

ALARA

1 2006

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

Säteilytieteen professori vastaa:
läpivalaisu ei vahingoita matkatavaroita

IRANIN YDINOHJELMA asettaa IAEA:n koetukselle

Image © 2006 MDA EarthSat
© 2006 National Geographic Society
Megaflyover Images © 2006 J. Michael Fay

ALARA 1 2006

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

JULKAISIJA

Säteilyturvakeskus
www.stuk.fi

TOIMITUS

PL 14, 00881 Helsinki
Puhelin (09) 7598 8208, faksi (09) 755 3738

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
puh. (09) 5421 0100

TILAUKSET JA OSOITTEENMUUTOKSET

Stellatum Oy/Tilajapalvelu
puh. (09) 5421 0100
tilajapalvelu@stellatum.fi
www.stellatum.fi

TILAUSHINNAT SUOMESSA

Alara ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Kestotilaus 38 € (laskutusväli 12 kk),
määräaikaistilaus 43 € (kesto 12 kk),
irtonumero 12 €.

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 irtonumerohintaan sekä peruutuksen aiheuttamat kulut 6 euroa. 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. Tilaaajan tietoja käytetään asiakassuhteen ylläpitoon ja hoitoon. Yhteydenotot tulee tehdä kirjallisina ja allekirjoitettuina em. osoitteeseen tai henkilökohtaisesti rekisterinpitäjän luona. Tilaja voi kieltää tietojensa käytön markkinointitarkoituksiin ja markkinatutkimuksiin ilmoittamalla asiasta.

TAITTO

Annu Pörhönen/Stellatum Oy
14. vuosikerta

PAINOTYÖ

Forssan Kirjapaino Oy, Forssa 2004
ISSN 1235-1970

Kannen kuva: www.googleearth.com



Aikakauslehtien liiton jäsenlehti



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.

Pääkirjoitus	3
Elina Martikka on Alaran uusi päätoimittaja	4
Uutisia	5



Iranin ydinohjelma asettaa IAEA:n toiminnan koetukselle	10
Cernin tiedeopinnoista motivaatiota Puumalan lukiolaisille	14
Suomalaisten valppaus pelasti suuronnettomuudelta Chilessä	16
Tshernobyl vaikuttaa myös rintasyöpäriskiin pahimmin saastuneilla alueilla	19
Suomen kallioperä houkuttelee uraanin uuteen etsintään	20
Olkiluoto kolmonen etenee puoli vuotta myöhässä	23

Laser - kaunis vaara silmille	24
Uusi vierailukeskus avasi ovensa Olkiluodossa	26
Säteileekö vuolukiviunimme?	27
Säteilytieteen professori vastaa	28
Uudet julkaisut	30

"JOTAIN UUTTA, JOTAIN VANHAA,
JOTAIN LAINATTUA JA JOTAIN SINISTÄ..."

KÄSISSÄSI ON UUDISTUNUT ALARA,
OLE HYVÄ!



Lehden uutena päätoimittajana pohdin kenelle Alara oikeastaan on tarkoitettu. Lehden toisen uuden tekijän, toimitussihteeri Riikka Laitinen-Sorvarin, kanssa löysimme vastauksen lehden kirjatusta toimituspolitiikasta. Alaran tehtävä on kertoa lukijoille säteilyyn ja säteilyturvallisuuteen liittyvistä ajankohtaisista asioista kiinnostavasti - ja niin, että maallikkokin ymmärtää. Erityisesti halusimme suunnata lehteä entistä enemmän alan harrastajille. Tätä muutosta on tuotu esille kehittämällä lehden visuaalista ilmettä kepeämmäksi ja raikkaammaksi.

Alara sai kevyemmän ulkoasun, mutta sen sisältö on painavaa - niin kuin uraani. Tässä lehdessä on juttu Iranin uraanin rikastustoiminnasta. Iran on ollut viime viikot uutisotikoissa ja kansainvälisen suurennuslasin alla, koska epäillään, että Iranin ilmoittama rauhanomainen ydinvoimaohjelma on peitetarina, jonka takana lymyää ydinaseohjelma. Nyt tapaus Iran on edennyt YK:n turvallisuusneuvoston käsittelyyn. Iranin tapauksessa on kyse luottamuksesta, tai oikeammin luottamuksen puutteesta. Periaatteessa Iran on toimittanut IAEA:lle sopimuksen mukaisia ilmoituksia, mutta ilmoittanut IAEA:lle vain sen, mikä on ollut ihan pakko - ja salannut kaiken muun. Teemme parhaamme valottaaksemme lukijalle noita saloja, ja niiden merkitystä.

Alarassa me luotamme siihen, että tieto lisää turvallisuutta. Säteilyturvakeskus saa kansalaisilta vuosittain www-sivujen kautta satoja kysymyksiä, joihin asiantuntijamme vastaavat. Koska samat asiat askarruttavat muitakin, kysymyksiä ja vastauksia voit nyt lukea myös Alaran sivuilta. Lehden loppupuolella "uusi asiantuntijamme" Säteilytieteen professori vastaa nyt säännöllisesti lukijoiden kysymyksiin. Lisää kysymyksiä ja vastauksia löytyy vielä STUKin Internet-sivuilta: www.stuk.fi.

Me lehdentekijät toivomme palautetta lehden ulkoasusta ja sisällöstä, jotta voimme kehittää lehteä edelleen. Myös juttutoivomuksesi ovat tervetulleita: mikä säteily- ja ydinturvallisuuteen liittyvä asia sinua erityisesti kiinnostaa ja mistä haluaisit Alarasta lukea. Palautteet ja muut toiveet voit lähettää sähköpostilla: alara@stuk.fi, tai kirjeitse: Säteilyturvakeskus, Alara, PL 14, 00881 Helsinki.

Helsingissä 23.3.2006

Elina Martikka

ELINA MARTIKKA ON ALARAN UUSI PÄÄTOIMITTAJA

Elina Martikka työskentelee jo yhdeksättä vuotta Säteilyturvakeskuksen ydinmateriaalitoimiston päällikkönä. Alanvaihto ei ole vielä ehtinyt käydä mielessä. "Kiinnostavia asioita tulee joka päivä lisää. Parasta on, että voin tehdä oikeaa työtä sen eteen, että maailma olisi turvallisempi paikka", hän pohtii.



Elina Martikka • syntynyt tammikuussa 1963 • valmistui Jyväskylän yliopiston Fysiikan laitokselta filosofian maisteriksi pääaineena ydinfysiikka vuonna 1988
• työskennellyt STUKissa lokakuusta 1989 • ydinmateriaalitoimiston päällikkö vuodesta 1998
• perheeseen kuuluvat aviomies Mikko, vuosina 1990 ja 1993 syntyneet pojat Joonas ja Jussi, sekä kaksi maailman pienintä paimenkoiraa, Lancashire Heelerit Curre ja Riku
• motto: tärkeintä on turvallisuus ja se, että tuntuu turvalliselta.

Kaksikymmentä vuotta sitten Elina Martikka kolmannen vuoden fysiikan opiskelijana pohti syventymiskohdettaan. Huhtikuussa 1986 Suomeen saatiin huonoja uutisia: Tshernobylissä, nykyisen Ukrainan alueella, oli tapahtunut ydinvoimalaonnettomuus, ja radioaktiivisia aineita levisi monen valtion alueelle.

"Ne, jotka ymmärsivät Tshernobylin onnettomuuden vaikutuksista ja antoivat lausuntoja julkisuudessa, olivat ydinalan huippuasiantuntijoita. Mielenkiintoista oli huomata, että pelkkä tietäminen ei yksin riitä. Tarvitaan taitoa osata välittää sitä ymmärrettävästi. Siinä oli minun haasteeni: olla ydinfysiikko, joka kertoo tekemisistään kansantajuisesti! Kävin saman tien ilmoittamassa professorille, että haluan syventymiskohteeksi ydinfysiikan."

Opiskelijatoverit naljailivat, ettei ydinfysiikan opinnoilla ja muutamalla tiedotusopin kurssilla mitään töitä saa. Vastoin tätä olettamusta Martikka haki STUKissa avoinna olevaa tiedottajan virkaa – ja sai sen. Sillä tiellä hän on edelleen. Tosin parin vuoden ja parin äitiysloman jälkeen tiedottajan työ vaihtui tarkastajan tehtäviin silloisella ydinturvallisuusosastolla. Voimakkaasti kansainvälistyvässä ydinmateriaalien valvontatehtävissä monipuolisuus on ollut vain hyväksi.

TYÖTÄ MAAILMANRAUHAN PUOLESTA

Safeguards- eli ydinmateriaalivalvonnan tarkoituksena on estää ydinaseiden leviäminen ja lainvastainen toiminta. Kansallisella safeguards-valvonnalla varmistetaan, että ydinenergian käyttö on rauhanomaista. Ydinsulkusopimuksen ja muiden kansainvälisten sopimusten edellyttämien velvoitteiden on täyttyttävä.

Vähäisin tehtävä ei ole ollenkaan IAEA:n ja muiden valtioiden vakuuttaminen siitä, että maassamme ei ole ilmoittamattomia ydin-toimintoja. Safeguards on jatkuva prosessi: Luottamusta rakennetaan osoittamalla, että Suomi ei rakenna ydinasetta ja että Suomen toimet eivät edistä ydinaseiden leviämistä.

"Erityisen mielekkäänä pidän ajatusta, että omalla työllään voi osaltaan parantaa maailmanrauhaa", Elina Martikka sanoo mieteliäänä.

VAALEAN NAISEN SANA PAINAA

Työssään Elina Martikka osallistuu useiden kansainvälisten työryhmien toimintaan. Neuvotteluihin osallistuvat voivat usein olla käsiteltävästä asiasta täysin eri mieltä. Konsensuksen aikaansaaminen on Martikan mukaan joskus monimutkaista, koska safeguardsiin liittyvissä asioissa on aina niin monta puolta:

poliittinen perusta, tekniset yksityiskohdat ja sensitiivisyys.

"Esimieheni **Tero Varjoranta** sanoi aloitellessani ydinmateriaalivalvontatehtävissä, että teknistä osaamista tarvitaan 20 prosenttia ja kaikki muu on kommunikaatiota ja sosiaalista vuorovaikutusta. Silloin arvelin, että mitähän tuokin tarkoittaa. Nyt yli kymmenen vuoden jälkeen voin todeta, että Tero oli enemmän kuin oikeassa!"

Miesvaltaisella alalla vaalea suomalaisnainen huomataan. "Kun olin ensimmäisiä kertoja mukana kansainvälisissä kokouksissa, hämmästyin itekin sitä, että ajatuksiani kuunneltiin, niitä kannatettiin ja niiden mukaan toimittiin. Sitten olikin aina tarkkaan mietittävä, mitä seuraavaksi ehdottaa", Elina Martikka naurahtaa.

STUKin asiantuntijuutta arvostetaan maailmalla. Esimerkkinä Martikka mainitsee kaikkia EU-maiden toiminnanharjoittajia sitovan EURATOM Safeguards -asetuksen uudistamisen. Kaikkia jäsenmaita kuultiin, kun pohdittiin asetuksen sisältöä. "Kaikki se, mitä me suomalaiset asetukseen halusimme saada, myös saatiin", Martikka kertoo.

ASiantuntijaryhmän arvio: STUK on vahvistanut asemaansa korkeatasoisena tutkimuslaitoksena

Auringon UV-säteily voimistuu huhti-toukuussa. Kevät on petollista aikaa, koska Suomessa iho on ollut pitkän pimeän talven ilman auringonvaloa ja on keväällä täysin tottumaton aurinkoon. Iho pitää totuttaa aurinkoon vähitellen, jolloin luonnolliset turvamekanismit pääsevät toimimaan.

Hiihdon harrastajat saattavat polttaa nenänsä valkeilla keväthangilla, vaikka maaliskuuhun UV-indeksi on vielä yhden luokkaa eli varsin matala. Herkkäihoisimpien kannattaa ulkona pitkään ollessaan käyttää aurinkovoidetta.

Keväthangilla ja jäällä on syytä olla varovainen: lumi heijastaa jopa yli 80 prosenttia auringonsäteistä. UV-säteiden heijastuminen silmiin voi aiheuttaa lumisokeutta. Silmät kannattaakin suojata aurinkolaseilla, joissa on hyvä UV-suojaa. Myynnissä olevissa aurinkolaseissa UV-suojaa on useimmiten riittävä. Lasit kannattaa kuitenkin ostaa optikkoliikkeestä, jotta voi olla varma niiden suojasta. Linssien polarisointikäsittely estää häikäisyä ja lisää näin lasien käyttömukavuutta. Hyvät aurinkolasit ovat riittävän suuret ja suo-

jaavat myös sivuilta tulevalta säteilyltä.

Lasten silmien suojaaminen on erityisen tärkeää. Lapsen silmän mykiö päästää lävitseen enemmän UV-säteilyä kuin aikuisen, ja säteily voi tunkeutua verkkokalvolle asti rappeuttaen sitä.

Huhtikuusta alkaen Suomessa saa auringosta riittävästi D-vitamiinia. Itseään ei kuitenkaan tarvitse paahtaa auringossa. Oleskelu ulkona auringossa 15 minuutin ajan kolmesti viikossa riittää.

UV-indeksi ilmoittaa auringon haitallisen UV-säteilyn määrän yhdellä luvulla. Mitä suurempi UV-indeksi on, sitä lyhyemmän ajan iho kestää aurinkoa palamatta. Suojautumistarve alkaa, kun UV-indeksi on yli 3. UV-indeksi ylittää kolmosen etelärannikolla toukokuusta elokuuhun. Pilvisellä säällä kesälläkin indeksi jää yhden paikkeille. Kannattaa tosin olla tarkkana, ohuet pilvet saattavat päästää yllättävän paljon säteilyä lävitseen. Suomessa UV-indeksin suurin arvo on 5-6, joka saavutetaan keskikesällä keskipäivällä etelärannikolla.

UV-SÄTEILY VOIMISTUU HUHTIKUUSTA ALKAEN

Sosiaali- ja terveysministeriön kutsuma kansainvälinen asiantuntijaryhmä arvioi juuri ilmestyneessä raportissaan STUKin tutkimustointa. Ryhmän mukaan STUKin tutkimus on korkeatasoista, mutta hankkeiden priorisointiin pitää kiinnittää huomiota.

Arviointiryhmän mukaan STUK on vahvistanut asemaansa alansa korkeatasoisena tutkimuslaitoksena. Tämä perustuu ensisijaisesti STUKin monitieteelliseen asiantuntemukseen ja keskeisiin eurooppalaisiin ja kansainvälisiin tutkimushankkeisiin osallistumiseen. STUKin tutkimus on korkeatasoista. Juuri tästä syystä ryhmä myös suositteli, että Suomen tulisi hakea UNSCEARin (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) jäsenyyttä. Ryhmän mukaan Suomella olisi paljon annettavaa kansainväliselle yhteisölle.

Henkilöresursseihin nähden tutkimushankkeiden määrä oli suuri. Arviointiryhmä suositteli, että hankkeiden priorisointiin pitäisi kiinnittää huomiota.

”Olemme pyrkineet vastaamaan yhteiskunnan eri tahoilta tuleviin tiedon tarpeisiin, mutta samalla tämä kieltämättä johtaa hankkeiden suureen määrään”, kertoo Säteilyturvakeskuksen tutkimusjohtaja Sisko Salomaa.

”Jatkossa pyrimme korjaamaan tilannetta keskittymällä tutkimusohjelmassamme strategian kannalta keskeisimpiin alueisiin ja kehittämällä projektitoimintaa. Uraani tulee nousemaan esille monitieteisenä tutkimusohjelmaksi sekä esiintymisen että terveysvaikutusten osalta. Uraanipitoisuudet Suomen pohjavesissä ovat korkeita ja sille altistutaan juomaveden kautta. Uraania koskevalle tiedolle on nyt myös yhteiskunnallista tilausta kansainvälisten kaivoshankkeiden myötä”, Sisko Salomaa toteaa.

www.stuk.fi

Kooltaan alle kahden senttimetrin pituinen simpukka kiinnittyy kovalle alustalle ja hankkii ravintonsa suodattamalla planktonia. Suomenkielinen nimi viittaa siihen, että laji voidaan kuorelleen tyypillisen raidoituksen perusteella sekoittaa helposti vaeltajasimpukkaan. Raidoitusta esiintyy erityisesti nuorilla yksilöillä. Kuvassa on simpukan kuoria, elävän simpukan kuoret ovat suljettuina. Kuva: Ari O. Laine

Merentutkimuslaitos ja STUK ovat löytäneet Loviisan ydinvoimalaitoksen edustalta simpukkalajin, jota ei ole pohjoisella Itämerellä aiemmin havaittu. Kyseessä on valekirjosimpukka, *Mytilopsis leucophaeata*. Se esiintyy erityisen runsaana laitoksen jäähdytysveden purkupaikalla.

Laji on alun perin kotoisin Pohjois-Amerikasta subtrooppisen ja lauhkean vyöhykkeen rajamailta. On vielä epäselvää, kuinka laajalle alueelle valekirjosimpukka on levinnyt. Suomessa sitä ei toistaiseksi ole tavattu muualla kuin Loviisassa. On mahdollista, että simpukka viihtyy vain alueilla, joissa meriveden lämpötila on normaalia korkeampi.

Simpukat tarttuvat tiiviisti kiinteisiin alustoihin. Suuret simpukkamäärät voivat olla kiusallisia niin laivojen pohjissa kuin jäähdytysputkissakin. "Valekirjosimpukka on Pohjanmeren rannikolla tunnettu haitallisena lajina erilaisille teollisuuden merivesijärjestelmille. Tästä syystä sen leviämisedellytysten selvittäminen on meillä tärkeää", kertoo tutkija Ari O. Laine Merentutkimuslaitokselta.

Laineen mukaan laji löytyi Loviisasta alun perin jo vuonna 2003, mutta sitä pidettiin vaeltajasimpukkana. Vasta aivan äskettäin on selvinnyt, että kyseessä on uusi laji.

"Luultavimmin simpukka on kulkeutunut Suomeen laivojen painolastivesien mukana. Kun laiva ei ole lastissa, se ottaa kulkua vakauttamaan painolastivettä, joka lastattaessa puretaan pois. Maailmalla on yleinen ongelma, että lajit kulkeutuvat tällä tavalla alueille, joilla niitä ei alun perin ole tavattu", Laine toteaa.



UUSI SIMPUKKALAJI KOTIUTUI LOVIISAAN

Pohjois-Amerikasta on Loviisaan rantautunut aiemminkin tulokaslaji, monisukasmatoihin kuuluva pohjaeläin *Marenzelleria viridis*. Laji havaittiin ensimmäisen kerran STUKin tekemissä tutkimuksissa Loviisan ydinvoimalaitoksen edustalla vuonna 1992. Tämä noin kolme senttiä pitkä eläin yleisty nopeasti Suomen rannikkovesissä ja näytti sietävän hyvin muun muassa rehevöitymistä ja normaalia lämpimämpiä olosuhteita. Nykyään se on eräs tavallisimmista pehmeiden pohjien pohjaeläinlajeista.

UUSI MENETELMÄ RADIOLÄÄKKEIDEN KEHITTELYYN

Kun radioaktiivisia merkkiaineita ja radiolääkkeitä käytetään, on tärkeää selvittää, miten ne käyttäytyvät elimistössä. Radiolääkkeiden käyttö perustuu siihen, että ne voidaan havaita kehon ulkopuolelta esimerkiksi PET-kameralla. Kamera paljastaa kuitenkin vain sen, missä radioaktiivisuus on, mutta ei sitä, missä muodossa radioaktiivisella merkkiaineella leimattu lääke liikkuu verenkierrossa.

Merja Haaparanta-Solin on väitöstutkimuksessaan yhdistänyt näytteenottomenetelmän ja erittäin herkän radioaktiivisuuden analyysimenetelmän. Näin radioaktiivisten merkkiaineiden ja radiolääkkeiden tarkka kemiallinen muoto voidaan selvittää verenkierrossa ja elimistössä.

Kun tiedetään radiolääkkeiden rooli erilaisissa tilanteissa, saadaan lisää tietoa elimistön toimintamekanismeista. Tästä on hyötyä uusien PET-radiolääkkeiden kehittämisessä.

Haaparanta-Solin toimii valtakunnallisen PET-keskuksen Prekliinisen yksikön johtajana Turussa. Hän kertoo havainneensa työssään, kuinka vaikea on tutkia esimerkiksi radiolääkkeiden imeytymistä, jakautumista, aineenvaihduntaa ja erityistä pieneläimillä. Hän lähti tutkimukseen hakemaan uusia menetelmiä ongelman ratkaisemiseen.

Haaparanta-Solinin käyttämä näytteenottomenetelmä perustuu kudokseen asetettuun puoliläpäisevään kalvoon. Näytteistä voidaan määrittää radiolääkkeen ja sen radioaktiivisten aineenvaihduntatuotteiden määrä.

Koska näytteenottomenetelmä ei poista kehosta verta tai kudospaloja, se sopii erityisen hyvin käytettäväksi pieneläintutkimuksessa. Näytetilavuudet ovat kuitenkin hyvin pieniä. Aineenvaihduntatuotteet erotetaan herkillä analyysimenetelmällä, minkä jälkeen mitataan niiden radioaktiivisuus.

Menetelmät sopivat hyvin pieneläintutkimukseen ja niitä voidaan hyödyntää, kun kehitetään uusia PET-radiolääkkeitä ja testataan niitä erilaisissa pieneläinmalleissa. Menetelmää voitaisiin hyödyntää myös esimerkiksi silloin, kun halutaan määrittää merkkiaineen määrää ja laatua pieneläimen verestä PET-kuvauksen aikana tai tutkia kuvauksen aikana erilaisia lääkevaikutuksia.

Merja Haaparanta-Solinin väitös tarkastettiin Turun yliopistossa 3. maaliskuuta. Vastaväittäjänä toimi professori Anna-Liisa Brownell Harvard Medical Schoolista ja kustoksena professori Pirjo Nuutila. Väitös kuuluu kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen ala-

STUK SELVITTÄÄ LIKI 400 PÄIVÄKODIN RADONPITOISUUDEN



Vakavista ilmeistä huolimatta radon ei vielä huoleta päiväkotia Vankkurin poikia. Kuvassa Valtteri Ahonen (vas.), Isto Sorvari ja Heikki Hippinen (oik.). Kuva: Elli Iranta-Lindqvist

Säteilyturvakeskus aloitti helmikuussa tutkimuksen, jolla selvitetään radonpitoisuutta kunnallisissa päiväkodeissa. Tutkimuksessa mitataan yhteensä 372 päiväkodin radon.

STUK lähetti jokaiseen Suomen kuntaan kutsun tutkimukseen, ja lähes 300 kuntaa ilmoitti osallistuvansa. Kustakin kunnasta on valittu tutkimuksen kohteeksi 1–3 uusimmissa rakennuksissa toimivaa päiväkotia.

Kuhunkin päiväkotiin on toimitettu kaksi radonpurkkia. Näin saadaan selville, kuinka suuria vaihteluita rakennuksen eri tilojen välillä on. Purkit palautetaan STUKiin kahden kuukauden mittausajan jälkeen. STUK lähettää kuntiin mittaustulokset syksyn aikana.

”Aikaisemmat mittaukset ovat keskittyneet kuntiin, joissa on korkea radonpitoisuus. Nyt saadaan kattava kuva koko maan tilanteesta”, kertoo tutkija Tuomas Valmari STUKin luonnonsäteilylaboratoriosta.

Säteilyasetuksen mukaan radonpitoisuus ei työpaikoilla säännöllisessä työssä saa ylittää raja-arvoa 400 becquereliä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m³). Työntekijöiden lisäksi päiväkodeissa altistuvat radonille myös lapset, joiden hoitoaika saattaa hyvinkin täyttää säännöllisen työn tunnusmerkit.

Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään viranomaisvalvonnan suunnittelussa.

Radon on hajuton, mauton ja näkymätön radioaktiivinen kaasu, joka tunkeutuu maaperästä sisätiloihin perustuksissa olevien rakojen kautta. Sen arvioidaan aiheuttavan Suomessa noin 200 keuhkosyöpää vuodessa.

ONKO SUOMALAISKODIN RADONPITOISUUS KASVANUT?

Uusien pientalojen radonpitoisuudet ovat muuttuneiden rakennustapojen vuoksi korkeampia kuin ennen 1980-lukua valmistuneiden talojen. Säteilyturvakeskus toteuttaa laajan tutkimuksen, jonka tavoitteena on selvittää erityisesti viimeisten 15 vuoden aikana suomalaiskotien radonilanteesta tapahtuneet muutokset ja niihin vaikuttaneet tekijät.

”Tutkimukseen on kutsuttu mukaan 6000

satunnaisesti valittua suomalaista. Toivomme mahdollisimman monen kutsukirjeen vastaanottajan ilmoittautuvan tutkimukseen, jotta pystyisimme saamaan ajantasaisia ja edustavaa tietoa nykykotien radonmääristä”, toteaa erikoistutkija Ilona Mäkeläinen.

Mukaan ilmoittautuneiden kotien radonpitoisuutta mitataan vuoden ajan. Lisäksi kerätään tietoja radonpitoisuuteen vaikuttavista

tekijöistä. Erityisesti kiinnostuksen kohteena ovat vuoden 1990 jälkeen valmistuneet asunnot.

STUK julkaisee yhteenvetoraportin tutkimuksesta vuonna 2008. Saatuja tuloksia verrataan vuosina 1990–1991 toteutetun vastaavan tutkimuksen tuloksiin.

STUK ALOITTI TUTKIMUKSEN KÄNNYKKÄSÄTEILYN VAIKUTUKSESTA IHOON

STUK selvittää tutkimuksella, kuinka elävä kudus reagoi matkapuhelimen säteilyyn. Tutkimus on jatkoa aiemmin tehdyille solutason laboratorikokeille, joissa on havaittu matkapuhelimen säteilyn aiheuttavan muutoksia proteiinien ilmenemisessä ja aktiivisuudessa.

”Tutkimus on ainutlaatuinen, sillä matkapuhelinsäteilyn biologisia vaikutuksia ihmisen proteiineissa ei aiemmin ole tutkittu näin laajasti. Ihokudoksen proteomia tutkimalla voidaan samanaikaisesti analysoida satojen proteiinien ilmenemistä”, kertoo tutkija Anu Jaakola STUKin Säteilybiologian laboratorion. Proteomilla tarkoitetaan solujen tietyllä ajanhetkellä tuottamia proteiineja.

Jaakola kuitenkin toteaa, että kokeen tulosten perusteella on vielä ennenaikaista arvioida, ovatko matkapuhelinsäteilyn mahdollisesti aikaansaamat proteiinimuutokset terveydelle vaarallisia vai eivät.

Hanke koostuu kahdesta vaiheesta, joihin molempiin on haettu lupa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriin (HUS) Kirurgian alan eettiseltä toimikunnalta. Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin, minkälainen proteiinin luontainen vaihtelevuus on eri ihmisten välillä. Tässä kahdenkymmenen naispotilaan ihonäytteistä eristettiin proteiinit ja ne erotettiin toisistaan kaksisuuntaisella geelielektroforeesilla. Saatua proteiinikarttoja keskenään vertailemalla saadaan määriteltyä tietty taso sille, kuinka eri proteiinien määrät vaihtelevat eri ihmisten välillä. Tätä tietoa tarvitaan, kun analysoidaan, kuinka tilastollisesti merkittäviä mahdolliset matkapuhelinsäteilyn aiheuttamat proteiinimuutokset ovat koehenkilöiden ihossa.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa kymmenen vapaaehtoisen koehenkilön käsivarren ihoa

Säteilytyskokeen vapaaehtoiset koehenkilöt saatiin kokoon lähettämällä tutkimustiedote STUKin henkilökunnalle. Henkilön käsivarren ihoon suunnattiin matkapuhelinsäteilyä tunnin ajan. Apulaisjohtaja Tarja K. Ikäheimosen tunti kului nopeasti töitä tehdessä.

Kuva: Markus Jokela



säteilytettiin yhden tunnin ajan matkapuhelimen 900 megahertsin GSM-signaalilla. Heti säteilyaltistuksen jälkeen henkilön iho puudutettiin ja siitä otettiin pieni ihonäyte. Toisesta käsivarresta otettiin toinen näyte, jota voidaan verrata säteilytettyyn näytteeseen kullakin henkilöllä erikseen.

Koehenkilöiksi valittiin vain naisia, koska kaikkien analysoitavien ihonäytteiden haluttiin olevan mahdollisemman yhteneväisiä. Miesten ja naisten ihossa saattaa olla lopputulokseen vaikuttavia eroja.

Tutkimuksia matkapuhelimen säteilyn bio-

logisista vaikutuksista sekä terveyteen vaikuttavista tekijöistä on tehty maailmalla tuhansia. Silti terveysvaikutukset ovat vielä epäselviä. STUKissa matkapuhelinsäteilyn biologiset tutkimukset aloitettiin vuonna 1999.

Tutkimus on Teknologian kehittämiskeskuksen rahoittama, ja se on osa kansallista HERMO-tutkimusohjelmaa (Health Risk Assessment of Mobile Communications).

Lisätietoja: tutkimusprofessori Dariusz Leszczynski (dariusz.leszczynski@stuk.fi) ja tutkija Anu Jaakola (anu.jaakola@stuk.fi)

SÄTEILYVALVONTA-ASEMIEN UUSIMINEN TÄYDESSÄ KÄYNNISSÄ

Säteilyturvakeskus aloitti vuonna 2005 koko Suomen kattavan ulkoisen säteilyn valvontajärjestelmän uusimisen. Pilottikohteeksi valittiin Hämeen Hätäkeskuksen alue eli Kanta- ja Päijät-Hämeen 14 säteilyvalvonta-asemaa.

Viime marraskuussa pilottikohde saatiin valmiiksi ja uusittuja laitteita sekä tiedonsiirtoon tarkoitettua Virve-viranomaisverkkoa päästiin todella käyttämään. Gprs-teknologiaa hyödyntävän Virve-verkon tarjoamaa data-palvelua ei ollut kukaan aikaisemmin kokeillut tällä laajuudella ja aluksi tiedonsiirrossa oli pieniä ongelmia. Ongelmat kuitenkin korjattiin, minkä jälkeen tiedonsiirto on toiminut hyvin. Uusissa mittalaitteissa ja itse aseman toiminnassa ei pilotoinnin aikana havaittu moitittavaa.

Seuraavaksi, kuluvan vuoden huhti-toukokuussa ryhdytään uusiin Länsi-Suomen alueen 72 säteilyvalvonta-asemaa. Töiden arvioidaan valmistuvan elokuun aikana.

Koko uusittu valtakunnallinen valvontajärjestelmä otetaan käyttöön vaiheittain vuoden 2007 loppuun mennessä. Uudistuksen myötä järjestelmän toimintavarmuus paranee ja muutokset säteilytilanteessa pystytään havaitsemaan nykyistä herkemmin.

Ulkoista säteilyä on valvottu Suomessa säännöllisesti 1960-luvulta lähtien. Automaattinen valvontaverkko rakennettiin 1980-luvun lopussa vuonna 1986 sattuneen Tshernobylin ydinturman vauhdittamana. Nykyisin säteilytietoa kerätään yhteensä 288 mittausasemalla ympäri Suomea.

JAPANILAISET TUTUSTUIVAT SUOMALASEEN YDINTURVALLISUUTEEN

Ryhmä japanilaisia ydinvoima-alan asiantuntijoita kävi tammikuussa tutustumassa suomalaisen ydinturvallisuuskulttuuriin ja ydinjätteiden loppusijoitusratkaisuun.

Ryhmä vieraili ensin Olkiluodon ydinvoimalaitoksella ja sitten STUKissa kuulemassa Suomen ydinvoimalaitosten valvontaan liittyviä käytäntöjä ja kokemuksia. Vieraita kiinnosti erityisesti STUKin valvontamenettelyt ja ydinvoimaloiden vuosihuoltoon liittyvät tarkastusmenettelyt.

Ryhmä koostui JSME:n (Japan Society of Mechanical Engineers) ydinvoimasektorilla toimivista jäsenistä. Heidän tavoitteenaan on usean vuoden aikana tutustua eri maiden ydinvoimalaitosten valvontakäytäntöihin ja -kokemuksiin. Tarkoituksena on tukea japanilaisen ydinturvallisuussäännösten kehittämistä.

Suomalainen ydinturvallisuus ja ydinjätteiden loppusijoitus kiinnostavat maailmalla. STUKissa on vierailut ydinturvallisuusviranomaisia sekä asiantuntija- ja ympäristöorganisaatioita useista eri maista, esimerkiksi Iso-Britanniasta, Ranskasta, Pakistanista, Etelä-Koreasta, ja Venäjältä.



TIEDE.fi

RÖNTGENILLÄ LÖYDETÄÄN LINTUINFLUENSSASTA SELVIÄJÄ

Yleisin lintuinfluenssan kuolinsy on keuhkokuume, joka johtaa lopulta keuhkojen toiminnan lamaantumiseen, kertoo Tiede-verkkolehti. Brittiläisten radiologien mukaan taudin lopputulos voidaan päätellä jo

varhaisessa vaiheessa. Jos röntgenkuvassa näkyy laajoja tiivistymiä, on ennuste huono. Tiivistelmät ovat merkki siitä, että tulehdusneste on levinnyt keuhkorakkuloihin ja aiheuttanut vakavia vaurioita. Tuloksista raportoitiin Pohjois-Amerikan radiologiyhdistyksen vuosikokouksessa Chicagossa. Tulokset perustuvat lähes sataan röntgenkuvaan, jotka otettiin 14 vietnamilaiselta lintuinfluenssapotilalta. Tutkituista yhdeksän kuoli, loput pelastuivat.

Tiede-verkkolehti 6.12.2005

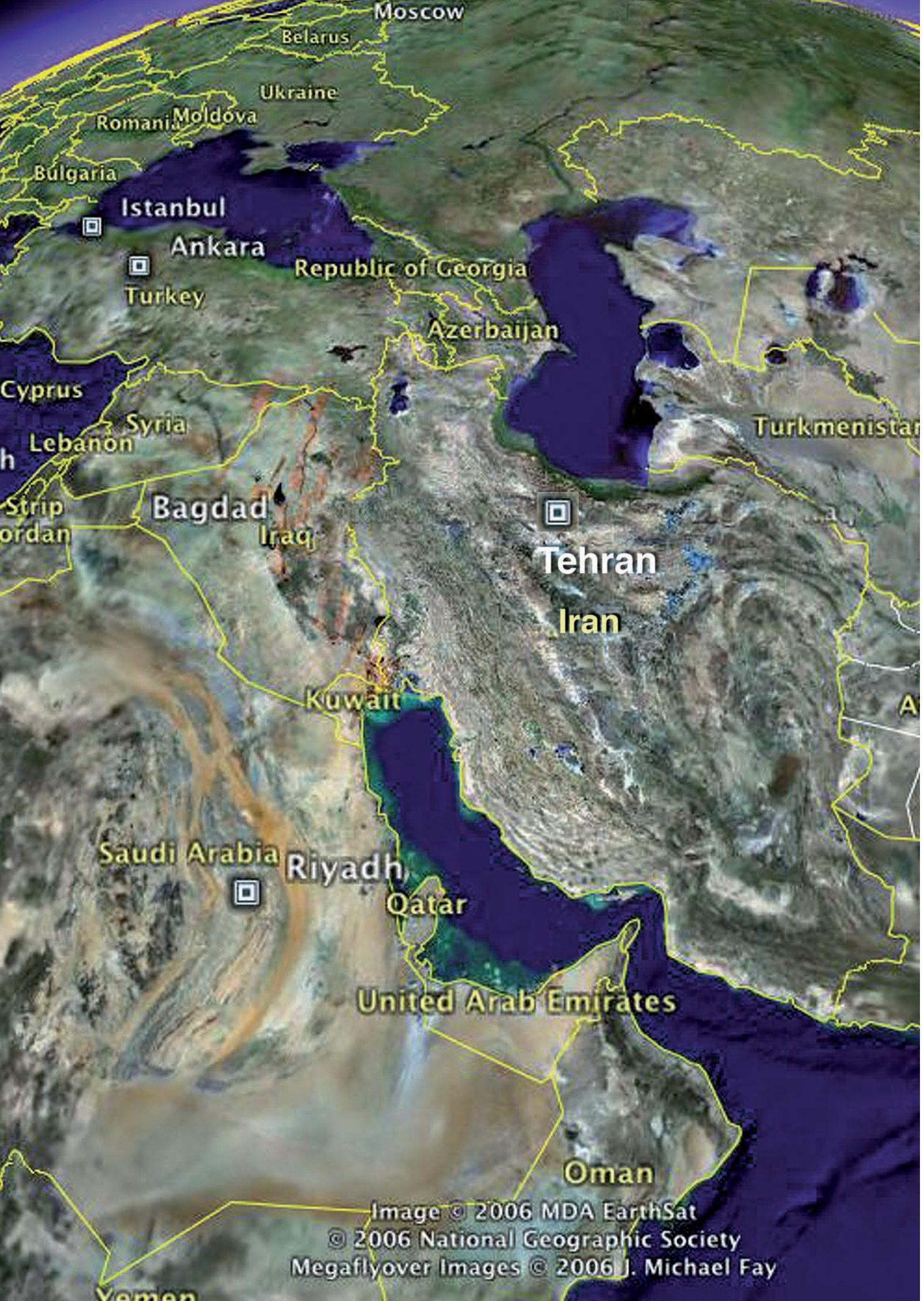


Image © 2006 MDA EarthSat
© 2006 National Geographic Society
Megaflyover Images © 2006 J. Michael Fay

IRANIN YDINOHJELMA ASETTAA IAEA:N TOIMINNAN KOETUKSELLE

IAEA:n ydinaineiden valvontatoiminta ja koko ydinsulkusopimus on koetuksella, kun Iranin ydinohjelma on nostettu maailmanpolitiikan keskipisteeseen. Jos Iran eristetään maailmanyhteisöstä, seuraukset voivat olla arvaamattomat.

Välit Iranin ja maan mahdollisista ydinasesuunnitelmista huolestuneiden länsimaiden välillä ovat kiristyneet nopeasti. Moni hätkähti, kun kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA päätti viedä kiistan Iranin uraanin rikastamisen valvonnasta YK:n turvallisuusneuvoston käsiteltäväksi.

MITEN IHMEESSÄ TÄHÄN ON TULTU?

IAEA:n toimeenpanema ydinmateriaalivalvonta perustuu kansainvälisiin sopimuksiin ja niiden noudattamiseen. Jokainen ydinsulkusopimuksen solminut maa neuvottelee IAEA:n kanssa valvontasopimuksen, jossa on määriteltä tarkasti ne tiedot, jotka valtion on toimitettava IAEA:lle ja toisaalta IAEA:n valvontaoikeudet. IAEA:n valvonnan mahdollistaa hyvä ja keskinäiseen luottamukseen perustuva valvontayhteistyö valtioiden kanssa.

Lähtökohtana kansainväliselle valvonnalle ja IAEA:n toiminnalle on pyrkimys varmistaa, ettei ydinmateriaaleja tuoteta tai käytetä ydinaseiden valmistamiseen. Valvonnan periaate on kirjattu ydinsulkusopimukseen. Sen tarkoituksena on estää ydinaseiden leviäminen uusiin valtioihin ja samalla taata kaikille mahdollisuus ydinvoiman rauhanomaiseen käyttöön. Ydinsulkusopimukseen on tällä hetkellä sitoutunut 188 valtiota.

”Jos luottamus romuttuu, valvontakeinot ovat vähissä”, sanoo Juha Rautjärvi, johtava

asiantuntija STUKin ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta -osastolta.

Saman osaston johtaja Tero Varjoranta näkee IAEA:n ja Iranin suhteessa kissa ja hiiri -toimintaa. ”Iran on koko ajan myöntänyt vain sen, mikä on ollut pakko, ja salannut kaiken muun.”

IAEA:n toimivalta rajoittuu selkeästi ydinaineisiin, eli uraaniin, plutoniumiin ja toriumiin. Valvontasopimuksen mukaan IAEA:n tarkastajilla on pääsyoikeus valtion ilmoittamiin ydinaineiden säilytyspaikkoihin. Tarkastajat voivat käyttää sinettejä ja valvontakameroita avuksi työssään. Muihin tuotantolaitoksiin, tekniseen tutkimukseen ja tietoihin, tai vaikkapa aseissa käytettäviin muihin materiaaleihin tai teknologiaan IAEA:n valvontaoikeus ei ulotu.

IRANIN VALVONTASOPIMUS SHAAHIN AIKAISTA PERUA

”Iran allekirjoitti valvontasopimuksen IAEA:n kanssa jo shaahein aikana vuonna 1972 ja sopimus astui voimaan pari vuotta myöhemmin”, Rautjärvi toteaa. IAEA:n listalla Iranin valvottavista kohteista oli 1990-luvun lopulla muutama tutkimusreaktori, amerikkalaisten 1970-luvulla toimittama reaktori isotooppi-tuotantoon, laboratorioita sekä rakenteilla oleva venäläinen VVER 1000 -tyyppinen kevytvesireaktori.

Vuonna 1991 käydyn Persianlahden sodan

jälkeen paljastuneen Irakin salaisen ydinaseohjelman takia kansainvälisesti oltiin yhtä mieltä siitä, että IAEA:n valvontaoikeuksia on lisättävä niin, että myös salaiset ydinaseohjelmat paljastuisivat. IAEA:n valvontasopimukseen neuvoteltiin vuonna 1997 lisäpöytäkirja, joka antaa IAEA:lle laajat pääsyoikeudet tarkastuskäynneillä sekä valtuudet kerätä tietoja muistakin lähteistä. Lisäpöytäkirjan tarkoitus on antaa niin suuret valtuudet IAEA:n tarkastajille, että missään maassa mikään ydinaineisiin liittyvä toiminto ei voi pysyä salassa.

Lisäpöytäkirja antaa oikeudet tarkastuskäynnteihin lyhyellä varoitusajalla, ympäristönäytteiden ottoon ja satelliittikuvien hyödyntämiseen. Se velvoittaa valtion antamaan IAEA:lle laajasti tietoa koko polttoainekierrosta. IAEA:n tarkastajille taataan pääsy kaikkiin ydinaineisiin liittyviin tuotantolaitoksiin, laboratorioihin, yritysten ja maahantuojien tiloihin sekä kaikkiin käytöstä poistettuihin laitoksiin, missä ydinaineita on käytetty tai säilytetty.

Lisäpöytäkirjan valtuuksia on käytetty myös Iranissa. Maan islamilaista hallintoa vastustava oppositio julkisti elokuussa 2002 tietoja Iraniin rakenteilla olleista uraanin väkevöintilaitoksesta ja raskaanveden tuotantolaitoksesta. IAEA halusi tarkistaa tietojen todenperäisyyden ja Iran suostuiinkin päästämään IAEA:n tarkastajat mainittuihin laitoksiin. Tarkastukset alkoivat alkuvuodesta 2003. Niissä paljastui, että Iran oli jättänyt täyttämättä useita kertoja valvon-

"IRANIN LUPAUKSET TÄYDELLISESTÄ AVOIMUUDESTA EIVÄT PITÄNEET PAIKKAANSA"



Johtaja Tero Varjoranta näkee IAEA:n ja Iranin suhteessa kissa ja hiiri -toimintaa. Kuva: Tiina Jutila

Näin julkisuuteen tulneiden tietojen edessä Iran suostui toimimaan IAEA:n lisäpöytäkirjan mukaisesti ja lupasi täydellistä avoimuutta kaikissa ydin-aineisiin liittyvissä asioissa. Iran ilmoitti vuonna 2003 tusinan verran lisää laitoksia ja laboratorioita, joissa käsitellään, on käsitelty tai aiotaan käsitellä uraania. Samalla Iran lopetti väliaikaisesti uraanin rikastamisen ja käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelyhankkeet, sekä ilmoitti virallisesti, ettei maalla ole, eikä se aio hankkia ydinaseita.

"Osoittautui, että Iran oli valvontasopimuksen vastaisesti tuonut maahan uraanipitoista ydinmateriaalia, kuljettanut ja varastoinut sitä, sekä rakentanut laitoksia, joissa uraania käsiteltiin. Kaikista näistä toimista olisi pitänyt ilmoittaa IAEA:lle", sanoo Tero Varjoranta.

"On myös käynyt ilmi, että Iranin lupaukset täydellisestä avoimuudesta eivät pitäneet paikkaansa", Varjoranta sanoo. "Iranin ilmoittamien hankkeiden lisäksi on koko ajan paljastunut uusia tietoja muista laitteista, varaosista ja tutkimusohjelmista. IAEA:n ottamista ympäristönäytteistä on myös saatu tuloksia, jotka eivät sovi yhteen Iranin ilmoittamien tietojen kanssa. Lisäksi on usean vuoden ajanjakso, jonka aikana on täysin selvittämättä, mitä kaikkia laitteita on hankittu pimeiltä markkinoilta."

Iranin ilmoittama lista salassa olleista laitoksista ja hankkeista herätti suurta kansainvälistä huomiota. Etenkin Yhdysvallat ja Israel ovat epäilleet, että Iranilla on ydinaseohjelma, joka tähtää ydinaseuraanin valmistamiseen. Rautjärven mukaan on hyvin mahdollista, että Iranilla oli ydinaseohjelma 1980-luvun alussa, kun länsiaseilla aseistautunut Saddam aloitti Irakin hyökkäyksen Irania vastaan.

MIHIN KÄYTTÖÖN URAANIA RIKASTETAAN?

Iranin vuonna 2003 ilmoittamista laitoksista eniten hälinää aiheutui Natanzin ydinpolttoaineen rikastuslaitoksesta, jonka pilottiversiossa asennettiin jo silloin sentrifugeja, ja jonka täyden koon laitos oli rakenteilla. Pilot-laitoksessa oli IAEA:n tarkastusten alkaessa satoja valmiita sentrifugeja, joista osa oli Pakistanista Khanin verkoston kautta hankittuja, ja osa jo kotimaista tuotantoa.

Sentrifugeja käytetään uraanin fissiilin isotoopin, U-235:n, pitoisuuden lisäämiseen. Ydinpolttoaineen U-235-pitoisuudeksi riittää alle 5 prosentin rikastusaste, kun aseuraanin U-235-pitoisuus on yli 90 prosenttia.

Rikastamisen lisäksi Iranilla on tekniikkaa metallisen uraanin saattamiseksi puolipallon muotoon. Korkearikasteinen metallinen uraani on ydinaseen pääkomponentti. Puolipalloista Iran on toimittanut IAEA:lle 1980-luvun alussa päivitettyjä dokumentteja, joissa ei ole dimensiotietoja tai spesifikaatioita.

Iranin tavoitteet ovat epäilyttävät, ja siksi halutaan varmuus siitä, ettei Iran koskaan käytä sentrifugitekniikkaa ydinasetarkoituksiin. Iran ilmoitti kuitenkin viime syksynä, että se aikoo jatkaa kehitystyötä uraanin rikastamiseksi ja polttoaineen jälleenkäsittelyä varten. Marraskuussa 2005 IAEA:n hallintoneuvosto kehotti Irania yhteistyöhön ja pyysi lisätietoja rikastusohjelmasta. Iran välitti tiedot arvioitavaksi tammikuussa. IAEA:n edustajan ollessa läsnä rikastuslaitoksen sinetit on poistettu, joten työ siellä voi jatkua.

MIKSI VENÄLÄINEN YDINPOLTTOAINE EI KELPAA?

"Iranilla on täysi oikeus kehittää ydintekniikkaa, mutta puhtaasti rauhanomaisin keinoin", Varjoranta toteaa. "Jos lähtökohta on rau-

tasopimuksen velvoitteita.

Ulkoisen painostuksen kasvaessa Iran ilmoitti lokakuussa 2003 toimivansa ikään kuin lisäpöytäkirja olisi voimassa, ja allekirjoitti lisäpöytäkirjan joulukuussa 2003, mutta sitä ei ole vielä ratifioitu parlamentissa, joten sillä ei ole oikeudellista painoa. Iran toimitti ensimmäiset lisäpöytäkirjan mukaiset tiedot IAEA:lle toukokuussa 2004. Tämän vuoden alussa Iran sitten ilmoitti, ettei se enää jatka lisäpöytäkirjan vapaaehtoista noudattamista.

MUSTAN PÖRSSIN KAUPPA PALJASTUI

Lisäpöytäkirjan periaatteiden mukaan IAEA ryhtyi varmistamaan, että kaikki ydinpolttolaitteiden kiertoon liittyvät toimet oli ilmoitettu. Tähän työhön tuli vetoapua hyvin yllättävältä taholta. Vuonna 2003 pysäytettiin sentrifugiosia Libyaan kuljettanut laiva Välimerellä, ja saman vuoden joulukuussa Libyan johtaja Muammar Gaddafi ilmoitti luopuvansa joukkotuhoojahjelmastaan.

Samassa rytäkässä paljastui Pakistanin ydinaseohjelman isänä tunnetun A.Q. Khanin mustan pörssin asekaupan verkosto. Khan kertoi muun muassa myyneensä Iraniin pakistanilaisessa sotilaskäytössä olleita ydinainesten rikastuslaitteita, kuten sentrifugeja ja niiden varaosia.

OLLI HEINONEN, IAEA:

IRANIN YDINOHJELMAN SELVITTÄMINEN ON KUIN JÄITÄ POLTTAISI

Jos Iran jostain syystä irrottautuisi ydinsulkusopimuksesta, koko sopimus on kriisissä. Näin toteaa Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n varapääjohtaja Olli J. Heinonen, joka johtaa IAEA:n ydinmateriaalivalvontaa hoitavaa Safeguards-osastoa.

Heinosen mukaan ydinsulkusopimuksen ongelmat alkoivat siitä, kun Pohjois-Korea irrottautui sopimuksesta vuonna 2002. Ydinsulkusopimuksessa on artikla, jonka perusteella yksittäinen valtio voi vetäytyä sopimuksesta, jos kansallinen etu niin vaatii. "Useimmat maat toivovat, ettei Iranin tilanne johda siihen", hän sanoo.

"Emme pysty nykytiedoilla päättämään Iranin ydinohjelman tarkoitusta ja suuntaa", Heinonen sanoo. "Siksi IAEA hakee YK:n turvallisuusneuvostolta lisää tukea vaatimuksilleen suorittaa valvonta Iranissa."

Iranin tilanteen selvittämiseksi IAEA on käyttänyt kolme vuotta aikaa, mutta Heinosen mukaan peruskysymyksiä on vielä auki. "On ollut kuin jäitä polttaisi – tietoja on tullut, mutta tipoittain."

Entä jos Iranilla on ydinaseohjelma, milloin maalla voisi olla ydinase?

"Toivottavasti ei koskaan", Heinonen tokaisee.

"Tärkeintä tällä hetkellä on, että voisimme valvoa ne laitokset, mitä Iranissa on, ja varmentaa, että niiden lisäksi ei ole muita laitoksia."

"Laajennettu rikastuslaitos voisi valmistua vuodessa ja siinä voitaisiin jo tuottaa huomattavia määriä rikastettua uraania. Ongelmana on, että on suuren työn takana rikastaa luonnon uraania neljäprosenttiseksi ydinpolttoaineeksi. Kun sen osaa, vaaditaan suhteellisen vähän aikaa ja työtä, että pystyy nostamaan rikastusteen neljästä prosentista ydinaseiden vaatimaan 90 prosenttiin. Periaatteessa siinä vain lisätään sentrifuugien määrää."

hanomainen, ei Iranin toimissa tällä hetkellä näytä olevan mitään järkeä. Miksi maa haluaa kehittää hankalaa tekniikkaa ja rikastaa uraania itse, kun markkinoilta on saatavilla samat palvelut paremmin ja hyvällä toimitusvarmuudella murto-osaan hinnasta?"

Venäjä on kahdenkeskisissä neuvotteluissa tarjonnut Iranille yhteistyötä uraanin rikastamiseksi Venäjällä. Todennäköisesti Venäjän tarjous tarkoittaisi sitä, että Iran saisi osuuden Venäjälle perustettavaan rikastuslaitokseen. Iranilla olisi sitten oikeus vastaavaan osuuteen tuotannosta.

"Iranin suhtautuminen Venäjän tarjoukseen on lähes mahdotonta selittää rauhanomaisella toiminnalla. Mutta siitä tulee täysin looginen, jos Iran haluaa luoda edellytyksiä valmistaa omia ydinaseita", Varjoranta sanoo.

"Näyttää siltä, että asiat eivät selity millään muulla tavalla, mutta mitään todisteita tai tuomiota ei ole", Varjoranta muistuttaa. "Nyt olisi äärettömän tärkeätä, että IAEA pääsisi paikan päälle tutkimaan asioita perin pohjin. Iran voisi välttää kansainvälisen tilanteen kiristymistä entisestään antamalla IAEA:lle pääsyoikeuden maahan, vastaamalla kysymyksiin

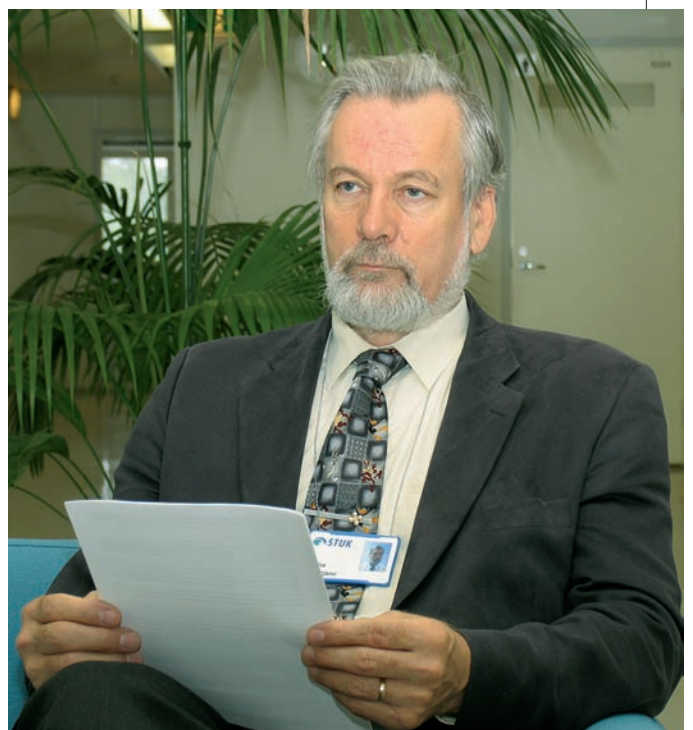
- ja toisaalta suhtautumalla positiivisesti Venäjän ydinpolttoainetarjoukseen."

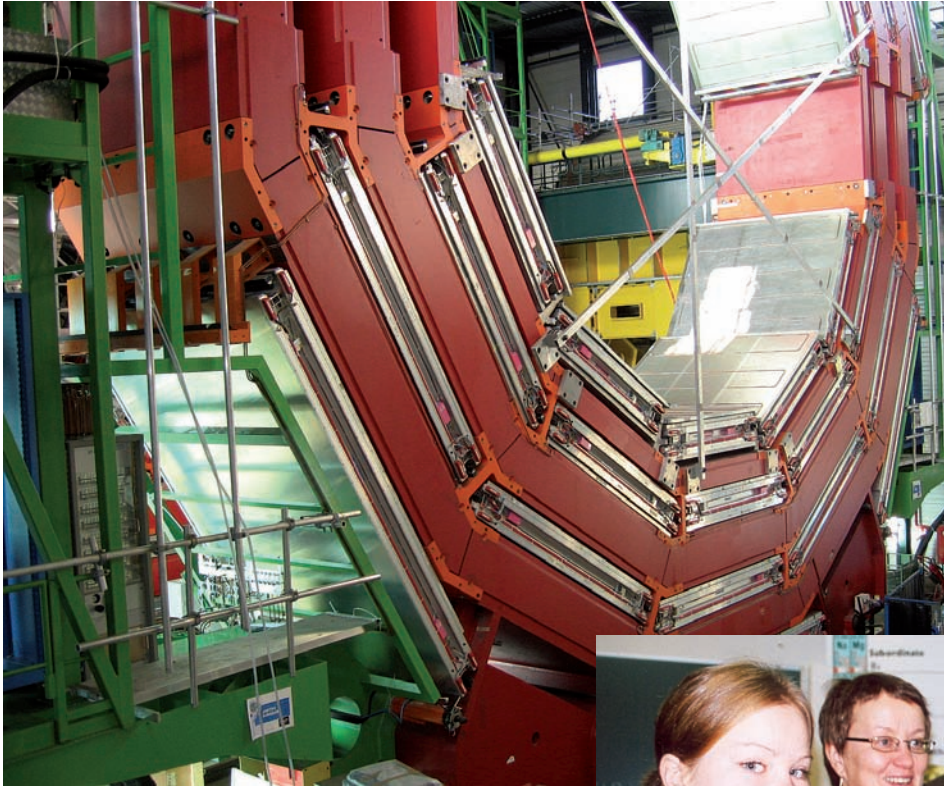
Varjoranta toteaa, että luottamukseen pyrkivässä toiminnassa on kaksikin paradoksia.

Ensinnäkin Iran on koko ajan toiminut tavalla, jolla asia vääjäämättä on edennyt IAEA:n hallinto-neuvoston käsittelyyn ja lähettämiseen YK:n turvallisuusneuvostolle. Toiseksi Yhdysvallat haluaa lopettaa Iranin mahdolliset ydinasesuunnitelmat, mutta tekee sen tavalla, joka on Iranin taholta aiheuttanut vain jyrkkiä vastareaktioita.

Eikä se auta yhtään, että Iranin presidentti Mahmoud Ahmadinejad uhittelullaan saattaa provosoida maailman yhteisöä väärin ratkaisuihin.

"Jos luottamus romuttuu, valvontakeinot ovat vähissä", sanoo Juha Rautjärvi. Kuva: Leena Hietanen





Maailman johtavassa hiukkastutkimuslaboratoriossa Cernissä päästiin tutkimaan eri koeasemia, tutustuttiin aineen standardimalliin ja erityisesti haisteltiin tiedeyhteisön ilmapiiriä.
Kuva: Anneli Lappalainen

Cernistä opintomotivaatiota ovat käyneet hakemassa Puumalan lukiolaiset Veera Arilahti (vas.) Ilkka Kaipainen (kesk.), Taija Okkola ja Jaana Pulkkinen. Vähintään hiukkasen verran energiaa on saanut myös opettaja Anneli Lappalainen. (toinen vas.).
Kuva: Sini Silvän



CERNIN TIEDEOPPINNOISTA MOTIVAATIOTA PUUMALAN LUKIOLAISILLE

Etelä-savolaisen Puumalan pienellä lukiolla on jo muutaman vuoden ollut tiivis kontakti Cerniin, maailman johtavaan hiukkastutkimuslaboratorioon. Tiedeopiskelun nimissä osa fysiikan syventävien opintojen oppilaista on päässyt vierailemaan Cernin tutkimusmaailmaan. Tuliaisina on ollut erityisesti lisämotivaatiota fysiikan opiskeluun.

Puumala–Cern-yhteistyö starttasi 2002, kun fysiikanopettaja Anneli Lappalainen osallistui Cernissä opettajien koulutukseen. Oppilaiden kanssa Lappalainen on käynyt Cernissä jo kol-

PUUMALA LÖYTYY ETELÄ-SAVOSTA KOLMION MIKKELI-IMATRA-SAVONLINNA KESKELTÄ, CERN TAASEN SIJAITSEE SVEITSISSÄ.

me kertaa, viimeksi syksyllä 2005.

”Vielä ei kyllästytäkään yhtään”, Lappalainen nauraa. ”Aina siellä oppii jotakin uutta.”

”Kun uusi LHC-törmäytin (Large Hadron Collider) valmistuu ja sieltä saadaan tutkimustuloksia, sitten se vasta on mielenkiintoista.”

Lappalainen pitää itsensä ajan hermolla ja seuraa fysiikan kehitystä. Erityisesti hiukkasfysiikka on hänen mielestään todella kiinnostavaa. Opettajalle yhteistyö tuo vaihtelua opetukseen. Yhteistyö on syventynyt myös Mikkelin opettajakollegoiden kanssa.

”Samalla tulee keskusteltua myös muista asioista.”

Puumalan pienessä lukiossa matkaan lähtevien oppilaiden valinta on ollut helpompaa. Isoissa lukioissa matkalippu Cerniin on tiukassa.

CERNIN ALUEELLA OMA TUNNELMANSÄ

Cernissä asiaan kuuluu haistella tiedemaailman ilmapiiriä. Ensinnä tutustutaan tutkimusalueeseen yleispiirteissään, minkä jälkeen tutustutaan eri koeasemiin. Ennakkovalmistautuminen testataan luennoilla esimerkiksi aineen rakenteen standardimalleista, hiukkasfysiikan tulevaisuuden haasteista ja antimateriaohjelmasta.

”Mielenkiintoista”, tiivistää Veera Arilahti Cernin kokemukset.

”Sieltä sai motivaatiota fysiikan opiskeluun”, arvioi Tajja Okkola.

”Paljon asiasta olisi varmaan mennyt ohi, jos ei olisi valmistauduttu etukäteen”, Ilkka Kaipainen puntaroi.

Lukiolaiset kertovat käyneensä Atlas- ja CMS-koeasemilla. Vaikutuksen oli tehnyt myös LHC-kiihdyttimen rakennustyömaa. Kiihdytin, ts. törmäytin, rakennetaan rinkiin, jonka ympärysmitta on 27 kilometriä.

Cernistä oli jäänyt mieleen myös se, miten perustutkimuksen sivutuotteena voi syntyä muita hyödyllisiä ideoita. Tästä esimerkiksi Cernissä alun perin tutkijoiden käyttöön syntynyt Word Wide Web.

”Aineen rakenteen standardimallista olisi voinut kuulla enemmänkin”, Kaipainen pohdii. Luentosalin ulkopuolella joku oli hoksannut kysyä aiheen luennoitsijalta, tutkija Kari Rummukaiselta, ovatko osittaiset ulottuvuudet mahdollisia. Kysymys oli hyvä eli vastaus

siihen jäi saamatta.

Jaana Pulkkinen kertoo, että luennoilla esillä oli myös fysiikan perimmäinen, Einsteininkin askarruttanut kysymys Kaiken teoriasta.

Tutkija Jukka Klemin johdolla tutustuttiin globaaliin hajautettuun laskentaan eli Grid-projektiin. Kun tietokonekapasiteettia Cernissä ei saada riittämään, hajautetaan laskenta koneisiin ympäri maapalloa. Ratkottavana tässä projektissa on luonnollisesti myös turvallisuuskysymykset, ettei tieto kulje väärin käsiin.

Antimateriaohjelmaa esiteltiin englanniksi Michael Doserin luennoilla.

”Kieli ei ollut ongelma”, Veera Arilahti kertoo. Lukiolaiset ovat selvästi olleet valppaina Cernin luennoilla. Esimerkkejä antimaterian hyödyntämismahdollisuuksista tulee Kaipaisen mieleen PET-kuvantaminen, jota käytetään radiolääketieteessä. Antimateria voisi olla myös tehokas ase – onneksi sen hallinta on kuitenkin yhä liian vaikeaa.

Luennoilla Doser kertoi, että hänellä on ratkottavanaan myös gravitaatiovoimaan liittyvä kysymys: onko gravitaatiovoimalla kaksi suuntaa.

Varsinaiset ymmärrysvaikeudet lukiolaisia odottivat kuitenkin vasta kotona. Cernin matkakokemuksia oli vaikea kertoa savoksi ja suomeksi.

”Minä kovasti yritin keskustella aiheesta, mutta ei tullut oikein vastakaikua.”

”Meidän isäkin on kiinnostunut aiheesta, se jonkin verran ymmärsi. Muut sanoivat vain joo joo, hyvä hyvä.”

”Jos ei yhtään ole fysiikkaa lukenut, niin kaikki termit ovat käsittämättömiä”

KYMMENIEN KOULUJEN TIEDEVERKOSTO

Tiedeopintojen idea on lähtöisin projektipäällikkö Riitta Rinta-Filppulalta. Hän pisti Cernissä merkeille ranskalais- ja sveitsiläisopiskelijoiden vierailut. Vastaava väylä haluttiin avata myös suomalaisille opiskelijoille.

Tällä hetkellä Cern-verkostoon kuuluu yli 70 suomalaista koulua. Verkoston yhteistyökumppaneina ovat mm. korkeakoulut ja ammattikorkeat. Tarkoituksena on kehittää modernin fysiikan opetusta ja integroida Cernin tutkimustulokset lukion fysiikan opetussuunnitelmiin niin kuin se paikallisesti on mahdollista. Samalla tuetaan yhteistyötä lukioiden, yliopistojen ja Cernin välillä.

Yhteistyötä syntyykin väistämättä jo silloin, kun Cernin matkan ennakkovalmistelut aloitetaan. Puumalan lukiolaiset kävivät syksyllä Cernissä yhdessä Mikkelin lyseon ja Yhteiskoulun lukion oppilaiden kanssa. Ennen matkaa käytiin Jyväskylässä tutustumassa hiukaskiihdyttimen toimintaan. Luentoja katsottiin myös netistä. Ennakkolukemistoon kuului Stephen Hawkingin Maailmankaikkeus pähkinänkuoressa.

Cernin vaikutusta voi ehkä löytää myös lukiolaisten jatkosuunnitelmista.

”Aika moni on lähtenyt opiskelemaan Lappeenrannan teknilliseen yliopistoon”, Lappalainen kertoo.

CERN YTIMEKKÄÄSTI

Euroopan hiukkasfysiikan tutkimuslaitos Cernin päätehtävä on tieteellinen perustutkimus. Ranskan ja Sveitsin rajalla sijaitsevala laitoksella on 20 jäsenmaata, suomalaisyhteistyötä on tehty jo vuodesta 1964. Cern tarjoaa tutkimusryhmien käyttöön hiukaskiihdyttimiä, jotka ovat liian kalliita yksittäisen maan ylläpidettäväksi. Cernissä työskentelee noin 6 000 hiukkasfysiikan tutkijaa 80 eri maasta. Päähankkeena lähivuosina LHC-törmäytin (Large Hadron Collider) rakentaminen. Törmäytinissä vastakkaisiin suuntiin kiertävät protonisuihkut saavuttavat 7 TeV:n energian. Kiihdytin on valmistuessaan maailman tehokkain.

SUOMALAISTEN VALPPAUS PELASTI SUURONNETTOMUUDELTÄ CHILESSÄ

Suomalaisen työnjohdon valppaus esti vakavan säteilyvaaratilanteen kehittymisen suuronnettomuudeksi Chilessä. Tapaus todisti, miten säteilyriskeihin kannattaa varautua esimerkiksi työmailla, joilla käytetään säteilylähteitä teollisuuskuvauksissa.

Viime joulukuun 15. hieman ennen puoltapäivää Kvaerner Power Oy:n työmaapäällikön Antti Aholan Rados RAD-60 -säteilymittari alkoi piipata työmaatoimiston pöydällä Chilen Nueva Aldeassa. Kun myös neljän muun suomalais-työntekijän dosimetrit osoittivat suuria lukemia, Ahola varmistui tilanteen hälyttävyydestä ja ryhtyi selvittämään sen syytä.

Ahola suomalaiskumppaneineen valvoo Arauco-yhtiön tilaaman uuden suuren sellutehtaan soodakattilan paikallisena työnä tehtävän asennuksen onnistumista. Heidän työmaakoppinsa sijaitsee vasten haihduttamon urakoinnista vastaavan työnjohdon toimistoa, jonne Ahola meni tiedustelemaan tilannetta kuultuaan piippausäänen.

”Halusin tietää, suoritettiinko juuri tuolloin heidän alueellaan säteilylähteitä käyttäviä teollisuuskuvauksia. Vastaus oli kielteinen. Minulle kuitenkin kerrottiin toimistoon saapuneen äskettäin erään työntekijän oudon esineen kanssa. Työntekijä oli sanonut tuntevansa kummallista pahoinvointia.”

”Ymmärsin saman tien, että esineen täytyy olla jonkinlainen säteilylähde. Sovimme, että se toimitetaan pikaisesti ulos rakennuksesta esimerkiksi jonkin metalliputken suojaan paikkaan, joka voidaan eristää. Samalla alue tulisi tyhjentää kaikista ihmisistä”, Ahola kertoo.

VAKAVUUTTA EI ALUKSI YMMÄRRETTY

Käytyään kertomassa tilanteen omalle työporukalleen Ahola riensi paikallisen urakoitsijan toimistoon varmistamaan, että he todellakin tekevät asialle tarvittavan.

”He eivät kuitenkaan ymmärtäneet tilanteen vakavuutta, vaan rupesivat kyselemään asennukseen liittyviä asioita. Painotin heidän käsissään olevan niin suuren ongelman, että se täytyy ratkaista välittömästi ennen, kuin tehdään mitään muuta.”

Tämän jälkeen Ahola otti yhteyttä STUKiin Suomeen. Käydyssä keskustelussa hänen todettiin tehneen jo kaiken mahdollisen. Lisäksi jokaista Aholan ryhmän jäsentä neuvottiin kirjaamaan ylös tapahtumat omalta osaltaan.

”Palasin vielä työmaalle katsomaan, mikä tilanne oli. Alue oli jo silloin eristetty ja tyhjä ihmisistä. Säteilymittarini osoitti suoja-alueen riittävän laajaksi. Totesin, että tilanne oli sikäli saatettu turvallisesti. Sitä en tiedä, kuinka säteilylähde lopulta toimitettiin pois alueelta.”

LAIMINLYÖNTEJÄ JA HUOLIMATTOMUUTTA

Mitä sellutehdastyömaalla oli tapahtunut? Kuinka säteilylähde oli joutunut väärille teille ja päässyt aiheuttamaan vakavan onnettomuuden ja sitäkin uhkaavamman vaaratilanteen?

Alueella työskentelee useita urakoitsijoita pystyttämässä ja valvomassa omaa osuuttaan mittavasta tehdashankkeesta. Enimmillään työmaan kokonaisvahvuus on ollut 7 000 henkilöä. Siellä tehdään tuhansia hitsaussauvoja, joiden onnistuminen varmistetaan säteilylähdetä hyödyntävällä kuvauslaitteistolla. Työtä tekevät siihen erikoistuneet teollisuuskuvauksyritykset. Chilen säteilyviranomainen Chilean Nuclear Energy Commission valvoo yritysten toimintaa.

”Haihduttamotyömaalla oli edellisenä iltana tehty näitä kuvauksia. Kuvausten jälkeen säteilylähde ei ollutkaan palautunut suojaosastuoliin. Se oli irronnut kaukokäyttökaapelista ja jäänyt tilapäiselle työmaatasolle, jolta epäonninen työntekijä sen seuraavana päivänä löysi. Hän otti vyölaukkuunsa tämän noin 15 senttiä pitkän metalliputken tietämättä oudon esineen vaarallisuutta”, Ahola kertoo.

Kuulemansa perusteella Ahola katsoo onnettomuuden aiheutuneen ainakin kolmesta vakavasta laiminlyönnistä.

”Kuvausta suorittaneella henkilöllä ei ollut siihen vaadittavia lupia. Toiseksi hänellä ei ollut mukanaan tarvittavia varusteita eli säteilymittaria ja dosimetria. Kolmanneksi hän ei varmistanut asianmukaisella tavalla, että säteilylähde olisi kuvauksen jälkeen ollut ke-lautuneena turvallisesti suojaosastuoliinsa.”



STUK sai 15.12.2005 tiedon Chilen säteilyonnettomuudesta Kvaerner Powerin suomalaiselta työmaapäälliköltä Antti Aholalta.

STUK sanoo, että oli äärimmäisen arvokasta, että Kvaerner Powerin työporukalla oli käytössään hälyttävät mittarit ja että ne olivat myös päällä. Erittäin tärkeäksi seikaksi onnettomuuden hoidossa osoittautui, että työmaapäällikkö Antti Ahola osasi reagoida välittömästi ja oikealla tavalla.

ESIMERKILLISTÄ TOIMINTAA

Apulaisjohtaja Mika Markkanen STUKista pitää Antti Aholan toimintaa säteilyvaaratilanteessa esimerkillisenä. Markkasen mukaan tilanne oli erittäin vakava.

"Oli äärimmäisen arvokasta, että Aholalla on ylipääntensä käytössään hälyttävät mittarit. Toiseksi hänen mittarinsa oli myös päällä. Kaiken lisäksi hän osasi reagoida välittömästi ja täysin oikealla tavalla. Tämä pelasti paljon", STUKin Säteilyn käytön turvallisuus -osaston apulaisjohtaja Mika Markkanen sanoo.

Markkasen mukaan Chilen onnettomuuden aiheuttaja oli tyypillinen teollisuuskuvauksissa käytetty iridium 192 -isotooppia sisältävä radio-grafialähde. Sen käteensä ottanut ja sitä mukanaan kantanut henkilö olisi voinut saada siitä pian jopa kuolettavan säteilyannoksen. Säteilyvaikutus kuitenkin laskee hyvin nopeasti etäisyyden kasvaessa.

"Oikeaoppisesti käytettynä kuvauslaite on turvallinen. Säteilylähteen irtoamisia siirtovaijerista raportoidaan maailmalla silloin tällöin. Käytön perusasioita onkin, että säteilymittarin avulla todetaan lähteen palautuneen suojasäiliöön."

"Vastaavia, joskaan ei näin pahoja, onnettomuuksia on tapahtunut muun muassa USA:ssa. Yhteistä näille kaikille on ollut se, että säännökset ja määräykset ovat sinänsä olleet hyvin luvan haltijoiden tiedossa. Yksittäisen työntekijän kohdalla turvallisuusajattelu on kuitenkin syystä tai toisesta ontunut. Yleensä kuvaaja itse altistuu tällöin säteilylle, ulkopuoliset hyvin harvoin."

Maailmalla onnettomuustyyppiä olevien laitteiden käyttö on varsin yleistä niiden suhteellisen edullisen hinnan ja helpon kuljetettavuuden ansiosta. Suomessa suurin osa vastaavista teollisuuskuvauksista tehdään röntgenlaitteilla.

Koska kyse on poikkeavasta onnettomuusaltistuksesta, STUK kirjaa altistuneiden suomalaisten annostiedot valtakunnalliseen rekisteriin. STUK myös odottaa saavansa tapauksesta vielä lisätietoja Chilen viranomaisilta ja IAEA:lta, joka pitää kansainvälistä tietokantaa poikkeavista säteilytapahtumista.





ONNI ONNETTUMUUDESSA OLI, ETTÄ RYHMÄLLÄ
OLI KÄYTÖSSÄÄN HÄLYTTÄVÄT SÄTEILYMITTARIT.

USEIDEN HENKILÖIDEN TERVEYTTÄ SEURATAAN

Chilien säteilyviranomainen aloitti tapauksen selvittämisen yhdessä työsuojeluviranomaisten ja poliisin kanssa. Paikalle saapui myös kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ryhmä antamaan lähinnä lääketieteellistä neuvontaa.

Säteilylähteen haltuunsa ottanut ja sitä mukanansa kantanut henkilö sai onnettomuudessa niin vakavia säteilyvammoja, että hänelle on jouduttu tekemään ihonsiirtoja Ranskassa; aluksi pelätyiltä jalan ja sormien amputoinneilta ilmeisesti kuitenkin välttyttiin. Kaksi muuta pahiten säteilyä saanutta joutui jäämään joksikin aikaa sairaalahoitoon, Ahola kertoo.

”Lisäksi 13 henkeä on määrätty sytogeneettiin tutkimuksiin, 40–50 muuta henkilöä joutuu käymään määrääkaistarkastuksissa syöpäriskin varalta. Kaikkiaan noin 150 työntekijää on käynyt verenkuvassa, esimerkiksi koko oma porukkamme.”

Suomalaisten käyttämien dosimetrien mittarilukemien ja STUKiin toimittamien raporttien perusteella heidän saamansa säteilyannokset on pystytty arvioimaan tarkoin. Niiden on todettu jääneen varsin pieniksi. Aholan kohdalla annos on ollut maksimissaan 450 mikrosievertiä. Muiden altistus on ollut enimmillään 100 mikrosievertiä, mikä vastaa yhden

normaalin keuhkojen röntgenkuvauksen aiheuttamaa annosta.

MITTARIT OSOITTIVAT TARPEELLISUUTENSA

Onni onnettomuudessa oli, että Aholan ryhmällä oli käytössään suomalaisvalmisteiset hälyttävät säteilymittarit. Ilman niiden antamaa varoitusta säteilylähte olisi saattanut unohtua haihuttamon toimiston pöytälaatikkoon altistamaan pahoin suuren joukon ihmisiä.

”Kvaerner Powerissa dosimetrit ovat henkilöillä, jotka työskentelevät säteilylähteitä käyttävien kuvausten parissa. Halusin sellaiset myös omalle ryhmälleni aloittaessani urakatehtävissä Chilessä reilu kolme vuotta sitten. Useiden urakoitsijoiden työmailla voimme joutua kulkemaan sellaisten alueiden lävitse, joilla tehdään tietämättämme tällaisia kuvauksia.”

Rados RAD-60 -mittarit näyttävät annosnopeutta, rekisteröivät annoskertymää ja hälyttävät annosnopeuden ylittäessä ennalta määrätyn raja-arvon. Aholan mukaan säteilymittarit ovat yleistyneet Chilen työmaalla silmin nähden onnettomuuden jälkeen. Samalla myös suhtautuminen esimerkiksi kuvausten tekoaikoihin ja niistä tiedottamiseen on tarkentunut.

Työturvallisuusasiat ovat Aholan mukaan

sinänsä Chilessä kohtuullisella, osin jopa esimerkillisellä tasolla. Esimerkiksi erilaisten henkilökohtaisten suojalaitteiden käytössä ei juurikaan lipsuta. Hän pitääkin tapausta poikkeuksellisenä yksittäistapauksena.

”Työturvallisuuteen on Chilessä saatu paljon vaikutteita USA:sta. Ehkä se on osin ulkoa opitun oloista eikä aina rakennu sen varaan, että ihmiset todella sisäistäisivät, miksi tulee toimia tietyllä tavalla.”

Aholan mielestä paikalliset viranomaiset ovat pyrkineet olemaan varsin avoimia onnettomuudesta tiedottaessaan ja ihmisiä neuvoessaan. Tätä on kuitenkin vaikeuttanut säteilyyn liittyvä suuri yleinen epätietoisuus ja -luuloisuus. Esiin on nostettu myös viranomaishallinnon tiukentaminen.

Oman säteilytietämyksensä Ahola sanoo juontuvan sähköinsinööriopintojensa ajoilta yli 20 vuoden takaa. Hän kävi tuolloin kurssin, joka oikeutti toimimaan kunnossapidosta vastaavana esimiehenä laitoksella, jolla käytetään säteilylähteitä prosessimittauksissa.

”Vaikkei lupa enää olekaan voimassa, osaan ehkä keskimääräistä paremmin mieltää, milloin asioiden kanssa säteilyä ja säteilylähteitä käytettäessä ollaan tekemisissä.”

Rintasyövän esiintymistiheys on noussut Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden saastuttamilla alueilla. Ukrainasta ja Valko-Venäjältä saadut tiedot ovat herättäneet huolta alueen terveysviranomaisissa.

Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuus 1986 aiheutti merkittävää radioaktiivista saastumista laajoilla alueilla Valko-Venäjällä ja Ukrainassa. Sadat tuhannet ihmiset saivat tuntuja säteilyannoksia. Useita vuosia myöhemmin havaittiin dramaattinen nousu lasten ja nuorten kilpirauhassyöpätapauksissa. Tämä on voitu selvästi yhdistää Tshernobylin onnettomuuteen.

Paitsi kilpirauhassyöpää ja leukemiaa, säteilyn tiedetään lisäävän myös rintasyövän vaaraa. Suhteelliset riskit rintasyövän saamiselle ovat suurimmat naisille, jotka ovat altistuneet ulkoiselle säteilylle lapsuudessa, nuoruudessa tai nuorina aikuisina.

Keskimääräiset rintaan kohdistuneet sätei-

lyannokset Ukrainassa ja Valko-Venäjällä ovat melko matalia, mutta saastuneimmilla alueilla elinikäiset säteilyannokset saattoivat nousta jopa 100 millisievertin luokkaan.

Kansainvälisen tutkimuksen kohteena olivat Tshernobylin eniten saastuttamat alueet Ukrainassa ja Valko-Venäjällä. Tarkoitus oli selvittää, korreloiko rintasyöpien esiintymistiheyden nousu altistumista Tshernobylin aiheuttamalle radioaktiiviselle säteilylle.

Tuoreen suomalaisvetoisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, oliko rintasyövän ilmaantuvuuden kasvu poikkeuksellisen nopeaa Tshernobylin eniten saastuttamilla alueilla Ukrainassa ja Valko-Venäjällä. Ensiksi arvioitiin eri alueiden väestöön kertynyt ulkoinen säteilyannos sekä pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden saanti ravinnon kautta.

Rintasyövän ilmaantuvuus suureni odotetusti kaikilla alueilla Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Tässä heijastuu myös syöpädiagnosoinnin ja rekisteröinnin kohentu-

minen. Eniten saastuneilla alueilla havaittiin tämän lisäksi merkittävä, kaksinkertainen rintasyöpärisikin lisääntyminen verrattuna vähiten saastuneisiin alueisiin. Riski ilmaantui noin kymmenen vuoden kuluttua onnettomuudesta ja oli varsin samanlainen niin Valko-Venäjällä kuin Ukrainassakin. Suhteellinen riskin lisäys oli suurin niillä, jotka olivat altistushetkellä nuorimpia. Selvitykset paikallisista terveydenhuoltokäytännöistä eivät viitanneet siihen, että kasvu voisi johtua syöpien diagnostisointiaktiivisuuden kasvusta erityisesti juuri niillä alueilla ja näinä vuosina.

Artikkelin lähteenä on käytetty International Journal of Cancer -julkaisun artikkelia *Breast cancer in Belarus and Ukraine after the Chernobyl accident*. Tutkimukseen osallistui Suomen syöpäjärjestöt. Järjestön tilastojohdaja ja epidemiologi Eero Pukkala sekä tutkija Pentti Kyyrönen ovat lähteenä käytetyn artikkelin kirjoittajia.

TUTKIMUS:

TSHERNOBYL VAIKUTTAÄ MYÖS RINTASYÖPÄRISKIIN PAHIMMIN SAASTUNEILLA ALUEILLA

Roznán kaivos Tšekin tasavallassa: uraanimalmi (oik.) ja sivukiven raja tunnelin peräseinässä tuhannen metrin syvyydellä. Malmijuoni on pystyhyökkö ruuhkavyöhyke, jonka leveys tässä kaivosperässä on noin viisi metriä. Malmin keskipitoisuus on 0,25 prosenttia uraania.



Vanhon uraanimalmikaivosten ehtyminen on johtanut uraanimalmien uuteen aaltoon myös Euroopassa. Suomen tekee houkuttelevaksi Fennoskandian peruskalliokilpi, josta uraanimalmia on mahdollista löytää. Suuria avoimuksia ei kuitenkaan ole odotettavissa: laajat pintaesiintymät olisi havaittu jo aiemmin. Jos uraania löydetään, se kaivetaan tunnelien kautta maan sisästä.

SUOMEN KALLIOPERÄ HOUKUTTELEE URAANIN UUTEEN ETSINTÄÄN

Euroopan vanhat uraani-kaivokset alkavat ehtyä. Ranskan viimeinen kaivos suljettiin 2001. Ranskalainen COGEMA on viimeksi löytänyt kaivostoimintaan johtaneen uraani-esiintymän Kanadasta vuonna 1981.

Saksa siivoaa yhä Itä-Saksan surullista perintöä: köyhiä uraani-kaivoksia, joista viimeinenkin suljettiin kannattamattomana Saksojen yhdistyessä. Ainoa EU:n alueella toimiva uraani-kaivos, Tšekin tasavallan Rozná on sekin ehtymässä, mutta jatkaa vuoteen 2008.

Suomi, Ruotsi ja Venäjän luoteiset osat sijaitsevat Fennoskandian peruskalliokilvellä, joka, toisin kuin koko muu Eurooppa, vastaa geologisesti niitä Kanadan ja Australian alueita, joilla esiintyy rikkaita uraanimalmia. Tämä on luonnollinen syy etsinnälle näissä maissa. Uraaninetsinnän maailmanlaajuisen vilkastumisen myötä kansainväliset yhtiöt ovat sekä Suomessa että Ruotsissa hankkineet kaivoslain mukaisia etsintäoikeuksia vanhastaan tunnettujen alueiden seuduilta. Venäjällä etsintää on pidetty yllä ja vähitellen lisätty, koska Neuvostoliiton hajotessa pääosa uraani-varoista jäi muiden IVY-maiden alueille.

VANHAT LÖYDÖT EIVÄT RIITÄ KAIVOSTOIMINTAAN

Suomesta etsittiin uraania 1950-luvun lopulta 1980-luvulle mutta laihoihin tuloksiin. Löydöt keskittyivät Länsi-Lappiin, Kuusamoon, Pohjois-Karjalaan ja Etelä-Suomeen. Useita esiintymiä tutkittiin syväkairauksin ja tuotantomittaisia louhintaj- ja rikastuskokeiluja tehtiin Askolassa ja Enossa. Suomen todennetut uraani-avarat ovat kahdessa esiintymässä, tuhattonnia uraania sisältävä esiintymä Nummi-Pusulan Palmotussa ja viidensadan tonnin esiin-

tymä Kittilän Pahtavuomassa. Kun Suomen ydinvoimaloiden vuotuinen polttoaineen tarve vastaa noin viittä sataa tonnia luonnonuraania, on selvää, ettei näiden esiintymien varaan voi perustaa kaivosta. Tulokset olivat samankaltaisia myös naapurialueillamme Ruotsissa ja silloisessa Neuvostoliitossa.

ÖLJYKRIISIÄ SEURASI URAANIN YLITUOTANTO

Vuoden 1973 öljykriisi johti maailmanlaajuisen panostukseen uraani-etsimiseksi. Vielä 1980-luvun alussa uraani-hinta oli hyvin korkea, ja uusia rikkaita esiintymiä löydettiin ja valmisteltiin käyttöön. Korkeasuhtannetta seurasi ylituotanto ja pitkäaikainen hinnan romahdus, mikä aiheutti köyhien kaivosten sulkemisen, etsinnän hiipumisen ja geologisen asiantuntemuksen ohenemisen.

URAAININ HINTA MALTILLISESSA KASVUSSA

Maailman ydinpolttoaineen tarve on 66 000 tonnia uraania vuodessa, ja siitä 60 prosenttia tuotetaan nykyisistä kaivoksista. Loput saadaan varastoista ja toissijaisista lähteistä, joiden arvioidaan tulevan käytetyiksi vuoteen 2013 mennessä. Silloin kysyntää ja tarjontaa ei saada enää tasapainoon ilman uusia uraani-kaivoksia. Osittain tämän vuoksi uraani-hinta on noussut viime aikoina.

Uraani-hintataso on matala ja hinnan nousukin maltillista, kun sitä verrataan Aasian talouskasvun ruokkimaan muiden metallien ja öljyn hintojen nousuun. Uraani-hinta nousee vakaasti vielä vuosia, mutta se on silti niin alhainen, että maanlaisina kaivoksina louhittavien esiintymien on oltava rikkaita ollakseen taloudellisesti kannattavia.

URAAINIPITOISUUS RATKAISEE KANNATTAVUUDEN

Taloudellisesti tärkeimpiä ja siten myös etsityimpiä uraanimalmia on kolmea erilaista geologista tyyppiä. Hiekkakivityypin malmeja ei Suomessa ole, koska kallioperässämme ei ole sopivan nuoria hiekkakiviä. Sen sijaan niitä on Kazahstanissa, Venäjällä, Australiassa ja USA:ssa. Esiintymien keskipitoisuudet ovat tyypillisesti 0,05–0,5 prosenttia uraania.

Toisen geologisen tyyppin eli breksiatyyppin esiintymiä on vain yksi, Australian Olympic Dam. Se on suunnaton monimetalliesiintymä, josta uraania tuotetaan kuparin rinnalla ja jossa keskipitoisuus on 0,04 prosenttia uraania. On myös muunlaisia esiintymiä, joita ei voi Suomesta löytää, esimerkiksi geologisesti nuoreen vulkaaniseen kalderaan syntyneet molybdeenin ja uraani-esiintymät Priargunskin tuotantokeskuksessa Krasnokamenskissa, Baikalin takana Venäjällä. Niissä uraani-keskipitoisuus on 0,2 prosenttia.

SUOMEN KALLIOPERÄ VERRATTAVISSA KANADAAN

Kaikkein tärkein ja suomalaisittain kiinnostavin geologinen malmityyppi ovat unconformity-esiintymät, jotka tarkoittavat esiintymää sedimenttikivien ja niiden kerrostumisalustan rajapinnassa. Tällaisia ovat esimerkiksi Kanadan Saskatchewanin uraani-esiintymät, joissa keskipitoisuus on 1,0–20,0 prosenttia ja Australian Alligator Rivers –alue, jossa keskipitoisuus on 0,2–0,5 prosenttia. Nämä uraani-esiintymät sijaitsevat – karkeasti rinnastaen – Suomen kallioperän svekofennisiin kivilajeihin verrattavien gneissien ja nuorempien, Suomen jotunisia hiekkakiviä vastaavien hiekkakivien rajalla. Tämän vastaavuuden perusteella

unconformity-etsintämallia sovelletaan myös Fennoskandian kilven alueella.

Venäläiset löysivät yli 15 vuotta sitten tämän tyyppisen esiintymän Salmin Karkunkylästä, 100 metrin syvyydestä kallion sisältä hiekkakiven ja gneissien rajalta. Suomen kallioperästä tämä rajapinta ja sen päälle kerrostuneet sedimentit ovat kuluneet pois muutamia kallioperän painanteita lukuun ottamatta.

PORVOON MALMILOHKARE VIHJEENÄ URAANISTA

Uusimmat tulokset Kanadasta osoittavat kuitenkin, että gneissien puolella esiintyvät malmit ovat yleisempiä kuin ennen tiedettiin. Etelä-Suomessa nykyinen kallion pinta on vain 30–50 metriä tuon rajapinnan alapuolella, joten on mahdollista, että näitä rikkaita malmeja on sittenkin löydettävissä myös meiltä. Helppoa se ei ole, koska ne ovat kallioperän ruhjevyöhykkeissä ja siten paksujenkin irtomaiden peitossa. Yksi viite tästä on 50 vuotta sitten Porvoon

maalaiskunnasta löydetty rikas, 30 prosenttia uraania sisältänyt malmilohkare. Lohkare on mannerjään jostain irrottama ja kuljettama irtokivi, jonka emäkallion löytämiseksi on vireillä jo kolmas yritys.

AVOLOUHOSTOIMINTA POISSA SUUNNITELMISTA

Sekä taloudellisista että geologisista syistä etsinnän ensisijaisena kohteena on rikas malmiesiintymä, joka todennäköisesti louhittaisiin pois maanalaisena kaivoksena. Olakseen kannattavia köyhien esiintymien tulisi sijaita pinnassa ja olla suuria, vähintään kaksikymmentä- tai jopa satakertaisesti Palmutun esiintymän kokoisia, jotta ne voitaisiin louhia avolouhoksina. Tällaiset isot esiin-

tymät olisi kuitenkin jo löydetty. Ne olisivat jääneet GTK:n geofysikaalisen ja geokemiallisen kartoituksen nuottaan. Uudelleen alkaneen uraaninetsinnän tavoitteita on siten perusteetonta rinnastaa valtaviin avolouhoksiin toisenlaisissa geologisissa ympäristöissä.

Olli Äikäs, geologi
Geologian tutkimuskeskus
olli.aikas@gtk.fi



Porvoon maalaiskunnasta vuonna 1956 löydetystä malmilohkareesta jäljellä olevat kappaleet. Näytteen leikatulla pinnalla erottuva metallinkiiltainen mineraali on uraniniittia.

OLKILUOTO KOLMONEN ETENEE PUOLI VUOTTA MYÖHÄSSÄ

Uusi ydinvoimalaitosyksikkö, Olkiluoto 3, rakennetaan Olkiluoto 1:n ja 2:n viereen.
Suunnitellun aikataulun mukaan sähkön tuotanto alkaa vuonna 2009.

Olkiluoto kolmosen ydinvoimalaitostyöt etenevät Eurajoella jälleen ilman keskeytyksiä. Betonityöt olivat helmi-maaliskuun aikana pysähdyksissä, nyt betonituotanto on saatu jälleen käyntiin. Voimalaitostyömaa on kuitenkin yli puoli vuotta myöhässä. Säteilyturvakeskus (STUK) varmistaa, etteivät viiveet vaikuta turvallisuuteen.

Alkuvuoden betoniongelmia voimalaitostyömaalla koskivat reaktorisaarekkeen pohjalaattaa. Pohjalaatan betonin koostumuksessa havaittiin joitakin poikkeamia. Selvisi, että betonin vesi-sementtisuhte oli muuttunut valun aikana. Tällä todettiin olevan merkitystä betonin ympäristökestävyyteen.

Betonituotannon laadunhallintaa saatiin parannettua ja STUK antoi luvan betonituotannon käynnistämiseen uudelleen. Jo valetun pohjalaatan ominaisuuksien selvitykset jatkuvat edelleen. Mahdolliset toimenpiteet harkitaan selvitysten valmistuttua. Parhaillaan reaktoriyömaalla valmistellaan pohjalaatan päälle tulevien rakenteiden asentamista.

Betoniongelmia johtivat myös siihen, että STUK perusti tutkintaryhmän selvittämään turvallisuusvaatimusten hallintaa ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen hankinnoissa. Tutkintaryhmä selvittää esimerkkitapausten avulla mahdollisia laadunhallintapuutteita, kun toimittajia valitaan ja valvotaan. Tutkinnan tulosten on tarkoitus valmistua huhtikuussa.

STUK VALVOO VALMISTUSTA JAPANISSA JA RANSKASSA

Teollisuuden Voima TVO ja laitostoimittaja myönsivät tammikuussa voimalaitostöiden olevan yli puoli vuotta myöhässä. Syyksi ilmoitettiin pääkomponenttien valmistuksen sekä yksityiskohtaisen suunnittelun viivästyminen. STUK on edellyttänyt selvitystä viiveiden mahdollisista vaikutuksista turvallisuustavoitteisiin. Olennaista on, että laitoksen rakentaminen etenee turvallisuuden kannalta oikeassa järjestyksessä. Myös turvallisuusasioiden käsittelylle tulee jäädä riittävästi aikaa.

Päälaitteista reaktoripainesäiliö valmistetaan Mitsubishi Heavy Industriesin tehtaalla Japanissa. Säiliö koostuu yhdeksästä isosta kappaleesta, joiden yhteenhitsaukset ovat menossa. Syksyllä jouduttiin selvittämään reaktoripainesäiliötä ja pääkiertolinjoja yhdistävien osien hitsauksen laatua. Tämä viivästytti myös jonkin verran myös valmistusta. Lisäksi joissakin päähitseissä jouduttiin tekemään pieniä korjauksia.

Höyrystimien valmistus on jatkunut Chalonissa Ranskassa. Myös muiden pääkomponenttien kuten paineistimen valmistus on meneillään. Joitakin paineistimen takeista jouduttiin uusimaan, koska alkuperäisten osien lämpökäsittely epäonnistui.

Päälaitteiden turvallisuusmerkitys on suuri. Tästä syystä niiden valmistukselle ja valmistuksen valvonnalle on tiukat vaatimukset. STUK

on edellyttänyt laitostoimittajalta ja TVO:lta keskeisimpien komponenttien jatkuvaa valvontaa. Myös STUK valvoo sekä laitteiden valmistusta että valmistuksen valvontaa säännöllisin käynnein kaikilla valmistuspaikoilla.

JOPA LENTOKONEIDEN TÖRMÄYKSIIN VARAUDUTAAN

Parhaillaan STUKissa on menossa turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastus. Kaikkein pyritään varautumaan: tarkastettavina ovat esimerkiksi analyysit siitä, millaisia värähtelyjä mahdolliset lentokonetörmäykset tai maanjäristykset aiheuttaisivat rakenteisiin. Lisäksi tutkitaan rakenteiden ympäristöolosuhdekestävyyttä onnettomuustilanteissa.

STUK tarkastaa myös laitoksen prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien yksityiskohtaiset suunnitelmat ennen valmistuksen aloittamista. Pian käynnistyy myös esimerkiksi koko laitoksen käyttöönottosuunnitelmien tarkastus.

STUK seuraa tarkastusohjelmansa myötä erityisesti sitä, miten TVO toimii viedäkseen projektin läpi laadukkaasti ja turvallisesti. Samalla selvitetään TVO:n valmistautumista laitoksen käyttöönottoon.

Kirjoittaja Petteri Tiippana on Säteilyturvakeskuksen Laitoshankkeet-toimiston päällikkö.

LASER – KAUNIS VAARA SILMILLE

Valosuunnittelijoiden tehtävänä on suunnitella paikat valoille ja lasereille sekä käyttää niitä illan aikana. Tämän vuoden Laserpoint-tapahtumassa Kaapelitehtaalla näytävä lasershow aikaansaatii viidellä laserlaitteella.

Laservalot halkoivat ilmaa ja Suomen parhaiksi tiskijukiksi valitut DJ Orkidea ja Proteus taikoivat ilmoille hikisiä konerytmejä, kun sadat nuoret kokoontuivat helmikuun ensimmäisenä lau-
taina Laserpoint-tapahtumaan Helsingin Kaapelitehtaalle.

Jo yhdeksättä kertaa järjestetyn audiovisuaalisen spehtaakkelin valotekniikkaan oli tänä vuonna panostettu aiempaakin enemmän ja tapahtuman järjestäjien mukaan Suomen lasershowt vietiin kerralla päivitetylle aikakaudelle.

”Laserpoint sai alkunsa Kaapelitehtaalla vuonna 1997. Tuolloin tapahtuma edusti jotain aivan uutta, sillä Suomessa ei ollut vielä useinkaan nähty monivärilasereita konemu-
siikkitahtumissa. Kaapelitehtaalla tapahtuma siirtyi pian Vanhalle ylioppilastalolle”, kertoo tapahtuman promootori Petri Hakulinen menneitä vuosia.

Hakulisen mukaan Laserpoint-tapahtumaan pääsi aluksi ilmaiseksi sisään, mikäli tulijalla oli mukanaan tuolloin vielä harvinainen laserosoitin. Myöhemmin tapahtumissa alettiin jakaa ilmaisia laserosoittimia kävijöille, kunnes

vuonna 2004 Säteilyturvakeskus kielsi osoittimien jakamisen.

STUK TARKASTAA JOKAISEN LASERSHOWN

Säteilyturvakeskus todellakin valvoo tiukasti turvallisuutta yleisötahtumissa, joissa käytetään laserlaitteita. Yleisötahtumilla tarkoitetaan muun muassa erilaisia huvi- ja mainostilaisuuksia, mutta myös yksityisiä ja suljettuja, tietyille joukolle järjestettyjä tilaisuuksia, esimerkiksi firmojen sisäisiä juhlia.

”Säteilyturvakeskus tarkastaa jokaisen Suomessa järjestettävän lasershown, jossa käytetään säteilytehoaltaan suurempia kuin 5 milliwatin laserlaitteita. Toisin sanoen jokainen tällaisten laserien käyttöpaikka on esitettävä ennakkoon STUKille tarkastettavaksi”, selvittää muun muassa juuri showlasereita työssään

tarkastava Reijo Visuri.

Hänen mukaansa ennakotarkastuksessa kiinnitetään huomiota laserlaitteiston käyttöön ja asentamiseen, käyttäjän perehtyneisyyteen lasersäteilyyn sekä ohjeiston selkeyteen ja riittävyyteen.

VAARAKSI VERKKOKALVOILLE

Erityisesti suurteholasereita ja niiden käyttöä valvotaan näin tiukasti, koska väärinkäytettynä laser voi vahingoittaa ihmisen ihoa ja erityisesti silmiä. Lasersäteilyn vaarallisuus johtuu siitä, että laserilla on mahdollista kohdistaa suuria säteilyenergioita ja -tehoja pieneen pisteeseen. Lisäksi lasersäteiden kantama ilmassa on hyvin pitkä, koska säde ei leviä ja hajoa tavanomaisen valokeilan tapaan.

”Laserin käytön turvallisuuteen vaikuttaa erityisesti se, miten laserit on suunnattu. Lait-

"SÄTEILYTURVAKESKUS TARKASTAA JOKAISEN SUOMESSA JÄRJESTETTÄVÄN LASERSHOWN".

"KESKEINEN KÄYTTÖTURVALLISUUSVAATIMUS ONKIN, ETTÄ LASERSÄDETTÄ EI SAA SUUNNATA IHMISTÄ KOHTI".

teiden keskeinen käyttöturvallisuusvaatimus onkin, että lasersäde ei saa suunnata ihmistä kohti. Säteen asettamista silmien tasolle on aina vältettävä, sillä erityisesti näkyvän valon alueella toimivat laserit saattavat aiheuttaa verkkokalvovaurioita", varoittaa Visuri.

Laserpoint-promootori Hakulisen mukaan laserit ja niitä ohjaavat ohjelmat ovat kuitenkin kehittyneet valtavasti viime vuosina. Hän huomauttaa, että lähes kaikissa lasereissa on nykyään suljin tai vastaava toiminto siltä varalta, että lasersäteen liike pysähtyy. Muualla Euroopassa ja Yhdysvalloissa laser voidaankin suunnata yleisön joukkoon, kun käytetään valmiita ohjelmia, joissa pidetään huoli, ettei yhteen pisteeseen kohdistuva säteily ylitä sallittuja rajoja.

"Suomessa Säteilyturvakeskuksen ohjeiden mukaan lasersäde tulee pitää kolmen metrin korkeudessa, ilman poikkeuksia. Suomessa tunnetusti kaikki asiat otetaan enemmän kuin varman päälle, kuten tapahtui laserosoittimien jakelussa", Hakulinen toteaa ja lisää, ettei hänen tiedossaan ole yhtään vahinkoa, joka olisi johtunut lasereiden tai osoittimien käytöstä yleisötapahtumissa.

"Suomessa todella katsotaan, että yleisön turvallisuuden vuoksi on tarpeen varmistua, etteivät lasersäteet koskaan osu esimerkiksi peilipintoihin, joista ne voivat heijastua silmiin. Eri Euroopan maissa vaatimukset hieman vaihtelevat, mutta Suomessa ja Ruotsissa ei esimerkiksi sallita lainkaan säteiden skannausta yleisöön, esim. tunnelaita, kartioita tai muita liikkuvia säteitä", kuvailee Visuri.

Esimerkiksi kahden vuoden takaisen Laserpoint-tapahtuman tarkastuksessa katsottiin, että osoittimien jakaminen olisi nimenomaan

voinut aiheuttaa riskin. Osallistujat olisivat juhlien pyörteissä saattaneet suunnata laserinsa jonkun silmiin tai peiliin, josta se olisi heijastunut silmiin. Jos pienitehoisenkin osoitinlaserin säde osuu silmään, se aiheuttaa epämiellyttävää häikäisyä, jälkikuvia tai väliaikaisia näköhäiriöitä silmissä. Vaikka hetkellinen osuminen ei todennäköisesti vahingoita verkkokalvoa, niin jo muutamassa sekunnissa voi silmään kuitenkin syntyä pysyvä vaurio.

TOISTUVILLE TILAISUUKSILLE PIDEMPI KÄYTTÖLUPA

STUKin tekemät lasertapahtumien ennakkotarkastukset ovat maksullisia, mutta jos tilaisuuksia järjestetään toistuvasti, on ensitarkastuksen jälkeen mahdollista saada hyväksyntä laitteiston pidemmälle käytölle. Laitteiston ensitarkastus paikan päällä ja samalla hyväksyntä kolmen vuoden käytölle maksaa arviolta 1000 euroa.

Visuri muistuttaa vielä, että vaikka laitteiston haltijalla olisikin pidemmälle ajalle "käyttölupa", täytyy jokaisesta esityksestä silti ilmoittaa etukäteen. STUKin tarkastaja saattaa aina tehdä tapahtumaan pistokoetarkastuksen.

STUK siis valvoo tiukasti suuriteholasereiden käyttöä, mutta tiukkojen käyttövaatimusten täyttymisestä vastaa aina viimekädessä toiminnan harjoittaja eli esimerkiksi lasershowtapahtuman järjestäjä. Hänen on varmistauduttava siitä, että laitteiden asennus- ja käyttöohjeita sekä muita turvallisuusmääräyksiä noudatetaan ja että laitteiston asentaja ja käyttäjä ovat riittävän perehtyneitä tehtäviinsä. Laserin käyttäjän on siis aina pidettävä huoli siitä, ettei säteily aiheuta vaaraa muille ihmisille tai ympäristölle.

PARISTO- JA AKKUKÄYTTÖISET LASERIT ON AINA HYVÄKSYTTÄVÄ

Riippumatta säteilytehosta, sellaiset laserlaitteet, jotka toimivat paristoilla tai akuilla, on tarkastettava ja hyväksyttävä Suomessa, ennen kuin ne saadaan asettaa myytäväksi, luovuttaa toiselle tai ottaa käyttöön. Laserlaitteessa mahdollisesti oleva CE-merkintä ei riitä hyväksynnäksi.

Tyyppihyväksyntää varten tarpeellisen tarkastuksen suorittaa Työterveyslaitos ja hyväksynnän antaa sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto. Hyväksynnän edellytys on, että laserlaitteen varoitus-, turvallisuusluokka- ja hyväksyntämerkinnät sekä suomenkieliset ja tarvittaessa ruotsinkieliset varo- ja käyttöohjeet ovat vaatimusten mukaiset. Lisäksi valoshowlaitteilla on oltava asennusohjeet.

"Paristikäyttöinen laser tarvitsee tyyppihyväksynnän myös silloin, kun se hankitaan pelkästään yksityiskäyttöön", Reijo Visuri vielä muistuttaa.

TURVALLISUUSOHJE UUSITTAVANA

Laserlaitteiden valvonta ja turvallisuusvaatimukset on esitetty Säteilyturvakeskuksen ohjeessa ST 9.4 *Yleisoesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus*. Ohje on tällä hetkellä uusittavana ja päivitetty ohje ilmestyy vielä tänä vuonna. Uuteen ohjeeseen korjataan muun muassa laserluokitus vastaamaan vuonna 2001 muutettua luokitusta. Varsinaiset säteilyturvallisuusvaatimukset eivät ohjeessa kuitenkaan oleellisesti muutu.

Vierailukeskuksen Sähköä uraanista -näyttelyssä kiinnostusta herätti muun muassa luonnollisessa koossa oleva Olkiluoto 3 -voimalaitosyksikön reaktorin paineastian yläosa.
Kuva: TVO:n kuva-arkisto

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen uusi vierailukeskus avattiin 31. tammikuuta. Uudessa keskuk- sessa on ohikulkijan helppo piipahtaa, sillä se ei sijaitse varsinaisella laitosalueella kuten vanha vierailukeskus.

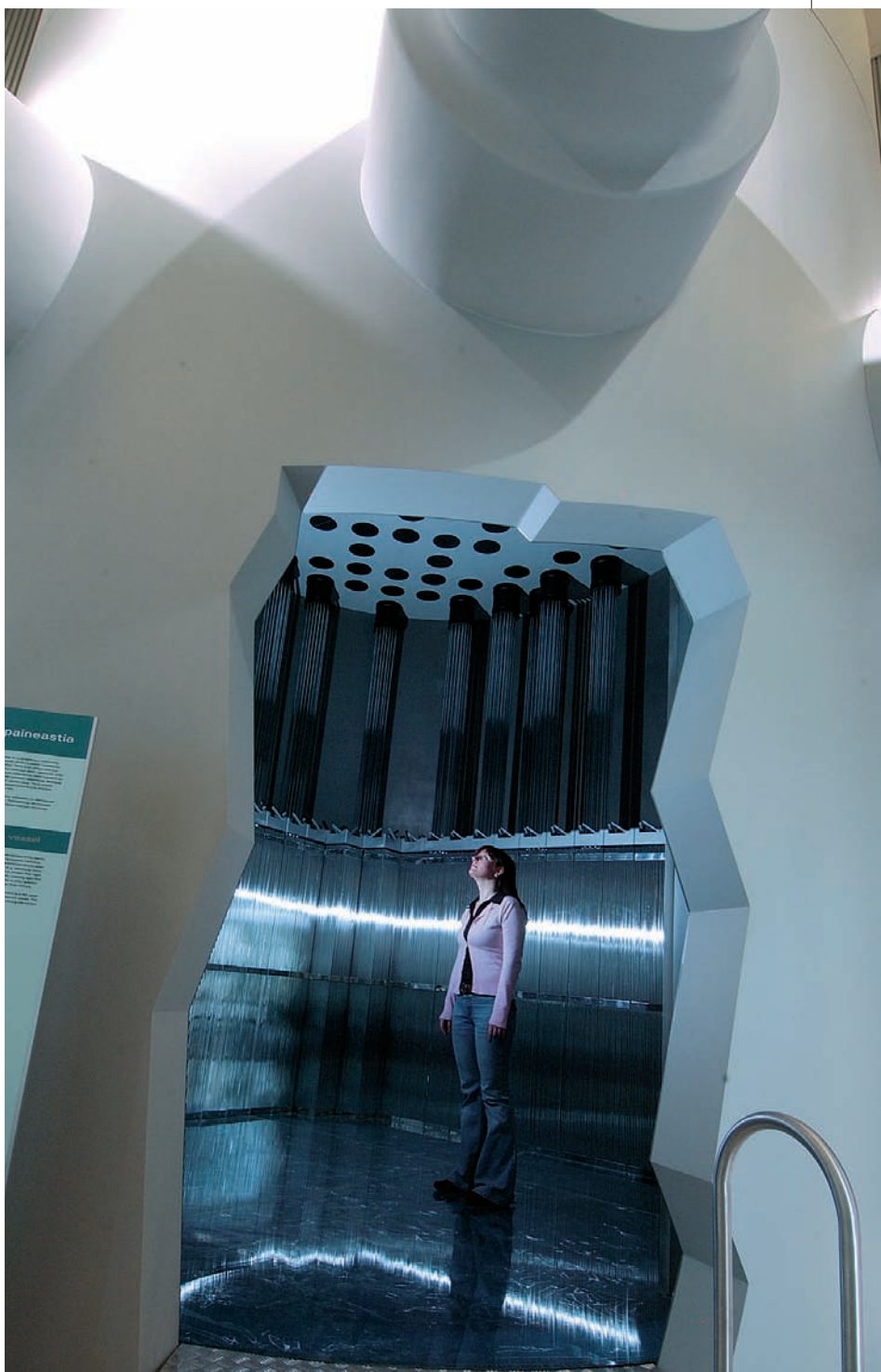
Vierailukeskuksen kerrosala on mel- kein 2 000 neliometriä ja raken- nustilavuus 11 500 kuutiometriä. Sen yhteyteen kuuluu myös 120- paikkainen auditorio. Keskus palvelee arviolta 10 000 vuosittaista vierasta.

Vierailukeskuksen yhteydessä toimii voima- yhtiö TVO:n ja tiedekeskus Heureka yhdessä toteuttama Sähköä uraanista -näyttely, johon kuuluu 35 näyttelykohdetta. Näyttely on suu- rimpia, mitä Heureka on ollut toteuttamassa omien tilojensa ulkopuolella.

Näyttelyn avannut kansanedustaja Timo Kalli ja avajaispuheen pitänyt TVO:n toimi- tusjohtaja Pertti Simola korostivat avoimen viestinnän merkitystä ydinvoima-alalla. Uusi keskus auttaa tässä tavoitteessa.

Vierailukeskuksen pääarkkitehti Aki Alanko totesi, että rakennuksessa on käytetty luon- nonläheisiä ja kestäviä materiaaleja. Alangan mielestä myös vierailukeskuksen paikanvalinta on luonto- ja voimalaitosnäkyminen erittäin onnistunut.

Olkiluodon vanha vierailukeskus toimii ny- kyisin koulutuskeskuksena. Uusi keskus tuli tarpeelliseksi myös sen vuoksi, että vanha jäi uuden ydinvoimalaitoshankkeen takia raken- nustyömaan vaikutusalueelle.



UUSI VIERAILUKESKUS AVASI OVENSA OLKILUODOSSA

Säteilyturvakeskuksen Kysy säteilystä -Internet-sivun kautta ottavat joka päivä yhteyttä niin huolestuneet vanhemmat, tietoa tarvitsevat porakaivon käyttäjät kuin röntgentutkimukseen kutsututkin. Erilaisia kysymyksiä ja kommentteja lähetettiin viime vuonna satoja ja tänäkin vuonna jo kahden ensimmäisen kuukauden aikana palauteviestejä oli kertynyt yli 130.

Säteily- ja ydinturvallisuusasioita koskevan tiedon tarve on suuri. Julkisuudessa puhutaan toistuvasti kännyköiden säteilystä, magneettikenttien terveysvaikutuksista ja ydinvoimaloiden turvallisuudesta. Tämän seurauksena ihmiset heräävät huomaamaan säteilylähteet omassakin lähiympäristössään.

”Viesteistä usein huomaa, että ihmiset ovat todella huolestuneita. Se, että he saavat kysymyksiinsä nopeasti selkeitä vastauksia alan asiantuntijoilta, helpottaa kuitenkin huolta tehokkaasti. Mahdollista ongelmaa ei tietenkään pystytä aina heti korjaamaan, mutta jo pelkkä tiedon lisääminen auttaa”, kertoo palauteviesteistä ionisoimattoman säteilyn laboratoriossa huolehtiva Hilikka Karvinen.

SÄTEILEEKÖ KÄNNYKKÄNI, USKALLANKO OTTAA AURINKOA?

”Olen matkustamassa Egyptiin. Millainen UV-säteilytaso siellä vallitsee helmikuussa verrattuna Suomen heinäkuuhun? Webbi-sivuiltanne selvisi, ettei solariumhoidolla voi etukäteen totuttaa herkästi palavaa ihoa. Mutta onko lääkkeitä, joiden avulla voisi parantaa sietokykyä? Tai ruoka-aineita?”

NIR eli ionisoimattoman säteilyn laboratorio vastaa STUKissa muun muassa solariumien ja showlasereiden valvonnasta, kännyköiden säteilymittauksista ja sähkömagneettisten, esimerkiksi voimajohtojen synnyttämien, kenttien tutkimuksesta. NIRin vastuualueen asiat kuuluvatkin meitä kaikkia ympäröivään arkeen, joten ne myös herättävät erityisen paljon kysyttävää. Noin neljäsosaan kaikista kyselyistä vastaa juuri NIR-laboratorio.

Egyptiin matkaavalle NIRin tutkija Lasse Ylianttila neuvoi, että UV-indeksi kyseisessä maassa helmikuun aikana on noin 5–7, eli samaa luokkaa tai hieman suurempi kuin Suomessa heinäkuussa. Ylianttilan mukaan UV-sietokykyä ei voi merkittävästi parantaa lääkkeitä tai tiettyjä ruoka-aineita syömällä. Paras keino välttää palaminen on välttää aurinkoa oleskelua keskellä päivää. Lisäksi on syytä oleskella varjossa, pukeutua peittäviin vaatteisiin ja päähineeseen sekä käyttää aurin-

SÄTEILEEKÖ VUOLUKIVIUUNIMME?

OVATKO LANGATON NETTIYHTEYS JA LANGATTOMAT STEREOKUULOKKEET TERVEYDELLE VAARALLISIA?

Asumme noin 20 metriä 110kV voimajohdosta. Voiko 8-vuotiaamme leikkiä pihalla?

Haluaisin tietää, säteileekö käyttämäni kännykkämalli enemmän kuin jokin muu malli.

kolaseja ja riittävän vahvaa suojavoidetta.

”UV-säteilyn lisäksi meiltä kysellään huomattavan usein lasereista, kännyköiden ja tukiasemien säteilyn vaarallisuudesta sekä voimajohtojen lähellä asumisesta”, Hilikka Karvinen listaa.

Kaikista näistä aiheista on koottu tietoa myös STUKin Internet-sivuille. Sivuilta löytyvät muun muassa kaikkien STUKin tähän mennessä tutkimien kännykkämallien niin sanotut SAR-arvot. Lisäksi Usein kysyttyä -palstalle on listattu sellaisia kysymys-vastaus-pareja, jotka koskevat ja kiinnostavat monia ihmisiä.

Hilikka muistuttaa vielä, että kaikki STUKille osoitetut viestit käsitellään täysin luottamuksellisesti. Mikäli esimerkiksi jokin yleistä kiinnostusta herättävä kysymys julkaistaan Usein kysyttyä -palstalla, se muutetaan muotoon, josta kaikki viestin lähettäjään suoraan viitattava tieto on poistettu.

ENTÄ RADON TAI TSHERNOBYL?

”Olen rakentamassa omakotitaloa Porvooseen. Talo rakennetaan paikalle, jossa on yhtenäisen kallio ja suunnitelmissa on maanvarainen laatta. Onko tarvetta radonin poistoon putkistolla?”

Yksi Säteilyturvakeskuksen tunnetuimpia ja käytetyimpiä palveluja on sisäilman radonpitoisuuden mittaust. Näin kevättalvella radonmittauskauden lähestyessä loppuaan moni herää kysymään, vieläkö oman kodin radonpitoisuuden ehtisi selvittää. Kahden kuukauden pituista mittausta ei enää ehdi tekemään, joten mittaaminen siirtyy ensi syksyyn. Syksyksi radonmittauksen voi tilata jo nyt vaikkapa suoraan STUKin Internet-sivujen kautta.

Myös elintarvikkeiden radioaktiivisuus huolettaa. Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuudesta on kulunut jo 20 vuotta, mutta cesium-pitoisuudet muun muassa sienissä ja järvikaloissa askarruttavat edelleen.

Luonnosta saatavissa elintarvikkeissa esiintyykin vielä paikoitellen jonkin verran kohonneita cesium-pitoisuuksia. Muun muassa kalojen cesium-pitoisuuksista on kerätty tietoa Säteilyturvakeskuksen Internet-sivuille. Samoin sivuilta löytyy käytännön vinkkejä siihen, miten sienien radioaktiivisuutta voidaan vähentää ruuanvalmistuksen yhteydessä.

PALAUTE AUTTAA KEHITTÄMÄÄN PALVELUJA

Yhteydenottoja tulee paljon myös suoraan asiantuntijoille, sekä sähköpostin välityksellä että puhelimitse. Vaihtoehtona suoralle yhteydenotolle Kysy säteilystä -palaute on kuitenkin varsin kätevä, sillä lähettäessään kysymyksensä palautepostiin kysyjän ei tarvitse itse selvittää, kuka STUKissa vastaa mistäkin asiasta ja milloin kukakin asiantuntija on tavoitettavissa. Viestit välitetään aina mahdollisimman nopeasti kulloinkin paikalla olevalle parhaalle mahdolliselle asiantuntijalle. Useimmiten vastaus saapuu kysyjälle jo parin päivän sisällä.

Yhden kanavan kautta kulkevat viestit auttavat myös kehittämään STUKin toimintaa. Kun kyselyt saapuvat keskitetysti yhteen osoitteeseen, muodostuu nopeasti kokonaiskuva siitä, millaista tietoa säteilyasioista kaivataan. Tämän tiedon avulla voidaan esimerkiksi kehittää Internet-sivuja vastaamaan paremmin tiedontarpeeseen.



KYSY SÄTEILYSTÄ!

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.

Olen raskaana ja teen päivittäin useita tunteja töitä kannettavalla, jossa on langaton verkkoyhteys (WLAN).

ONKO WLANIN KÄYTÖSTÄ RISKIÄ SIKIÖN HYVINVOINNILLE?

WLANin lähetystehot ovat niin pienet, ettei sikiöön tai äitiinkään kohdistuvasta altistuksesta ole terveydellistä haittaa. Sikiön ympärillä olevat äidin kudokset vaimentavat lisäksi WLANin mikroaaltosäteilyä.

Muutenkin tietokoneesta käyttäjään kohdistuva säteily on niin vähäistä, ettei siitä ole terveydellistä haittaa. Kaksikymmentä vuotta sitten tutkittiin tietokoneiden kuvaputkinäyttöjen aiheuttamien magneettikenttien mahdollisia vaikutuksia raskauden kulkuun, mutta varmennettuja vaikutuksia ei havaittu. Sen jälkeen magneettikenttiä on pienennetty merkittävästi teknisillä menetelmillä. Kannettavien tietokoneiden plasmanäyttöjen magneettikentät ovat aina olleet hyvin pieniä. Tietokoneen ja näyttöpäätteen säteilystä ei ole siten ollut haittaa sikiölle eikä sikiön aikainen altistuminen näin alhaisille kentille lisää syntyvän lapsen elämänaikaista syöpäriskiä.

Suomessa on automaattinen ulkoista säteilyä mittaava valvontaverkko, jossa on noin 290 asemaa. ONKO MITTAUS-ASEMILLA JATKUVA SÄTEILYMITTAUS, JA KUINKA SEN TIETO HÄLYTTÄVISSÄ TAPAUKSISSA VÄLITTYY PAIKALLISELLE VÄESTÖLLE?

Automaattinen ulkoisen säteilyn valvontaverkko mittaa jatkuvasti ja hälyttää välittömästi, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää $0,40 \mu\text{Sv/h}$. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asemaan kytketty sumneri alkaa välittömästi piipittää yli 85 desibelin voimakkuudella. Jos asemalla (yleensä paloasema) on tällöin henkilökuntaa paikalla, he kyllä varmasti huomaavat. Tämän lisäksi asema välittää tiedon ylityksestä alueen hätäkeskukseen. Edelleen ilmoitus välitetään STUKin päivystäjälle, joka on tavoitettavissa ympäri vuorokauden. STUKin päivystäjä alkaa ilmoituksen saatuaan välittömästi selvittää tilannetta yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa. Tieto mahdollisesti uhkaavasta säteilyvaarasta välitetään väestölle paikallisten pelastusviranomaisten kautta, esimerkiksi paloaseman äänimerkeillä tai radiotiedotuksina. Tiedot menevät myös STUKin www-sivuille. Hälytysten kulkua testataan satunnaisilla asemilla vuosittain, jolla varmistetaan koko ketjun toimivuus ja viranomaisten yhteistyö.

Työpaikallamme otettiin käyttöön matkatavaroiden läpivalaisu. JÄÄKÖ PÄIVITTÄIN VIEMIINI EVÄISIIN SÄTEILYÄ JA KERTYIKÖ VUOSITASOLLA ISOJAKIN ANNOKSIA?

Läpivalaisu ei vaikuta mitenkään ruokiin, lääkkeisiin tai esimerkiksi kosmeetteihin valmisteisiin. Säteily ei myöskään vahingoita filmejä tai negatiiveja. Kassi tai siellä olevat tavarat eivät millään tavoin vahingoitu, vaikka samaa kassia läpivalaistaisiin satojakin kertoja. Säteily ei "tartu" esineisiin, eikä niistä tule säteileviä. Voit siis turvallisesti antaa kassisi kaikkine sisältöineen läpivalaistavaksi joka päivä.





MITÄ HAITTAA VOISI OLLA, JOS TYÖSKENTELEE KOKO PÄIVÄN IKKUNAN LÄPI PAISTAVASSA AURINGOSSA?

Ikkunalasi suodattaa auringonvalon sisältämän ihoa polttavan ultraviolettin B-säteilyn (UVB-säteilyn) lähes kokonaan pois, joten iho ei pala ikkunalasin läpi tulevasta UV-säteilystä. Ikkunalasi ei kuitenkaan pidätä ultraviolettia A-säteilyä (UVA-säteily) kovin hyvin. UVA-säteily on pitkäaaltoisempaa ja vähemmän ihoa polttavaa kuin UVB-säteily. UVA-säteilyllä on kuitenkin ihon olemassa olevaa pigmenttiä tummentava vaikutus. Jos siis iho on luonnostaan tumma, ruskettunut tai siinä on pisamia, ikkunalasin läpi tuleva UVA-säteily saattaa tällöin tummentaa ihon pigmenttejä. UV-altistuksen on kuitenkin oltava pitkäkestoista ja voimakasta, ja ihon on oltava erittäin helposti ruskettuvaa tyyppiä.

Normaalisti siis ikkunan läpi tuleva auringonsäteily ei polta ihoa eikä juuri rusketa sitä. Poikkeuksen muodostavat ultraviolettisäteilylle kroonisesti yliherkät ihmiset, joiden iho reagoi voimakkaasti UV-säteilyyn. Tällaiset ihmiset saavat valoyliherkkysoireita myös ikkunalasin läpi tulevasta säteilystä. Tällöin perusratkaisuna on ihon erittäin huolellinen suojaaminen vaatteilla ja aurinkorasvoilla ulkona oleskeltaessa. Ikkunalasit kannattaa päällystää erikoiskalvoilla, jotka suodattavat UV-säteilyn kokonaan pois.

Tämän tyyppinen ihon valoyliherkkyys on kuitenkin aika harvinaista. Mikäli pienikin määrä auringonvaloa aiheuttaa jokapäiväistä elämää haittaavia iho-oireita, kannattaa hakeutua ihotautilääkärin vastaanotolle. Lääkäri tekee mahdollisen valoyliherkkyysdiagnoosin ja määrää jatko-hoidon.



VOIKO KOTISOLARIUMIA KÄYTTÄÄ ILMAN SUOJALASEJA, JOS SILMÄT PITÄÄ SULJETTUINA SOLARIUMIN OTON AIKANA?

Kotisolariumuissa, kuten muissakin solariumlaitteissa, pitää käyttää suojalaseja. Laseilla vähennetään silmiin kohdistuvaa UV-rasitusta. Silmäluomien iho on ohuempaa ja herkempää kuin muualla oleva iho ja siten saattaa ärtyä tai palaa muuta ihoa herkemmin UV-säteilyn vaikutuksesta. Lisäksi silmäluomet päästävät jonkin verran lävitseen pitkäaaltoista UVA-säteilyä, joten ne eivät suojaa täydellisesti silmiä solariumaltistuksen aikana.

ONKO KOPIOKONETTA KÄYTETTÄESSÄ KONEESTA TULEVAN VALON SÄTEILY VAARALLISTA TERVEYDELLE?

Kopiokoneen lamput tuottavat jonkun verran UV-säteilyä, mutta se ei läpäise kopiokoneen lasia eikä aiheuta vaaraa. Kopiokoneen lamppu on kuitenkin niin voimakas, että suoraan katsottaessa se aiheuttaa häikäisyä ja voi ärsyttää silmiä. Erityisesti suuria määriä kopioitaessa kannattaa pitää kopiokoneen suojakansi kiinni.

Suomessa tehdään vuosittain noin 4,2 miljoonaa röntgentutkimusta, joista lähes 10 prosenttia kohdistuu lapsiin. Lasten röntgentutkimusohjeisto -oppaassa kerrotaan esimerkiksi lapsipotilaiden säteilysuojeluun liittyviä asioita.

OHJEET

YVL 1.1

YDINLAITOSTEN TURVALLISUUDEN VALVONTA

YVL 3.4

GODKÄNNANDE AV TILLVERKARE AV KÄRNTEKNISKA TRYCKBÄRANDE ANORDNINGAR

YVL 6.3

REGULATORY CONTROL OF NUCLEAR FUEL AND CONTROL RODS

YVL 6.7

QUALITY MANAGEMENT OF NUCLEAR FUEL

STUK-C5

SÄTEILYTURVALLISUUS JA LAATU RÖNTGENDIAGNOSTIIKASSA 2006

TUTKIMUSRAPORTIT

STUK-A215

ELINTARVIKKEKETJUN SUOJAUSTOIMENPITEET LASKEUMATILANTEIDEN VARALLE RANTAVAARA A.

STUK TIEDOTTAA

LASTEN RÖNTGENTUTKIMUSOHJEISTO

LUONNON RADIOAKTIIVISIA AINEITA SISÄLTÄVÄT MATERIAALIT RUOKOLA E.

SÄTEILYTURVAKESKUKSEN JULKAISUT OVAT SÄHKÖISESSÄ MUODOSSA STUKIN KOTISIVUILLA OSOITTEESSA [HTTP://WWW.STUK.FI/JULKAISUT_MAARAYKSET/](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/)



TIETOSUOJA-LEHTI on uudistunut! Tilaa näyttenumero vain POSTIMERKIN hinnalla

Uudistunut TIETOSUOJA tutustuttaa tietosuojan säännöksiin ja käytäntöön, tietoturvasuuteen ja viestinnän luottamuksellisuuteen. Lehti tarjoaa kattavan, monipuolisen ja ajan-kohtaisen kuvan tietosuojan ja tietoturvallisuuden eri osa-alueista. Erinomainen julkaisu kaikille, jotka suunnittelevat tai hyödyntävät tietojärjestelmiä ja osallistuvat niitä koskevaan päätöksentekoon! Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa. Julkaisijat ovat Viestintävirasto, tietosuojalautakunta ja tietosuojavaltuutetun toimisto.

☒ Kyllä, tilaan Tietosuoja-lehden näyttenumeron vain postimerkin hinnalla!
Lehden arvo on 12 euroa!

Tilaaajan nimi

Yritys

Osoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin

Sähköpostiosoite



**Liimaa
posti-
merkki
tähän!**

STELLATUM OY
Upseerinkatu 1
02600 Espoo

KANSAINVÄLINEN SUOJELU-, PELASTUS- JA TURVALLISUUSALAN SYMPOSIUMI NBC 2006 TAMPEREELLA 18.–21.6.2006 TAMPEREEN TYÖVÄEN TEATTERIN TILOISSA



Symposiumin teemana on CBNR- (kemialliset, biologiset, ydin- ja radiologiset) uhat – haaste valtakunnalliselle turvallisuudelle. Tavoitteena on tuottaa hedelmällinen keskustelufoorumi eri viranomaistahojen, turvallisuudesta vastaavien, tiedemiesten ja teollisuuden välille.

Tilaisuuden järjestää Suomen Kemian Seuran Suojelu-, pelastus- ja turvallisuusjaosto. Symposium järjestetään nyt jo kuudennen kerran. Symposiumin ohjelma koostuu plenaariluennoista, suullisista esitelmistä ja poster-esityksistä. Lisäksi ohjelmaan kuuluu suojelu-, pelastus-, ja turvallisuusalan kalustoesittelyjä sekä kaupallinen näyttely.

Sunnuntai 18.6.

15.00 Ilmoittautuminen
19.00 Tervetuloa (get-together)

Maanantai 19.6.

09.00 Symposiumin avaus
10.00 Sessio I: CBRN-uhka ja terrorismin vastaiset toimenpiteet
13.30 Sessio II: Siviilipuolustus (pelastus, poliisi), teollisuusturvallisuus ja kriisinhallinta
16.00 Posterinäyttely
19.00 Tampereen kaupungin vastaanotto

Tiistai 20.6.

08.30 Sessio III: Aseriisunta ja CBRN-aseiden leviämisen estäminen
10.30 Sessio IV: Taisteluaineiden ilmaisu, identifiointi ja analytiikka
15.30 Suojelu- ja pelastusalan kalustoesittelyt
19.00 Symposiumi-päivällinen

Keskiviikko 21.6.

08.30 Sessio V: CBRN-suoja ja puhdistaminen
13.30 Sessio VI: Suojelulääkintä
16.00 Symposiumin päättäminen

Symposiumin osallistumismaksu on 650 euroa. Ennen 1.5.2006 maksun suorittaville osallistumismaksu 550 euroa. Rekisteröityminen symposiumiin osallistujaksi kirjataan maksusuorituksen saavuttua. Maksu NBC 2006 -symposiumin pankkitilille: Nordea Bank Ltd Finland, IBAN: FI57 1443 3000 1134 46, SWIFT: NDEAFIHH 144330-113446. Osallistumismaksun voi maksaa myös luottokortilla VISA, MasterCard, Eurocard. Lisätietoa: www.nbc2006.org

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.

- ☒ Tilaan ALARA-lehden neljä numeroa vuodessa
☐ kestotilaus **38 €** (laskutusväli 12 kuukautta)
☐ määräaikaistilaus **43 €** (kesto 12 kuukautta)

Yritys/virasto

Nimi

Osoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin

Sähköpostiosoite

Päiväys

Allekirjoitus

TILAUKSET:

www.stellatum.fi

☎ (09) 5421 0100

tilaajapalvelu@stellatum.fi

**Stellatum Oy
maksaa
posti-
maksun!**

STELLATUM OY
Vastauslähetys
Tunnus 5010666
00003 Helsinki

Tilaa nyt uusittu ja päivitetty CD-Kielikello!



Mukana uusi
teemanumero
isoista ja pienistä
alkukirjaimista!

CD-Kielikello sisältää artikkelit ja erikoisnumerot vuosilta 1968–2004. Artikkeleiden määrä on lisääntynyt lähes kolmellasadalla. Hyvästä työvälineestä on tullut entistäkin parempi!

Uusia aiheita ovat mm.

- äidinkielen ylioppilaskokeiden kieli
- tavan adessiivi (rakkaudella)
- Karjalan murteet ja karjalan kieli
- venäläisten nimien kirjoitus suomen kielessä
- komparaatio (tanakin vai tanakoin)
- käännösten vaikutus suomen kirjakieleen
- ristikkosanat ja sanaristikot
- pakinoitsija Olli kielenhuoltajana
- maahanmuuttajien nimet

CD-Kielikello sisältää myös

- **erikoisnumeron lyhenteistä**
- **erikoisnumeron merkeistä ja numeroista**
- **ruoka-alan sanaston**
- **uuden teemanumeron isoista ja pienistä alkukirjaimista.**

TILAUKSET:

www.stellatum.fi
tilaajapalvelu@stellatum.fi
☎ (09) 5421 0100