta on haastavaa myös jatkossa.”

STUK valvoo myös osoitinlasereita

STUKin valvontaan kuuluvat tämän vuoden alusta alkaen myös kuluttajakäyttöön tarkoitetut paristo- ja akkukäyttöiset laserlaitteet, kuten laserosoittimet. Osoitimiin kuuluu kynälasereita, avaimenperiä sekä led-taskulamppuja. STUKille kuuluvat myös aseiden tähtäinlaserit samoin harrastevalineena käytettävät kuulapysyt, joissa käytetään lasereita.

Viime kesäkuussa luovuttiin laitteiden tyyppi hyväksynnästä. Sen sijaan tyyppitarkastusvaatimus säilyi ennallaan. Tyyppitarkastuksia tekee Työterveyslaitos. Kesällä 2008 muuttui myös laserosoittimien tehoraja: aikaisemman kolmen milliwatin sijaan sallitaan nyt vain yksi milliwatti.

Leluilla voi leikkiä, osoittimilla ei

Kuluttajaviraston valvontaan kuuluvat laserlelut, kuten lasten laserpyssyt, joissa voi olla myös hehkulamppu/ledvalo.

”Näitä voi turvallisesti käyttää. Sädetä voi tuijottaa pitkiäkin aikoja ilman että se vaurioittaa silmää.”

Hyväksyttävät osoittimet ovat luokan 2 laserlaitteita. Yhden milliwatin tehoinen säteen hetkellinen osuminen silmään ei aiheuta vaurioita ellei säteeseen katsomista

pitkitetä tietoisesti.

”Silmässä on sulkijarefleksi eli valo on niin kirkas, että silmä automaattisesti sulkeutuu tai pää kääntyy sivuun. Jos pinnistelee ja tuijottaa useita sekunteja – tämäkin laser voi olla vaarallinen”, Visuri kuvaili. Av-laitteiden osana voi kuitenkin olla viiden milliwatin laitteita, jotka on tarkoitettu luentosalikäyttöön.

”Näitä osoittimia ei ole tarkoitettu kullattajille myyntiin vaan ammattimaiseen käyttöön. Viiden milliwatin kohdalla näkövaurion riski olennaisesti kasvaa.”

Työsuojeluviranomaiset valvovat edelleen laserlaitteita, jotka on tarkoitettu työkäyttöön.

Autoilijoita sokaistu laserilla

Myös laserosoittimista on pari väärinkäyttötapausta joulu-tammikuulta, tuorein huhtikuun lopulla. Laserosoittimilla on osoiteltu ja häikäisty autoilijoita. Aina-kin osa näistä laitteista on päätynyt STUKiin tutkittaviksi ja tapaukset ovat johtaneet poliisitutkintaan. ”Näissä lasereissa teho ylitti moninkertaisesti sallitut arvot”, Visuri kertoo.

Laserosoittimella häikäisy voi aiheuttaa silmään vaurion. Kyseessä voi olla väliaikainen näköhäiriö, joka sekin voi liikenteessä olla kohtalokas. Laser voi sokais- ta tilapäisesti ja toisaalta laserin aiheuttamat jälkikuvat voivat kestää jopa vuorokauden.

”Nämä laitteet oli ostettu ulkomaanmatkoilta tuliaisiksi. Näitä ei saisi ostaa matkamuis- toiksi. Laitteiden ominaisuuksia ei tiedetä ja varsinkaan niitä ei saisi ostaa lapsille”, Visuri varoittaa.

Toisaalta laitteita ostetaan netin kautta Hongkongista ja Kiinasta. Tulli valvoo

nyt maahantuontia kolmansista maista eli ETA-alueen ulkopuolelta eli EU-maiden, Norjan, Islannin sekä Liechtensteinin ulkopuolisista maista.

Laserit tullin haaviin

Kun tulliluetteloon on merkitty laserosoitin, tullissa varmistetaan, että mukana on tyyppitarkastustodistus.

”Usein, kun laite ostetaan EU:n ulkopuolelta, tämä puuttuu.”

Tullin helmikuun lopulla aloittama val-

vonta oli huhtikuun loppupuolella tuotanut jo yli 20 ilmoitusta. Laserosoittimia ovat tuoneet maahan pääosin yksityishenkilöt. Mukana on ollut muutama erityisen voimakas laser noin 200 milliwatin luokkaa.

Laserfaktaa

- Suuritehoisia lasereita käytetään kirurgiassa ja teollisuudessa, pienitehoisia mittalaitteissa, tähtäimissä ja laserosoittimina.
- Lasersäteen kantama on pitkä, se ei leviä tai hajoa tavallisen valokeilan tapaan.
- Lasersäde on vaarallinen, koska sillä voidaan kohdistaa suuri määrä energiaa pieneen pisteeseen.
- Kirurgiassa voimakas säde polttaa ja höyrystää kudosta – siksi vahingossa silmään osuva säde voi aiheuttaa pysyviä vammoja.
- Altistumisrajat on asetettu siten, että ne suojaavat silmää pysyvältä vaurioitumiselta.
- Lasersädetä ei saa suunnata ihmistä kohti.
- Laser ei ole lelu. Osoitinlaitetta ei saa antaa lapselle.
- Laserosoittimia tms. ei kannata ostaa epämääräisistä turistimyymälöistä ulkomailta tai internetistä. Myynnissä olevien laitteiden voimakkuudet voivat olla satakertaisia sallittuihin arvoihin verrattuna.

LUOKKA 1 – säteen teho ei aiheuta vaaraa normaalissa käyttötilanteessa tai säde on kotoilu, kuten CD-soittimissa.

LUOKKA 2 – teho korkeintaan 1 milliwatti, silmän räpäytysreaktio suojaa silmää. Lasersäteeseen tuijottaminen voi vaurioittaa silmää. Suomessa sallitut laserosoittimet kuuluvat tähän luokkaan.

LUOKAT 1M JA 2M – näissä laserlaitteissa säde hajaantuu voimakkaasti. Vaaraa on vain, jos käytetään säteilyä keräävää optiikkaa, kuten suurennuslasia tai kiikaria.

LUOKKA 3R – teho maksimissaan 5 milliwattia. Suoraan osuva tai pinnasta heijastuva säde voi aiheuttaa pysyvän silmävaurion. Ammattikäyttöön kuuluvat rakennuslaserit ja tähtäinlaserit.

LUOKKA 3B – suora ja peiliheijastunut säde on aina vaarallinen silmälle. Suurin teho 500 mW. Tähän luokkaan kuuluu esimerkiksi rakenteen ja varustelun osalta vaatimustenvastaisia osoitinlasereita.

LUOKKA 4 – laserin säde on niin voimakas, että se polttaa iholle palovamman hetkessä, silmä voi vaurioitua jopa hajaheijastuksesta. Säde voi sytyttää puun tai kankaan tuleen. Tämän luokan lasereita käytetään esimerkiksi sairaaloissa ja teollisuudessa leikkauslasereina.

Laitteita on vedetty pois myynnistä myös nettihuutokaupoista.

”Tällaiset laitteet ovat jo todella hurjia ja vaarallisia. Ne eivät ole täyttäneet laitevaatimuksia, yleensä puuttuu lukollinen kytkin tai mekaaninen suljin.”

Suurempitehoisista laitteista ovat kiinnostuneita esimerkiksi tähtitieteilijät, sillä niillä pystytään osoittamaan taivaalle. Tästä on kuitenkin vaaraa lentoliikenteelle ja välttämättä ei ymmärretä miten vaarallisia laitteet voivat olla osuessaan väärään suuntaan.

Visuri teroittaa, että tyyppitarkastustodistus vaaditaan niin yritysten kuin yksityishenkilöiden maahantuomilta laitteilta. Tyyppitarkastuksen hinta on 300 euroa. Se kannattaa käytännössä maksaa vain silloin, jos tavaraa tuo maahan paljon. Vaikka osoitinlaserilla olisi tyyppihyväksyntä, se pitää olla juuri kyseisen osoitinlaserin maahantuoja. Näin yksityishenkilön ei kannata lähteä itse maahantuoja.

”Suurin osa tullin haaviin jääneistä on tyytynyt ratkaisuun, osa on vaatinut perusteita siihen, miksi laitteita ei voi tuoda.”

Viime vuonna STUKin toimesta vedettiin laserosoittimia pois myynnistä myös nettihuutokaupoista.

Laserlainsäädäntö haaste eri maissa

Laserit ovat ongelmana yleismaailmallinen ilmiö. Esimerkiksi lentoliikennettä on häiritetty lasereilla, mistä syystä USA:ssa on tiukennettu lainsäädäntöä. Australiassa voimakkaat laserosoittimet tulkitaan teräaseeksi. Ruotsissa yli viiden milliwatin laserosoitin on luvanvarainen.

Visuri pohtii, että seuraava puntariin tuleva asia on laserin käyttö kosmeettisessa tarkoituksessa. Kosmeettisissa hoidoissa käytössä on luokan 4 lasereita: periaatteessa lääkärin pitäisi silloin olla hoidon vas-

tuullisena henkilönä. Esimerkkejä laserin kosmeettisesta käytöstä ovat karvanpoisto, tatuointien poisto sekä kauneuskirurgia. Norjassa ja Tanskassa on erityiset säädökset kosmeettiselle laserien käytölle.

Pikaohje ostajalle

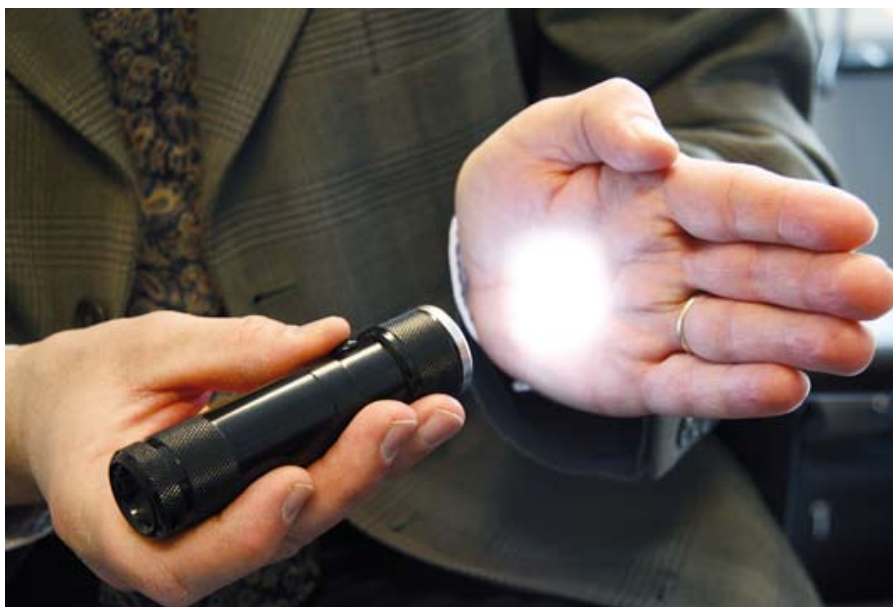
Laserlaitteiden tyyppihyväksyntöjä on annettu jo kymmenisen vuotta eri käyttötarkoituksiin. Aiemmin annetut hyväksynnit ovat yhä voimassa. Kun laitteen ostaa, tällaisen hyväksymismerkinnällä varustetun laitteen mukana pitäisi olla suomenkielinen käyttöohje.

”Vanhoja hyväksymismerkintöjä on edelleen kolmen milliwatin laitteilla. Jos suomenkielinen varoitus- ja luokitusmerkintä puuttuu, voi epäillä, ettei kyseessä ole tyyppihyväksytty laite.”

Uusien luokan 2 laserlaitteiden, kuten siis osoittimien, mukana tulee nyt olla tyyppitarkastustodistus.

Visuri antaa vinkiksi, että eurooppalainen ja suomalainen merkitsemistapa on keltamusta. Amerikkalaisen standardin mukainen merkintä, jota Kaukoidän tuotteissa usein käytetään, on harmaa-mustapunainen eli luotettavan näköinen mutta ei riittävä.

Ylitarkastaja Reijo Visurin tutkittavaksi on päätyntä ilotulitteiden kylkiäisenä saatu taskulamppu, josta löytyy ledvalo, ultraviolettivalaisin sekä laser. Laserosoitimen markkinointi ilotulitteen kylkiäisenä ei ole lainvastaista, jos osoitin täyttää Suomessa voimassa olevat vaatimukset. Enemmänkin on kyse siitä, onko se sopivaa ja eettisesti asianmukaista, sillä osoittimia ei ole tarkoitettu hupimielessä tapahtuvaan osoitteluun. Toisaalta osoitin saattaa joutua helposti lasten leikkikaluksi, mihin sitä ei ole tarkoitettu. Led- ja UV-valaisin eivät aiheuta käytännössä vaaraa.





UV-säteily uhkaa ulkotyöntekijöitä

Auringon ultraviolettisäteily on niin voimakasta, että elämä maapallolla ei olisi mahdollista, ellei ilmakehän otsonikerros suodattaisi haitallisinta UV-säteilyä. Osa siitä kuitenkin läpäisee otsonin, ja aiheuttaa merkittäviä terveyshaittoja. Suurille säteilyannoksille altistuvia väestöryhmiä ovat ulkotyöntekijät, jotka työskentelevät avoimilla paikoilla kesäkuukausien ajan.

Työterveyslaitos tutki asfaltti- ja kattotyöntekijöiden altistumista UV-säteilylle kesä-elokuussa vuosina 2005–2007. Mittaukset osoittivat, että Kansainvälisen ionisoimattoman säteilyn komitean ICNIRP:n antamat ohjearvot UV-säteilyaltistuksen enimmäisarvoiksi ylittivät keskimäärin kolminkertaisesti. Kuitenkin erityisesti niskaan kohdistuneet UV-annokset ylittivät suositukset jopa 100-kertaisesti. UV-säteilyä mitattiin henkilökohtaisilla työntekijän työvaatteisiin niskan, kaulan ja olkapään alueelle kiinnitetyillä annosmittareilla.

Jatkuva ihon altistuminen auringon UV-säteilylle aiheuttaa ihon paksuuntumista ja kimmoisuuden vähenemistä, jonka vuoksi iho näyttää ikäistään vanhemmalta. Merkittävin pitkäaikaisen tai usein toistuvan liiallisen UV-säteilyaltistuksen aiheuttama terveyshaitta on kuitenkin ihosyöpä. Suomessa todettiin vuonna 2007 miehillä 462 melanoomaa, 575 okasolusyöpää ja lähes 3000 tyvisolusyöpää eli basaliomaa. Naisilla vastaavat luvut olivat 453, 533 ja yli 3000.

Basalioma on yleisin pahanlaatuisen kasvain ihmisellä. Tavallisimmin se

Työterveyslaitoksen tutkimus tehtiin Helsingin seudulla sekä Muoniossa ja Rovaniemellä. Etelä-Suomessa UV-säteilyä mitattiin henkilökohtaisilla työntekijän työvaatteisiin niskan, kaulan ja olkapään alueelle kiinnitetyillä annosmittareilla yhteensä 47 henkilötyöpäivän aikana. Lapissa mittauksia tehtiin tienpäällystystöiden aikana, yhteensä 10 henkilötyöpäivänä. UV-säteilymittauksista 23 kohdistui kattotyöhön ja 34 tienpäällystystyöhön. Asfalttityöntekijöiden tehtävät vaihtelivat pihatöistä siltakansien asfaltointiin.



UV-altistuksen enimmäisarvot

Kansainvälinen ionisoimattoman säteilyn komitea ICNIRP on antanut ohjearvot UV-säteilyaltistuksen enimmäisarvoiksi. Ne on tarkoitettu sovellettaviksi vaaleaihoisiin henkilöihin, jotka ovat erityisen herkkiä UV-säteilylle. Ohjeiden mukaan työntekijän silmään tai iholle kohdistuvan ultraviolettisäteilyn biologisesti painotettu efektiivinen energiatiheys (H_{eff}) ei saa ylittää 30 J/m^2 työpäivän aikana. Lisäksi silmään kohdistuvan painottamattoman UV-A-säteilyn energiatiheys (H_{UVA}) ei saa ylittää $10\,000 \text{ J/m}^2$.

ilmaantuu yli 40-vuotiaalle ja sen tyypillisin sijainti on kasvot tai ylävartalo. Okasolusyövällä on selkein yhteys pitkän ajan kuluessa kertyvään auringon UV-säteilylle altistumiseen. Huulisyöpä on muuta väestöä yleisemmin esiintyvä maanviljelijöillä, merimiehillä, puutarhurilla ja kalastajilla. Melanooma on ihosyövistä vaarallisin, koska se lähettää nopeasti etäpesäkkeitä. Toistuva ihon palaminen auringolle altistumisen seurauksena näyttää lisäävän erityisesti melanooman vaaraa.

Iho syytä suojata vaatetuksella ja aurinkovoiteella

Koska ulkotöissä ei ole yleensä mahdollista hakeutua varjoon, työntekijöiden tulee suojata ihonsa sopivalla vaatetuksella ja aurinkosuojavoiteilla. Erityisesti kasvot, niska, kaula ja korvat on tarpeen suojata. UV-säteilyltä suojaavan työvaatetuksen tulee olla riittävän kevyt ja ilmava, jotta se läpäisee hikeä ja tuntuu vilpoiselta.

Euroopan standardisointikomitea on julkaissut standardin auringon UV-sätei-

lyltä suojaavien tekstiilien merkitsemiseksi. Suojakertoimen UPF:n (Ultraviolet Protection Factor) tulee olla yli 40 ja UV-A-säteilyn läpäisyn alle viisi prosenttia.

Silmien suojaaminen aurinkolaseilla tai hatulla on myös tärkeää töissä, joissa silmiin kohdistuu UV-säteilyä. Silmien suojaamisessa kannattaa käyttää aurinkolaseja, jotka suojaavat silmät myös sivuilta tulevalta säteilyltä.

UV-säteilyä on varjossa huomattavasti vähemmän kuin suoraan auringossa työskenneltäessä, joten taukojen aikana kannattaa hakeutua varjoon. Lisäksi ulkona työskentelevien olisi hyvä seurata työskentelypaikan UV-ennusteita, jotka ilmoitetaan kansainvälisen UV-indeksin avulla. Auringolta kannattaa suojautua, kun UV-indeksi ylittää arvon 3.

Kirjoittaja, tutkimusprofessori Maila Hieta-nen toimi vastuullisena tutkijana Työterveyslaitoksen UV-säteilylle altistumista sekä suojauksen optimointia tienpäällystys- ja kattotöissä selvittäneessä tutkimuksessa, jota rahoitti Työsuojelurahasto.

Pakistanin ydinaseet Talibanin käsiin?

60 ydinaseen Pakistan voi romahtaa muutamien kuukausien kuluessa. Tätä mieltä on ainakin kasvava joukko amerikkalaisia korkean tason tiedustelu- ja sotilasasiantuntijoita sekä USA:n ulkoministeri Hilary Clinton. Taliban on edennyt sekavassa Pakistanissa sadan kilometrin päähän sen pääkaupungista Islamabadista.

Tilanne Afganistanin ja Pakistanin välisellä raja-alueella on ollut pitkään epäselvä. Talibanit ovat vähin erin levittäytyneet yhä pidemmälle Länsi-Pakistaniiin ja saavuttaneet puolisolitaallista jalansijaa. Tämän vuoden helmikuussa Pakistanin hallitus teki melko yllättäen tulitauon Talibanien kanssa Swat-laaksossa, jossa hallitus salli jyrkän islamilaisen Sharia-lain noudattamisen. Jo huhtikuussa Taliban alkoi kuitenkin siirtyä Swatin alueelta sen naapurissa olevaan Buneriin, josta pääkaupunkiin Islamabadiin on matkaa vain noin 100 kilometriä. Uutiskuvat Bunerin pake-nevista asukkaista sekä kauppvoja, hallinto-rakennuksia ja ajoneuvoja ryöstelevistä Talibanien militanteista hätkähdyttivät maailmaa.

Virallinen Pakistan on kieltänyt maan romahtamisen mahdollisuuden. Pakistanin ulkoministeri vähätteli tilannetta pitämällä Talibanien hallussa olevia alueita enemminkin yksittäisinä taistelijataskuina. Yksi ongelmista on kuitenkin se, ettei yhdellä äänellä puhuvaa Pakistania tunnu olevan. Yli 170 miljoonan ihmisen Pakistanissa sotilasjohto pitää Intiaa edelleen huomionsa pääkohteena eikä tunnu otta-

van ohjeita siviilihallinnolta. Swatissa solmittua tulitaukoa on tarjottu diplomaattisena eleenä, toisaalla se on tulkittu siviilihallinnon kyvyttömyytenä estää Talibanien eteneminen.

Paljon pelissä: Pakistanin salainen ydinohjelma

Ydinaseasioissa Pakistanin historia on salainen ja peitelty. Intian tehtyä niin sanotun rauhanomaisen ydinkokeensa 1974, Pakistanin silloinen johtaja Zulfikar Ali Bhutto sanoi, että pakistanilaiset syövät vaikka ruohoa hankkiakseen vastaavan ase.

Ydinaseen tekemiseen tarvittava uraanin rikastusteknologia salakuljetettiin Hollannista. Siellä uraanin rikastamisen parissa työskennellyt tohtori Khan varasti teknologian ja loi laajan salaisen verkoston lisäydinteknologian hankkimiseksi Pakistanin ydinaseohjelmaan.

Maan ensimmäinen ydinräjähdde valmistui 1980-luvun lopulla. Sittenkin se on tehnyt noin 60 ydinkärkeä ja tuottanut aseisiin soveltuvaa uraania yli 1000 kiloa. Maa teki vuonna 1998 ydinkokeita osoittaakseen hallitsevansa ydinaseasiansa. Tämän jälkeen Khan muutti hankintaverkos-

tonsa salaiseksi toimitusverkostoksi.

Libyan paljastettua aivan yllättäen salaisen ydinaseohjelmansa merkittävä osa myös sen hankintaketjusta paljastui läntisille tiedustelupalveluille. Verkoston päätoimittaja oli Khan, jolle Pakistanin hallitus myönsi määräaikaisen armahdusso-pimuksen. Sen aikana hänen tuli kertoa kaikki toimitustietonsa, ja salailusta olisi seurannut kuolemantuomio. Khan paljasti toimittaneensa salaista uraanin rikastusteknologiaa Iraniin, Libyaan ja Pohjois-Koreaan. Täyttä varmuutta ei ole, keille muille teknologiaa tai sähköisiä piirustuksia on toimitettu.

Ydinaseiden saattamiseksi maaliinsa Pakistanilla on hävittäjäpommittajia, ballistisia maasta ammuttavia ohjuksia sekä kehitteillä olevia risteilyohjuksia.

Pakistanin ydinaseiden ja -materiaalien turvallisuutta on viime vuosina huomattavasti parannettu amerikkalaisella tuella, jota on suunnattu muun muassa teknisten turvajärjestelmien, vartiointijärjestelyiden, varmistamisohjelmien ja henkilökunnan luotettavuusohjelmien parantamisia.

Pakistanissa on kaikenlaisia ydinteknologian laitoksia rikastuslaitoksista jälleenkäsittelylaitoksiin mukaan lukien sähkön tuotantoon tarkoitetut kaksi ydinreaktoria. Pelkästään ydinasetuotantoa varten toimii yksi reaktori, toinen on valmistumassa ja kolmas rakenteilla.

Purivatko omat koirat?

Talibanien sotilaallistumiseen vaikutti oleellisesti Afganistanin sota. Neuvostoliitto hyökkäsi Afganistaniin jouluna 1979,



josta se yhdeksän vuotta kestäneen sodan seurauksena vetäytyi hävinneenä. Erään arvion mukaan sodassa on kuollut jopa kaksi miljoonaa afgaanisiviiliä ja noin viisi miljoonaa afgaania on paennut pääasiassa naapurimaahan Pakistaniin.

Julkisuudessa esitettyjen arvioiden mukaan Pakistanin salainen palvelu ISI koulutti noin 250 000 Afganistanista paennutta taistelijoiksi. Koulutus ja aseistus tapahtuivat pääasiassa USA:n keskustiedustelupalvelu CIA:n tuella. CIA toimitti neuvostojoukkoja vastaan taisteleville afgaanitaistelijoille vuosittain noin 65 000 tonnia aseita ja ammuksia. On siis paljon näiden joukkojen ansiota, että neuvostojoukkojen sota päättyi häviöön vuonna 1988.

Heti sodan päättyttyä USA menetti kiinnostuksensa Afganistaniin. Sekavas-
sa tilanteessa eri sotajoukkojen keskinäiset mittelöt johtivat niin sanottujen warlords'ien väliin taisteluihin, joissa askel kerrallaan Taliban kasvatti valtaansa. Se otti pääkaupunki Kabulin haltuunsa vuonna 1996, josta alkoi Taliban-hallinnon kausi Afganistanissa.

Samana vuonna Osama bin Laden saa-

pui Sudanista Afganistaniin. Hänen korkean profiilin kehotuksensa tappaa kolmansien maiden ihmisiä ärsytti Taliban-hallintoa ja sen johtajaa Mullah Omaria. Pikkuhiljaa bin Ladenin vuonna 1988 perustaman Al Qaedan ja Talibanin suhteet lämpenivät. Bin Laden muun muassa järjesti ulkomaisten vapaaehtoistaistelijoiden koulutusleirejä Afganistanissa, ja Bin Ladenin pojan ja Mullah Omarin tyttären avioliitto lähensi suhteita entisestään.

Terroristihyökkäykset USA:ssa 9.11.2001 johtivat USA:n Taliban-hallinnolle esitettyyn uhkavaatimukseen luovuttaa bin Laden amerikkalaisille oikeudenkäyntiä varten. Kun Taliban-hallinto torjui uhkavaatimuksen todisteiden puuttuessa, alkoi toisenlainen Afganistanin sota. Liittoutuneiden joukot syrjäyttivät Talibanit vallasta samana vuonna, ja Talibanit hajaantuivat kärsittyään merkittäviä sotilaallisia tappioita.

Vuonna 2004 Talibanit saivat rivinsä uuteen järjestykseen. Itsemurhapommittusten ja muiden toimintamuotojen kautta sekä liittoutuneiden joukkojen rajoitusten määrän takia Talibanit vahvistivat ase-

miaan. Samalla ne ovat jatkaneet sitkeää levittäytymistään Länsi-Pakistaniin.

Voidaan siis sanoa, että sotilaallisen Talibanin synty – irti pääsy – on tapahtunut USA:n ja Pakistanista myötävaikutuksella.

Suuria kysymyksiä

Tämän päivän globaalissa talouslamassa voi Pakistanin tulevaisuus vaikuttaa myös Suomessa huomattavasti. Tällä hetkellä suuria kysymyksiä vailla vastauksia on paljon. Miten Pakistanin tilanne kehitty lähikuukausina ja mitä tekee Pakistanin armeija? Jos maa romahtaa, ottaako USA, liittoutuneet tai YK sotilaallisesti haltuunsa Pakistanin ydinaseet materiaalivarastoituneen vai joutuvatko ne Talibanien käsiin? Asiantuntijat pitävät ilmeisenä, että maan hallinto päätty jyrkkien islamistien käsiin kymmenen vuoden sisällä. Käykö näin todella ja keihin suunnattuina Pakistanin ydinaseet silloin ovat?

Artikkelin kirjoittaja Tero Varjoranta on STUKin Ydinjätteiden ja -materiaalien valvonta -osaston johtaja.

HAASTATELTAVANA

Pienet annokset kasvavan kiinnostuksen kohteena

Pienten säteilyannosten terveysvaikutukset ovat nousseet laajentuneen tutkimuksen kohteeksi. Lisääntynyt tieto säteilyn vaikutusmekanismeista yhdessä väestötutkimusten kanssa osoittaa, että pienillä annoksilla saattaa olla muitakin kuin syöpäriskiin liittyviä terveyshaittoja. Tämä voi tulevaisuudessa muuttaa säteilysuojelun ohjeistusta.



Tutkimuksissa on jo saatu todisteita ionisoivan säteilyn aiheuttamista epäsuorista vaikutuksista, esimerkiksi naapurisoluvaikutuksista. Se on ilmiö, jossa muutoksia havaitaan soluissa, jotka eivät itse ole altistuneet säteilylle, mutta jotka ovat olleet säteilyä saaneiden solujen vaikutuspiirissä. Tämän hetkisen tietämyksen perusteella ei vielä voida sanoa, lisääkö tämä esimerkiksi syöpäriskiä vai ei.

”Perinteisesti on ajateltu, että syöpä voi kehittyä, kun säteily aiheuttaa vaurioita niiden solujen dna:ssa, joihin se kohdistuu. Tästä saattaa seurata mutaatioita, jos vaurio ei korjaannu. Solukokeissa ja osittain eläinkokeissa on kuitenkin havaittu säteilyn aiheuttamia vaikutuksia myös naapurisoluihin tai -kudoksissa. Epäsuorat vaikutukset on suhteellisen uusi mekanismi. Havaintoja siitä on tehty aiemminkin, mutta niihin ei ole kiinnitetty samalla tavalla huomiota kuin nyt tehdään”, STUKin tutkimusjohtaja, professori Sisko Salomaa sanoo.

”Uusi tutkimustieto ionisoivan säteilyn vaikutuksista ei enää istu vanhaan oppirakennelmaan”, STUKin tutkimusjohtaja, tutkimusprofessori Sisko Salomaa toteaa.

Mielenkiinnon kohteena on, miten alhaiset säteilyannokset vaikuttavat syöpäriskiin. Säteilyä saanut solu saattaa esimerkiksi alkuun näyttää tuottavan normaaleja jälkeläisiä, mutta joissain myöhemmissä jakaantumissa onkin havaittavissa muutoksia. Toisaalta selvitetään sitä, voiko ionisoiva säteily aiheuttaa kudosvaikutusten kautta muutakin terveyshaittaa kuin syöpää.

”Uusi tutkimustieto ionisoivan säteilyn vaikutuksista ei enää istu vanhaan oppirakennelmaan”, Salomaa toteaa.

Riski voi olla arvioitua suurempi

Syöpäriskin arvio nojautuu yleisesti lineaariseen malliin, jonka mukaan syöpäriski on tasaisesti nouseva ja suoraan verrannollinen säteilyannoksen kasvuun. Riski annosyksikköä kohden on tällöin sama, oli kyse pienestä tai suuresta annoksesta.

”Epidemiologinen tieto säteilyä saaneista väestöistä pohjautuu pääosin suuria säteilyannoksia saaneisiin väestöryhmiin ja tukee lineaarista mallia. On ajateltu, että pienten annosten riskit voidaan päätellä suurista annoksista. Uudet säteilybiologiset havainnot kyseenalaistavat tätä ajattelua”, Salomaa sanoo.

Näiden havaintojen mukaan annosvaste kasvaa alkuun jo hyvin pienistä annoksista. Tämän jälkeen se tasaantuu ja saavuttaa tietyn vaiheen, jossa säteilyn lisääntyminen ei juurikaan lisää annosvastetta.

”Suhteessa lineaarisuusolettamaan annosvaste nousee suhteellisen jyrkästi pienillä annoksilla, minkä jälkeen se säilyy tietyn aikaa muuttumattomana vaikka säteilyn määrä kasvaisikin. Nyt pohditaan sitä, mikä vaikutus tällä on terveyshaittojen syntyyn. Lisääkö se säteilyn syöpäriskiä vai vähentääkö se sitä? Argumentteja on molempiin suuntiin. Tätä tutkimusta tehdään, eikä johtopäätöksiä voi vielä vetää.”

Syöpä ei ainoa terveyshaitta

Säteilysuojelussa muita kuin syöpäriskiin kytkettyjä haittoja, kuten säteily sairauksia

ja palovammoja, on tähän asti pidetty vain suurten annosten seurauksina. Kuitenkin myös pienillä annoksilla voi olla muita näitä muita terveysvaikutuksia.

”Suurten annosten vaikutuksista on saatu näyttöä tutkittaessa esimerkiksi Hiroshimassa ja Nagasakissa käytettyjen ydinaseiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Myös säteilyonnettomuudet ja virheellinen sädehoito ovat aiheuttaneet suoria kudosvaurioita. Sitten on ilmestynyt tutkimukset venäläisen Majan sekä Britannian ydinlaitosten työntekijöistä. Niissä on havaittu sydän- ja verisuonisairauksien lisääntyneen pientä säteilyannosta pitempään saaneiden henkilöiden keskuudessa.”

Lisääkö säteily syöpäriskiä vai vähentääkö? Argumentteja on molempiin suuntiin.

Jotta tällaiset vaikutukset voidaan tieteilteisesti todentaa säteilystä johtuviksi, tarvitaan epidemiologisen näytön lisäksi selittävä mekanismi niiden synnylle, Salomaa korostaa.

”Yksi mahdollisuus on epäsuorat soluvaikutukset. Kyse voi olla esimerkiksi immunologisesta vasteesta. Terveysvaikutukset saattavat olla seurausta soluvälittäjäaineiden muutoksista. Tällaisia tulehdusvälittäjäaineita on pystytty mittaamaan useita kuukausia säteilyaltistuksen jälkeen. Nyt selvitetään, onko niillä jokin osuus tässä asiassa.”

Tutkimusmenetelmiä pitää kehittää

Pienten annosten kohdalla säteilyn terveysvaikutukset ovat joka tapauksessa suuria annoksia pienemmät. Tämä vaikeuttaa niiden havaitsemista ja asettaa omat haasteensa myös tutkimukselle. Säteilyä on kaikkialla elinympäristössämme, ja pienten annosten kohdalla tämän taustasäteilyn mahdollinen vaikutus tutkimustuloksiin on suhteellisesti suurempi kuin suurilla annoksilla.

”Pienten annosten terveysvaikutusten selvittäminen vaatii monin tavoin tutkimusmenetelmien kehittämistä. Lisäksi tarvitaan muutakin kuin säteilyalan osamista. Perinteinen dna-vaurioita tutkinut säteilybiologia on alalla hyvin hallussa, mutta sen rinnalle kaivataan esimerkiksi toksikologian sekä molekyyli- ja systeemi-biologian asiantuntemusta. Ne ovat uusia välineitä otettavaksi käyttöön säteilytutkimuksen saralla”, Salomaa sanoo.

”Hyvin suurella todennäköisyydellä

hyödynnetään myös molekyyli-epidemiologista lähestymistapaa ja tutkimukseen sisältyy muutakin kuin pelkästään sairastavuuden seurantaa sellaisenaan. Onko esimerkiksi väestötutkimuksissa mahdollista käyttää biomarkkereita eli säteilyaltistuksesta ja sen vaikutuksista kertovia indikaattoreita? Niin ikään voidaan selvittää väestön mahdollisia eroja säteilyherkkyydessä. Yksilöllinen herkkyys saattaa vaihdella geenitaustasta tai fysiologiasta johtuen.”

Meneillään olevat pienten annosten tutkimushankkeet kohdistuvat pitkälle ajalle, enimmillään 20–30 vuoden päähän. Tänä aikana myös tutkimusmenetelmissä voi tapahtua uusia avauksia, Salomaa uskoo.

Säteily voi myös suojata terveyttä

Pieniä annoksia koskeva tutkimus voi

Yksi tutkimustulos ei riitä muuttamaan käsityksiä säteilyn terveysvaikutuksista.

muuttaa säteilysuojelun oletuksia ja mää-
räyksiä. Oma merkityksensä on sillä, ha-
vaitaanko pieniin annoksiin liittyvän mui-
takin kuin syöpäriskiä liittyviä vaikutuk-
sia. Esimerkiksi sydän- ja verisuonisairau-
det ovat Suomessa yleisiä ja pienikin li-
säriski väestötasolla merkitsee tuntuva
määrällistä muutosta sairastavuudessa.

EU kokoaa tutkimusta

Euroopan unioni kokoaa yhteen tutkimusta
pienien säteilyannosten terveysvaikutus-
ta. STUK on ollut aktiivisesti mukana tässä
työssä esimerkiksi koordinoimansa NOTE-
hankkeen myötä. STUKin tutkimusjohta-
jan, professori Sisko Salomaan vetämä NO-
TE-ohjelma (Non-targeted effects of ioni-
sing radiation) keskittyy säteilyn epäsuo-
riin haittoihin. Nelivuotinen hanke käyn-
nistyi syksyllä 2006.

Hankkeessa on parhaillaan meneillään
esimerkiksi eläinkokeita, joissa selvitetään
sydän- ja verisuonisairauksien mekanis-
meja. Samalla tutkitaan, miten krooninen
tai kerralla saatava säteilyaltistus mah-
dollisesti vaikuttaa niiden kehittymiseen.
Tuloksia näistä tutkimuksista on odotet-
tavissa parin vuoden kuluttua.

Sittemmin EU on ottanut askeleen
eteenpäin tutkimuksen vahvistamiseksi
ja pitkäjänteistämiseksi. Tänä keväänä
päätti haku NOE-hankkeeseen (Network
of Excellence), jossa lisätään tietämys-
tä pienten säteilyannosten riskeistä. En-
nen verkoston kokoamista eurooppalaiset
tutkimuslaitokset ja EU:n komissio val-
mistelivat yhteisen tutkimusstrategian,
jonka tekoon myös STUK osallistui.

”Yksi säteilysuojelun keskeisistä oletuk-
sista on ollut lineaarisuusmalli. Liittyykö
pieniin annoksiin kuitenkin jokin kynnys-
arvo ja miten se vaikuttaisi säteilysuojel-
luun? Ovatko nykyiset suojelumääräyk-
set liian tiukkoja vai ovatko pienet annok-
set oletettua vaarallisempia ja määräyksiä
pitäisikö kiristää? Mikä merkitys on sil-
lä, saako saman säteilyannoksen yhdellä
kertaa vai pitemmän ajan kuluessa? Nä-
mä ovat kysymyksiä, joita tullaan pohti-
maan,” Salomaa arvioi.

Hän ottaa esimerkiksi säteilystä johtu-
van silmän linssin samentuman, mikä on
muu kuin syöpäsairaus. Pitkään ajateltiin,
että siihen liittyy tietty kynnysarvo: tarvi-
taan suhteellisen suuria annoksia ennen
kuin kyseistä terveyshaittaa esiintyy.

”Viimeisin tieto kuitenkin osoittaa, et-
tei tällaista kynnysarvoa olisikaan. Riittä-
vän pitkällä aikavälillä pienetkin säteilyan-
nokset lisääisivät harmaakaihin esiintymis-
riskiä. Selvittämättä kuitenkin on, miten
tämä tapahtuu eli mikä on vaikutusmekani-
smi.”

Haitallisten seuraamusten vastapaino-
na säteilyllä saattaa olla myös hyödyllisiä
terveyttä suojaavia vaikutuksia. Näyttöä
tämästä on saatu joissain koetilanteissa.

”Pieni annos säteilyä voi stimuloida eli-
mistön puolustusjärjestelmää. Toisaal-
ta on kuitenkin mahdollista, että samaan
aikaan syntyy mutaatioita ja vaikutus on
sitä kautta kokonaisuudessaan negatiivi-
nen.”

”Kaikinensa yksi tutkimustulos ei ri-
tä muuttamaan käsityksiä säteilyn ter-
veysvaikutuksista, vaikka se uusia ajatuk-
sia herättäisikin. Jotta käsitykset perus-
tellusti muuttuisivat, tarvitaan tutkimus-
ten toistettavuutta ja muuta lisänäyttöä”,
Salomaa korostaa.



”STUKin koordinoimassa kansainvälisessä NOTE-hankkeessa selvitetään parhaillaan sydän- ja verisuonisairauksien mekanismeista”, kertoo STUKin tutkimusjohtaja Sisko Salomaa.



säteilytieteen professori vastaa

Kysy ja kommentoi!

Voit lähettää STUKiin kysymyksiä tai palautetta sinua askarruttavasta säteily- tai ydinturvallisuutta koskevasta aiheesta osoitteesta:

http://www.stuk.fi/sateilytietoa/ukk/fi_FI/lomake/
tai lähettää sähköpostia osoitteeseen: palaute@stuk.fi

Kävin mammografiatutkimuksissa raskausviikolla neljä. En tienyt tällöin raskaudestani, joten mitään suojia ei käytetty. Onko tästä aiheutunut sikiölle jotain haittaa?

Mammografiatutkimuksissa käytettävän säteilyn määrä on ensinnäkin pieni, toiseksi säteilykeila pysäytetään rinnan alla sijaitsevaan tutkimustelineeseen ja kolmanneksi mammografiassa käytettävä röntgensäteily on pehmeää ja vaimenee nopeasti kudoksessa. Niinpä sikiölle ei ole aiheutunut mitään haittaa kyseisestä tutkimuksesta.

Induktioliedessä yksittäisen induktiolevyn teho välitetään magneettivuon välityksellä kattilan pohjaan. Lienee selvää, että magneettivojo leviää myös ympäristöön ja läpäisee kätevästi myös lieden käyttäjän. Millaisista kentänvoimakkuuksista on kyse ja onko niistä haittaa terveydelle?

Induktiolieden induktiolevy aiheuttaa levyn yläpuolelle erittäin suuren magneettikentän, joka lämmittää levyn päällä olevaa teräsastian pohjaa. Magneettikenttä leviää myös levyn ulkopuolelle, mutta se pienenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Jo 30 cm etäisyydellä lieden etureunasta magneettivuon tiheys alittaa väestölle suositellut enimmäisarvot.

Induktiolieden jommankumman tai kummankin etummaisen induktiolevyn ollessa päällä täydellä tehollaan magneettivuon tiheys voi kuitenkin ylittää moninkertaisesti aivan lieden edessä seisovan henkilön keskivartalon etuosassa väestölle suositellun magneettivuon tiheyden enimmäisarvon varsinkin silloin, kun induktiolevyn etuosa jää paljaaksi. Tämä ei silti ole terveydelle haitallista, sillä magneettikenttä pienenee niin nopeasti etäisyyden kasvaessa, että ruuanlaitajan pään korkeudella se jää alle enimmäisarvojen.

Magneettikentän mahdolliset haittavaikutukset ovat tässä tapauksessa keskushermostoon syntyvien virtojen aiheuttamia hermo- ja lihasärsytyksiä. Pienellä lapsella pää on lähempänä induktiolevyä, jolloin tällainen ärsytys voi olla mahdollinen, mutta pienet lapset on muutenkin syytä pitää poissa kuumien keittoastioiden läheltä.

Jottei magneettikenttä pääsisi leviämään, induktiolevyllä kannattaa käyttää juuri levyn kokoisia astioita ja asettaa astia siten, että se peittää koko levyn. Osittain paljaaksi jäävä induktiolevy kasvattaa hajamagneettikentän moninkertaiseksi.



Onko lasereilla toimivista optisista tietokoneen hiiristä mahdollista saada liikaa säteilyä, voivatko ne aiheuttaa esim. silmävammoja? Entäpä ledeillä toimivat optiset hiiret?

Perinteisissä optisissa hiirissä liikkeen tunnistamisessa käytetään ns. LEDejä, joita myös loiste- tai valodiodeiksi kutsutaan. Tarkempi liiketunnistus saadaan, jos optisessa hiiressä käytetään laserdiodeja. Laserin sisältävistä hiiristä käytetään usein nimeä laserhiiri. Riippumatta siitä, käytetäänkö optisessa hiiressä LEDiä tai laseria, sitä on turvallista käyttää. Laserhiiret kuuluvat turvallisimpaan laserluokkaan 1. Tähän luokkaan kuuluvissa laserlaitteissa säteen teho on niin heikko, että se ei aiheuta vaaraa missään tilanteessa.





Radonmittauksen tulos oli 800 Bq/m³. Kyseessä on kesämökki, jolla oleskellaan joka viikonloppu ja kesällä muutama kuukausi. Pitäisikö nyt ryhtyä korjauksiin tai mitata rengaskaivon radonin määrä?

Ei tarvitse ryhtyä korjauksiin. Korjaus olisi tarpeen, jos mökissä asuttaisiin ympäri vuoden, mutta muutaman kuukauden vuositaisen oleskelun takia ei kannata. Sitä paitsi oleskelu painottuu kesään, jolloin radonpitoisuudet ovat matalampia kuin talvella.

Rengaskaivoveden radonpitoisuutta ei tarvitse mitata. Porakäivöihin suositellaan radonmittausta, mutta rengaskaivoissa korkeat radonpitoisuudet ovat harvinaisia.

Talossamme mitattiin korkea radonpitoisuus. Niinpä talon lattialaatan alle asennettiin radonimuri ja sen poistoputki katolle. Pitääkö imuria pitää päällä ympäri vuoden vai voiko sen sammuttaa kesäksi?

STUK suosittelee, että radonimuri pidetään päällä ympäri vuoden. Terveysten kannalta on sen parempi, mitä pienemmäksi radonpitoisuuden vuosikeskiarvo saadaan. Sammuttamalla radonimuri voidaan säästää hieman sähköenergiaa. Radonimurin teho on yleensä 60 wattia, siis sama kuin normaali hehkulamppu olisi päällä. Tehokkaampaan energian säästöön pääsemme, jos sammutamme kaikki turhat sähkölaitteet, TV:t ja tietokoneet pois myös valmiustilasta. Jos haluatte sammuttaa radonimurin, se on tehtävä säätilojen mukaan, ei almanakan mukaan. Paras aika tälle on silloin, kun ulkona on päivällä hellettä ja yöllä lämmintä. Ulko- ja sisälämpötilojen ero aiheuttaa alipaineen, joka imee radonpitoista ilmaa maaperästä sisätiloihin. Viileät yöt nostavat myös asunnon radonpitoisuutta.

Käteni joutui Venetsian lentokentällä käsimatkatavaroiden läpivalaisulaitteen sisälle ranteeseen saakka. Onko oletettavaa että käteni läpivalaistiin? Onko tästä haittaa?

Teidän ei tarvitse olla huolissanne mahdollisesti saamastanne säteilyannoksesta. Kädelle saatu paikallinen säteilyannos jää huomattavasti paljon pienemmäksi, kuin Venetsia-Helsinki välisellä lentomatalla luonnollisesta säteilystä saatu säteilyannos.

Käsimatkatavaroiden läpivalaisulaitteet toimivat röntgensäteilyllä. Yleensä niissä säteilykeilan sulkija avautuu automaattisesti esineen saapuessa säteilykeilan kohdalle. Turvallisuussyistä säteilykeila on useimmiten keskellä laitetta siten, että mikään kehon

osa ei vahingossa osu suoraan säteilykeilaan.

Tapauksessanne on mahdollista, että säteilykeilan sulkija on ollut avoimena ja kättänne on läpivalaistu, jos edellinen tarkastettava laukku on ollut laitteen sisällä. Käsimatkatavaroiden läpivalaisulaitteiden säteilyannosnopeudet ovat kuitenkin niin pieniä, että kädelle asetetun vuotuisen annosrajan ylittämiseksi teidän olisi pidettävä kättänne laitteen suuaukolla yli 1000 tuntia.

Säteilyturvakeskuksen julkaisut ovat sähköisessä muodossa STUKin kotisivuilla osoitteessa www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/

TUTKIMUSRAPORTIT

STUK-B 99

Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2008.
Kainulainen E. (toim.)

STUK-B 100

Implementing nuclear non-proliferation in Finland.
Annual report 2008.
Okko O. (ed.)

STUK-B 101

Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta.
Vuosiraportti2008.
Kainulainen E. (toim.)

STUK-B 104

Säteilytilanteisiin ja poikkeaviin tapahtumiin varautuminen. Vuosiraportti2008.
Weltner A. (toim.)

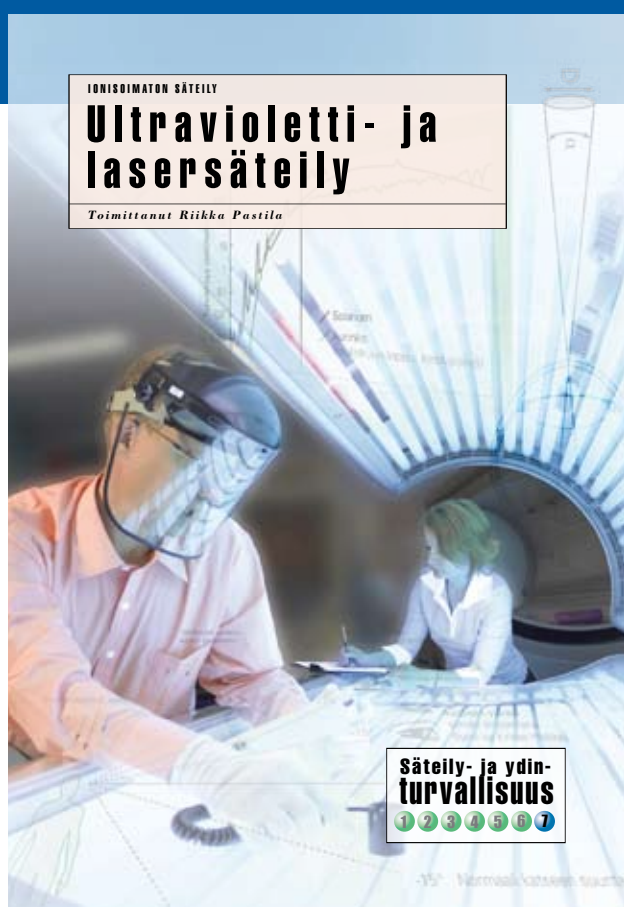


KERRO MIELIPITEESI Alarasta

Palaute on meille ensiarvoisen tärkeää, jotta voisimme kehittää Alaraa lukijoiden toivomaan suuntaan.

Toivomme teidän – arvoisat lukijamme – kertovan meille, mikä Alarassa on hyvää ja mikä huonoa. Erityisen ilahtuneita olemme juttuvinkeistä. Postin voi lähettää osoitteella alara@stuk.fi tai Säteilyturvakeskus/Alara, PL 14, 00881 Helsinki.

OPTINEN SÄTEILY ympäröi meitä



Ultravioletti- ja lasersäteily -kirja on kirkas lukukokemus auringonpalvojille, solariumrusketusta harkitseville ja lasershowesityksissä juhliville sekä optiselle säteilylle altistuville työntekijöille.

Tärkein optiselle säteilylle altistava tekijä on aurinko. Muita lähteitä auringon lisäksi ovat ultravioletti- ja lasersäteilyä käyttävät tai sitä tuottavat laitteet, kuten muun muassa laserit ja solariumit.

Kirja antaa paljon perustietoa ja syventäviä esimerkkejä optisen säteilyn ominaisuuksista työnsä puolesta optista säteilyä käsitteleville henkilöille, päättäjille sekä työnantajille ja alalle opiskeleville.

Kirjan aihealueina ovat muun muassa ultravioletti-säteily, UV-säteilyn biologiset ja terveydelliset vaikutukset, näkyvä valo, laserit, solariumit, infrapunasäteily ja optisen säteilyn valvonta.

SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUS -KIRJAT: Säteily ja sen havaitseminen 197 s., 30 e • Säteily ympäristössä 395 s., 35 e • Säteilyn käyttö 361 s., 35 e • Säteilyn terveysvaikutukset 186 s., 30 e • Ydinturvallisuus 418 s., 35 e • Sähkömagneettiset kentät, 555 s., 35 e • Ultravioletti- ja lasersäteily 323 s., 35 e • Hinnat sisältävät alv:n. Ostamalla koko sarjan (osat 1–7) saa 10 % alennuksen. Sarja-alennus myönnetään myös ostettaessa kirjat 1–5 tai kirjat 6–7. Kirjojen hintoihin lisätään postitus- ja lähetyskulut.



Kirjojen tilaus ja lisätietoja:

Säteilyturvakeskus • Puh. (09) 759 881 e-mail: kirjatilaus@stuk.fi • Internet: www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja