

alared

2 2012

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

RADON – riski jota ei torjuta tarpeeksi

**Fukushiman mittava jäteongelma
Ydinvoimaloissa varaudutaan maanjäristyksiin**

- 4 Puhdistustyö jatkuu Fukushimaa
- 9 RADPAR yhdistää eurooppalaisen radontietämyksen
- 10 Radonkoulutus kiinnosti ammattilaisia
- 12 Ydinvoimaloiden stressitestit osoittivat kaikkialla parannettavaa
- 14 Ydinvoimaloissa varaudutaan maanjäristyksiin
- 17 Matkapuhelinsäteily – toistaiseksi turvallista
- 20 Uusi ilmainen paljastaa plutoniumin
- 22 "Kaaoksesta" KETALEeseen
- 24 Työryhmä selvittää ydinjätteen loppusijoitusvaihtoehdot
- 26 Kasvavalle ydinenergia-alalle tarvitaan laaja kirjo osaajia
- 28 "Herrasmiessopimuksilla syntyi hyvää yhteistyötä"

**Ydinturvallisuuden
osaajille riittää
töitä. s. 26**

JOKA NUMEROSSA:

- 3 PÄÄKIRJOITUS
- 7 LYHYESTI
- 8 POLLA SÄTEILEE
- 31 UUDET JULKAISUT

**KETALE
jouduttaa viran-
omaisten reagointia
onnettomuus-
tilanteissa.
s. 22**



Teuvo Parviainen/STUK

Aseiden salakuljettaja ja FBI:n kouluttaja!

Tekeväälle sattuu, sanotaan. Joitakin hölmöilyjä uskaltaa muistella julkisesti vasta sitten, kun aikaa on kulunut riittävästi. Kerron tarinan, joka on monien tapahtumien ketju, ja samalla toivotan mielenkiintoisia lukuhetkiä kesä-Alaran parissa.

Kesäkuussa 1997 Italiassa järjestettiin kansainvälinen kokous ydinaineiden salakuljetusten estämisestä. Olin saanut tilaisuuteen esitelmäpyynnön Suomen rajavallvonnasta ja viranomais-ten yhteistyöstä.

Ensimmäisenä iltana olkalaukussani ollut vesipullo kasteli laukun sisällön sillä seurauksella, että ensimmäisen EU-passini sivut olivat vettyneet ja kuva tunnistamaton. Kuivasin sen hius-tenkuivaimella, mankeloin kirjan välissä ja unohdin koko jutun.

Kokous oli mielenkiintoinen, ja esitelmä meni hyvin. Meidän pojat olivat siihen aikaan 6- ja 4-vuotiaita. Tuliaiseksi oli toivot- tu leikkipyssyjä. Kolme kollegaa mustissa puvuissa ja laseissa lähtivät kanssani lelukauppaan, ja löysimme ihan oikean näköi- set revolverit, jotka laitettiin kahteen lahjapakettiin.

Paluupäivänä tulimme lentokentän lähtöselvitykseen Mila- non liikennenuhkan takia myöhässä. Minulle kerrottiin, et- tä matkalaukkuni ei enää ehdi ruumaan, mutta voin ottaa sen mukaani matkustamoon. Menin kiitollisena turvatarkastukseen pienen punaisen matkalaukkuni kanssa.

Turvatarkastuksessa laukkuni meni läpivalaisulaitteen läpi, minä menin henkilöportista, ja sen jälkeen kaksi kouraa tart- tui olkapäihini. Onko tuo laukku sinun? Olihan se. Minut vie- tiin sivuhuoneeseen laukkuineni. Ensimmäinen kysymys: kuka olet, mistä tulet, passi? Kerroin, että tulin ydinaineiden salakul- jetuskokouksesta ja annoin kärsineen passini. Tilanne ei tuntu- nut yhtään hyvältä.

Toinen virkailija sanoi, että minulla on jotain luvaton- ta lau- kussani. Silloin muistin, että ruumaan tarkoittamassani laukus- sa on kaksi lelurevolveria lahjapaketeissa. Kerroin asian tuimil- le virkailijoille ja ryhdyin avaamaan laukkua. He kielsivät minua koskemasta siihen. Kesti ikuisuuden ennen kuin sain heille seli- tetyksi, että minulla on kaksi leluasetta laukussani. Pyysin hei- tä tarkistamaan asian lelukaupan kuitista, joka oli lompakossa- ni, jota toinen virkailija piti hallussaan. Viimein laukku ja lahja- paketit avattiin ja aseet todettiin leluiksi.



Joona Martikka

Lelut pakattiin uudestaan ja sinetöitiin punaisilla Security Checked -tarroilla. En saanut viedä paketteja itse koneeseen. Aseet matkustivat busineksen hattuhyllyllä, minä turistiluokas- sa. Helsinki-Vantaalla sain aseeni, enkä tiennyt itkeäkö vai nau- raan.

Loppu hyvin, kaikki hyvin, voisi jo luulla. Olin kertonut sala- kuljetuskokouksessa, että olemme kouluttaneet sekä Suomen että Venäjän rajavallvontavirkailijoita, mutta kokouksen esitel- mistä tehdyssä julkaisussapa luki, että "Training of both the FBI and Russian border personnel...". Ihmettelin, kun luentopyyntö- jä salakuljetuskokouksiin alkoi tulla lisää.

Elina Martikka

Olkiluodosta Vantaalle 9.5.2012 Elina Martikka

PUHDISTUSTYÖ jatkuu Fukushimaassa

Fukushiman ydinonnettomuudesta on jo yli vuosi aikaa. Osa kaikkiaan 150 000 evakuoidusta asukkaasta ei ole vielä päässyt palaamaan koteihinsa.



"Kaikki Tšernobylistä käytetyt puhdistusmenetelmät eivät sovellu meille", toteaa Takaaki Ito Japanin ympäristöministeriöstä.

”Puhdistustyö on todella vaikeaa”, huoahtaa Japanin ympäristöministeriön virkamies **Takaaki Ito** toimistolaan Fukushimaa kaupungissa.

”Infrastruktuurin rakentaminen alueelle on yhtä tärkeää kuin itse raivaustyö. Ihmiset tarvitsevat työn ja kodin.”

Paljon on siis tehtävää ennen kuin varsinainen onnettomuusalueelta evakuoitujen ihmisten paluumuutto voi alkaa.

Mallia Tšernobylistä

Japanin ympäristöministeriön Fukushimaa kaupunkiin perustama toimisto vastaa puhdistustyöstä. Se kerää koko ajan tietoa ja keinoja ydintuhoista kärsineen alueen siivoamiseen sekä radioaktiivisen jätteen säilyttämiseen.

Japanilla ei ole aiempaa kokemusta vastaavanlaisista ympäristötuhoista. Takaaki Ito kertoo, että puhdistusmenetelmien kartoittamisessa apuna ovat olleet Tšernobylin onnettomuuden arkistot. Niiden pohjalta on valittu Japanin oloihin soveltuvia toimintamalleja.

”Pohdimme, miten teknologiaa voitaisiin vielä kehittää, sillä sellaisenaan kaikki Tšernobylistä käytetyt menetelmät eivät sovellu. Perinteiset katonrakennustekniikkamme ja viljelytapamme ovat erilaisia.”

Japani on saanut runsaasti tukea ja

apua ulkopuolelta. Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n edustajat vierailivat Japanin ympäristöministeriössä viime lokakuussa, tutustuivat tilanteeseen ja antoivat oman ehdotuksensa ratkaisuksi. Monet maat ovat olleet yhteydessä ympäristöministeriöön, näiden joukossa myös Suomi.

Jäte on suurin haaste

Massiivisen puhdistusprojektin suurin haaste liittyy jätteen säilyttämiseen. Arviot jätteen määrästä vaihtelevat 16,4 miljoonasta 41 miljoonaan kuutiometriin.

Jäte, josta suurin osa on saastunutta maaperää, pakataan vesitiiviisiin säkkeihin. Säkkit kerätään maan alle muovisen, vettä eristävän alustan päälle ja peitetään pressuun.

Tärkeää on, ettei rakennelman sisään pääse vettä. Säteilypitoisuuksia säilytyspaikan välittömästä läheisyydestä tarkkaillaan. Vuotoherkille jätteille rakennetaan vielä suojaseinät teräsbetonista.

Väliaikainen säilytys sijaitsee saastuneella alueella. Säilytyspaikassa säteilyarvot saattavat yllättäen olla matalampia



Saastuneelta alueelta kerättyä jätettä säilytetään vesitiiviissä säkeissä.

Kunnilta on kyselty tiloja, mutta kukaan ei halua jätettä takapihalleen.

Paluumuuton aikataulu vielä avoin

Puhdistustöiden lisäksi suuri kysymys on se, miten ja millä aikataululla Fukushima alueelta evakuoitujen asukkaiden paluu järjestyy.

”Jotkut asukkaista ovat halukkaita palaamaan vasta, kun säteilyarvot on saatu alle 1 millisievertiin vuodessa”, kertoo Takaaki Ito.

”Ja osalle joudutaan rakennuttamaan kokonaan uudet kodit. Maanjäristyksen, tsunamin ja ydintuhon kokeneet talot lahoavat pystyyn, kun kukaan ei ole huolehtimassa niistä.”

Alueiden, joissa säteilyarvot ovat alle 50 millisievertiä vuodessa, siivoamiseen tulee kulumaan ainakin kolme vuotta.

kuin vähän kauempana. Tämä selittyy sillä, että säilytyspaikka on puhdistettu huolellisesti ennen jätteen tuomista.

Lopullinen säilytyspaikka haussa

Maan alle pakatuissa säkeissä jätettä voidaan säilyttää kolmen vuoden ajan. Sen jälkeen jäte siirretään sementillä valettuun 30 vuoden säilöön. Sen aikana on määrää kehittää menetelmiä, joilla jätteen määrää saadaan vähennettyä.

”Paras tilanne olisi, jos jätteet saataisiin sijoitettua heti pitkäaikaiseen säilöön. Kyseessä on kuitenkin valtava määrä jätettä, eikä meillä ole vielä säilytystiloja sille.”

Ensimmäisen kolmen säilytysvuoden aikana tiloja siis etsitään.

”Kunnilta on kyselty tiloja, mutta vastaanotto on ollut tyrmäävä. Kukaan ei halua jätettä takapihalleen, vaikkakin sen sijoittaminen on todettu turvalliseksi.”

Asutusta lähimmät alueet siivotaan ensin

Siivottavaan alueeseen kuuluu myös luonto 20 metrin etäisyydellä asunnoista. Siitä etäämpänä sijaitsevat alueet ovat tärkeysjärjestyksessä toissijaisia, ja niiden puhdistamista harkitaan myöhemmin.

”Metsien siivoaminen on suhteellisen yksinkertaista. Radioaktiivisen laskeuman cesium kerääntyy puiden lehtiin, joten lehdet kerätään pois”, kertoo Ito.

Viljelysmaan saastunutta maa-ainesta joko poistetaan tai sekoitetaan noin 30 senttimetrin syvyydeltä siten, että saastunut maa sekoittuu puhtaaseen. Kaikki nurmikot leikataan ja maata niiden pohjalta poistetaan vielä mahdollisesti 3–5 senttimetrin syvyydeltä. Asfaltoidut tiet pestään painepesurilla puhtaaksi. Talojen ka-

tot voidaan pestä, mutta niiden pyyhkiminen on koettu tehokkaammaksi.

Siivous vaatii paljon työvoimaa

Saastuneen alueen puhdistustyö vaatii valtavasti työvoimaa. Mistä löydetään kymmenisentuhatta työntekijää joka päiväksi?

Monet tahot ovat ottaneet itse yhteyttä puhdistustyöstä vastaavaan toimistoon ja tarjoutuneet avuksi. Se on konkreettisen avun lisäksi evakuoituille asukkaille henkisesti tärkeää ja tuo tunteen, että koko Japani tukee heitä. Evakuoidut eivät itse voi osallistua siivoustyöhön kohonneiden säteilyarvojen takia.

Takaaki Iton mukaan puhdistustyössä toimitaan Japanin terveys- ja työminis-

teriön joulukuussa laatimien standardien mukaisesti ja työntekijöiden säteilyannokset mitataan päivittäin.

”Mikäli annokset kasvavat liian suuriksi, työ keskeytetään välittömästi. Vapaaehtoisille tiedotetaan asianmukaisesta varustuksesta. Kumisaappaat, hengityssuojat, suojalasit, päähine ja hanskat ovat tärkeitä”.

Olenainen osa puhdistustyön etene- mistä on tiedon jakaminen.

”Siivousprosessia on selvitettävä ihmisille askel askeleelta, jotta asia tulee tutuksi”, Ito summaa. ■

Valokuvaaja ja toimittaja Johanna Levomäki vieraili Japanissa huhtikuun alussa.

Johanna Levomäki

LYHYESTI

Magneettikuvausten työntekijöiden hyvinvointia tutkitaan



Philips

Työterveyslaitos ja Säteilyturvakeskus selvittävät magneettikuvauksen vaikutuksia hoitohenkilökuntaan työtilanteissa. Hankkeessa tutkitaan erityisesti melun ja sähkömagneettisten kenttien yhteisvaikutuksia työntekijöille.

Magneettikuvaus (MRI) on lääketieteellinen kuvausmenetelmä, jolla saadaan tarkkoja leikekuvia ihmiskehosta. Kuvaukseen käytetään voimakkaita sähkömagneettisia kenttiä.

MRI-yksiköt ovat työpaikkoja, joissa työntekijät kokevat erilaisia tuntemuksia sähkömagneettisista kentistä. Liikkuminen staattisessa magneettikentässä synnyttää sähkökenttiä kehon sisälle ja saattaa aiheuttaa huimausta ja koordinaatiovaikeuksia. Myös magneettikuvauksen melu voi haitata sekä työturvallisuutta että työhyvinvointia.

Magneettikuvauksia tehdään yhä isommilla kentillä. Niissä käytetään yleisesti 3 Teslan laitteita, ja tutkimuskäytössä on jopa 7,4 Teslan laitteita. Suomessa on noin sata MRI-laitetta ja magneettikuvauksia tehdään vuosittain noin 200 000.

Hankkeessa MRI-kuvausten määrät selvitetään kyselyllä vuoden 2011 tutkimusmääristä. Kysely on lähetetty röntgentutkimuksia tekeviin yksiköihin, joissa useissa on käytössä myös MRI-laitteita. Lopuille MRI-käyttöpaikoille kysely lähetetään touko-kesäkuussa.

Työntekijöiden altistumista arvioidaan mittaamalla sekä sähkömagneettisia kenttiä että melun tasoa todellisissa työtilanteissa. Hankkeen myöhemmässä vaiheessa hoitohenkilökunnalle lähetetään työhyvinvointikysely.

Tutkimuksesta saadaan kattava yhteenveto MRI-laitteiden työturvallisuudesta nykyisen laitekannan ja kuvauskäytäntöjen pohjalta. Kun työhyvinvointiin ja -turvallisuuteen vaikuttavat tekijät tunnistetaan, niitä voidaan kehittää. Hoitohenkilökunnalle laaditaan ohjeet turvallisesta työskentelystä magneettikuvauksissa.

Työsuojelurahaston rahoittama hanke päättyy vuonna 2015. Lisätietoja hankkeesta: tutkija Tim Toivo, tim.toivo@stuk.fi.



Vuonna 2011 historiallisen pienet vuosihuoltoannokset

Viime vuonna ydinvoimalaitoksissa työskentelevien säteilytyöntekijöiden annokset pienenivät peräti 30 prosenttia edellisvuodesta. Sen sijaan säteilyn käytössä samoin kuin lentotoinnassa säteilyannokset kasvoivat hieman.

Säteilyturvakeskus pitää valtakunnallista rekisteriä säteilytyöntekijöille sekä lentohenkilökunnalle aiheutuneista säteilyannoksista. Rekisterin tietojen mukaan vuonna 2011 ydinvoimalaitosten työntekijöille aiheutunut yhteenlaskettu säteilyannos oli historiallisen pieni, noin 30 prosenttia pienempi kuin edellisvuonna.

Ydinenergian käytössä on tyypillistä, että annokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti huoltotöiden laajuudesta riippuen, mutta viime vuonna vuosihuollot olivat laajuudeltaan normaali – edellisvuotta vastaavat – ja annokset pienenivät silti. Voidaan siis arvioida, että ydinvoimalaitoksilla säteilyannoksia vähentävät toimenpiteet ja menetelmät ovat parantuneet ja työntekijöiden säteilyannokset pystytään pitämään yhä pienempinä.

Säteilyn käytössä työntekijöiden annokset kasvoivat vuonna 2011 edellisvuodesta noin 5,5 prosenttia. Kasvu tulee lähinnä terveydenhuollon puolelta. Suurimmat annokset työntekijöille aiheutuvat toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa, joissa toimenpiteet muuttuvat entistä vaativammiksi ja samalla kasvattavat annoksia. Kuitenkin myös säteilyn käytössä työnteki-

jöiden säteilyaltistuksen taso on kaiken kaikkiaan hyvin matala. Suurimmat yksittäisille työntekijöille lyijysuojaimen päältä mitatut vuosiannokset ovat noin 30 millisievertin luokkaa, mikä vastaa korkeintaan 0,5–3,0 millisievertin efektiivistä annosta.

Lentohenkilöstölle keskimäärin työssä aiheutunut efektiivinen säteilyannos puolestaan kasvoi viime vuonna 2,4 millisievertistä 2,5 millisievertiin. Vuosittainen kasvu on ollut samaa luokkaa vuosituhannen alusta lähtien. Syitä ovat muun muassa kaukolentojen lisääntyminen ja koneiden lennättäminen korkeammalla polttoainekustannuksissa säästämiseksi.

Henkilökohtaisen säteilyaltistuksen määrittämiseksi annosmittaria käytti viime vuonna noin 11 700 työntekijää. Näistä 5 370 työskenteli terveydenhuollossa, 3 830 ydinvoimalaitoksissa, 1 210 teollisuudessa, 740 tutkimuksessa ja 550 eläinlääkinässä. Säteilytyöntekijöiden määrä on pysynyt viime vuosina suurin piirtein samana. Lisäksi säteilyaltistus määritettiin laskennallisesti reilulle 3 600 lentokoneiden ohjaamo- ja matkustamotyöntekijälle.

Työntekijän työssään saama koko keholle laskettu säteilyannos ei saa viiden vuoden aikana olla yli 100 millisievertiä, eli vuosittainen annosraja on keskimäärin 20 millisievertiä. Yhtenäkkään vuonna annos ei saa ylittää 50 millisievertiä. Lentohenkilöstön laskettu annos ei saa nousta yli 6 millisievertin vuodessa.

RADPAR yhdistää eurooppalaisen radon-tietämyksen

Toukokuussa päättyneessä RADPAR-hankkeessa vertailtiin eri maiden radontorjunnan menetelmiä.

Radonin maantieteellisten ongelmajen kartoittaminen ja hallitseminen on kansallista tietotaitoa. Geologiasta riippuva radonin esiintyminen kuitenkin aiheuttaa kaikkialla samantyyppisiä terveyshaittoja, joiden ennalta ehkäisevissä teknisissä torjuntakeinoissa on paljon yhteistä.

Ennen kuin tämä tietotaito alkoi noin 30–40 vuotta sitten kehittyä, radonin haitoista oli kyllä tietoa, mutta se oli hajanaisista, epäyhtenäistä ja osin epätieteellistä.

”Jo keskiajalla Saksan kaivoksista oli kertynyt kokemusperäistä tietoa. Silloin puhuttiin kaivosmiesten taudista, joka nykytermillä ilmaisten ei ollut enempää eikä vähempää kuin keuhkosityöpä”, kertoo Säteilyturvakeskuksen Terveysriskit ja radonturvallisuus -laboratorion laboratorionjohtaja **Päivi Kurttio**.

”Kansanterveydellinen täsmätieto on kertynyt vasta 1900-luvun lopulla, ja esimerkiksi Suomessa on arvioitavissa, että noin 300 keuhkosityöpätapausta johtuu radonista”, hän jatkaa.

Radonista johtuviksi arvioituissa 300 vuosittaisessa keuhkosityöpätapauksessa on tietenkin yhtä monta liikaa, mistä syystä myös radonin tekniset torjuntakeinot ovat meillä välttämättömiä.

Ruotsi tukee radonkorjauksia avokätisesti

Suomessa radontorjuntaa on kehitetty erityisesti 1980-luvulta lähtien. Sen sijaan esimerkiksi Ruotsissa radonin haitoista oltiin tietoisia jo 1950-luvulla.

Ruotsi on sen jälkeenkin ollut ainaakin Euroopan maista teknisen radontietämyksen eturintamassa, mikä näkyy muun muassa vuotuisten radonkorjaustyömaiden runsaudessa.

Ruotsissa valtio tukee radonkorjauksia avokätisemmin kuin juuri missään muualla, Suomi mukaan lukien. Lisäksi siellä radonriskialueilla asuvat ovat hankampia noudattamaan asiantuntijoiden suosituksia kuin muissa Euroopan maissa.

”Tässä olisi tarkemman selvittämisen paikka: onko kyse ensisijaisesti viestinnän onnistumisesta vai jostakin muusta”, pohtii tutkija **Olli Holmgren** Säteilyturvakeskuksesta.

Tekniikat samat, organisoinnissa eroja

Eri Euroopan maiden radontietämyksestä on saatu tuoretta tietoa toukokuussa päättyneessä RADPAR-hankkeessa. Kolmivuotisessa hankkeessa arvioitiin 14 Euroopan maan radontorjuntamenetel-

mät. RADPAR-hankkeeseen osallistivat Suomen lisäksi Saksa, Itävalta, Sveitsi, Iso-Britannia, Tšekki, Espanja, Portugali, Norja, Italia, Kreikka, Belgia, Ranska ja Irlanti.

Edes kaikissa EU-maissa ei Holmgrenin mukaan ole näihin päiviin asti ollut Pohjoismaihin verrattavaa osaamista radonin torjuntaan liittyvässä tekniikassa.

”Esimerkiksi Keski-Euroopassa osaa mista toki on, mikä johtuu paljolti siitä, että sielläkin riittää radonriskialueita.”

Holmgren mainitsee esimerkkinä itävaltalaisen Umhausenin kaupungin, jossa radonpitoisuudet ovat säännönmukaisesti tuhansia becquerelejä kuutiometrisä, paikoin jopa yli 200 000.

Ruotsissa radontorjuntaa tehdään hanakammin kuin Suomessa.

”Tähän on geologinen syy: muinoin sortunut vuorenrinne, jonka maaperä on hyvin ilmaa läpäisevää, jolloin radonpitoinen ilma pääsee helposti liikkumaan.”

Saksan, Itävallan ja Sveitsin lisäksi myös Tšekinmaalla on alueen geologias- ta juontavaa käytännön osaamista radonin torjunnassa. Siellä kellarillisissa rakennuksissa on tavallista, että radonimuputki johdetaan kellarikerroksen lattian läpi pystysuuntaisena kellariin ja sieltä

edelleen yläkerrosten seinärakenteiden kautta rakennuksesta pois.

RADPAR-hankkeessa ilmeni, että osallistujamaat suojautuvat radonilta samantyyppisillä teknisillä keinoilla; ilmanvaihtoon perustuvilla imutekniikoilla sekä materiaali- ja rakenneteknisillä menetelmillä.

Eroja on pikemminkin radontorjunnan organisoinnissa. Esimerkiksi Ruotsissa – ja Euroopan ulkopuolella Yhdysvalloissa – radontekniikan alalla toimii runsaasti

yksityisiä konsultteja, joille osaamisensa tehokas markkinointi on tärkeää.

Suomessa vain puolet ryhtyy toimeen

Suomessa on melko hyvin tiedossa, että Säteilyturvakeskuksesta saa asiantuntijaneuvoja radontorjuntaan. Terveystieteen suojeluviranomaiset ja rakennusvalvontakin osaavat neuvoa kääntymään Säteilyturvakeskuksen puoleen.

Kuitenkin vain hiukan yli puolessa kaikista radonmittauksissa havaituista enimmäisarvon ylityksistä asukkaat – tai työyhteisöt – teettävät suositeltuja toimenpiteitä.

”Kustannukset tuskin ovat tärkein rajoitus, ja olisikin selvittämisen paikka, mistä kiikastaa. Vastaavia ongelmia on muissakin maissa, ja näihin asioihin RADPAR-hankkeessa on pyritty hakemaan vastauksia”, Holmgren pohtii. ■

Teksti Vesa Tompuri

RADONKOULUTUS kiinnosti ammattilaisia

Säteilyturvakeskuksen järjestämässä koulutuksessa esiteltiin aiempaa tehokkaampia, ilmanvaihtoon perustuvia korjausmenetelmiä.

Säteilyturvakeskuksen asiantuntijarooli on ollut ja on erityisen tarpeellinen niillä alueilla, joilla rakennuksia perustetaan useimmiten läpäisevälle soralle tai runsaasti uraania sisältävälle maapohjalle. Tällaisia korkean radonpitoisuuden alueita ovat erityisesti Pirkanmaa, Kanta-Häme, itäinen Uusimaa ja Kymenlaakso.

Niiden lisäksi rakennusten sisäilman radonpitoisuusmittauksia on tehty järjestelmällisesti muuallakin Suomessa.

”Pahimmilla radonalueilla Suomi alkaa olla haravoitu, mutta edelleen lisämittaukset ovat tarpeen radonitilanteen selvittämiseksi erityisesti harvaan asutuilla alueilla, totesi Säteilyturvakeskuksen (STUK) tutkija **Tuomas Valmari** koulu-

tusseminaarissa maaliskuussa.

Yrityksille, kiinteistöalan ammattilaisille ja viranomaisille järjestetty koulutus-tilaisuus houkutteli STUKin auditorioon 65 ammattilaista eri puolilta Suomea.

Radonkaivo osattava sijoittaa oikein

Tutkija **Heikki Reisbacka** perehdytti osallistujat radonin mittaamistekniikoihin sekä radonkaivon periaatteeseen. Viime mainittu on osoittautunut erityisen tehokkaaksi korjausmenetelmäksi kaikkein radonpitoisimmilla soraharjuilla ja hiekka-alueilla – niin pientalojen kuin myös julkisten ja jopa teollisuusrakennusten sisäilman radonpitoisuuden alenattajana.

Oikein rakennetun kaivon tehokkuus



”Radonkaivo kannattaa sijoittaa lähelle talon seinälinjaa”, tutkija Heikki Reisbacka neuvoi.

perustuu laajaan ’puhdistussäteeeseen’: isonkin pinta-alan radonongelman poistamiseen saattaa riittää jopa yksi kaivo.

”Kaivon oikea sijoituspaikka on kuitenkin viime kädessä tärkein onnistumisen taakka”, Reisbacka neuvoi kuulijoita:

”Parasta on sijoittaa se mahdollisimman lähelle talon seinälinjaa, rinneton-tililla ehdottomasti ylärinteen puolelle.”

Imurikin tehokas keino

Toinen luotettava menetelmä radonpitoisuuden pienentämiseksi rakennuksen sisällä on asentaa taloon radonimuri. Sitä käyttämällä radonpitoisuutta on todennettujen esimerkkien valossa mahdollista alentaa 70–90 prosenttia. Teho perustuu siihen, että huippuimurin avulla rakennuksen alle muodostuu alipaine.

”Jos maaperä talon alla on soraa tai hiekkaa, myös perustusten alapuolelle ulotettava imukuoppa on toimiva ratkaisu. Kaikissa tapauksissa toimiva keino on johtaa radonpitoinen poistoilma huippuimurin avulla katon kautta ulkoilmaan”, suositteli STUKin tutkija **Olli Holmgren**.

Korjaus vaatii huolellisuutta

Sekä radonkaivo että -imuri ovat radonkorjaustekniikoita kehittyneimmistä ja tehokkaimmista päästä. Niiden soveltaminen ei ole erityisen hankalaa mutta vaatii toteuttajaltaan taustojen ymmärrystä ja huolellisuutta. Esimerkiksi imurien poistoputkien läpivientien tiivistämisessä on noudatettava suurta huolellisuutta, kaapeliläpivienneissä niin ikään.

Seminaarissa ilmanvaihtoteknisistä menetelmistä alustanut STUKin tutkimusprofessori **Hannu Arvela** varoitti virheistä:

”Viemällä putkia tai kaapeleita esimerkiksi kellarista suoraan sokkelista ulos voi pahimmassa tapauksessa pilata muutoin järkevästi tehdyn radonkorjauksen. Tästä on kuvaavia esimerkkejä muun muassa Salpausselän alueelta.”

Radonkaivon tai -imurin asentaminen vaatii huolellisuutta.



”Imurien hyödyntämisestä tuli uusia näkökulmia, vaikka aihepiiri muutoin oli jo käytännössä omakohtaisesti koeteltua”, kertoi toimitusjohtaja Jorma Pälä pirkkalalaisesta RI-Rakennuspalvelu Oy:stä. Yritys on urakoinut radonkorjauksia Pirkanmaalla jo vuosia.

Kuulijat aktiivisia

Aikataulultaan ja asiapitoisuudeltaan tiukka seminaaripäivä herätti osanottajien aktiivisuudesta päätellen paljon kiinnostusta. Perinteisten rakennustekniset, monesti riittämättömät menetelmät olivat useimmille tuttuja mutta ilmanvaihtotekniset ja ylipäänsä radonin imuun perustuvat tekniikat vähemmän tunnettuja.

Keskustelua herättivät myös raja-arvot. Uudisrakennuksissa sisäilman radonpitoisuus saa olla enintään 200 becquereliä kuutiometrissä, kun taas vanhoissa rakennuksissa hyväksytään enintään 400 becquereliä kuutiometrissä.

STUK on esittänyt vanhojen asuntojen enimmäisarvon alentamista 200 becquereliin, minkä jälkeen samat rajat pätsivät sekä uusiin että vanhoihin taloihin. ■

Vesa Tompuri on rakentamiseen perehtynyt vapaa toimittaja.



Tutkija Tuomas Valmari kertoi, että radonmittauksiateghdääninnokkaimminpahimmilla radonalueilla.



Tutkija Olli Holmgren kertoi muun muassa radonkorjausten suunnitteluperiaatteista.

YDINVOIMALOIDEN STRESSITESTIT osoittivat kaikkialla parannettavaa

Eurooppalaisten ydinvoimaloiden turvallisuutta luonnon ääriolosuhteissa ja vastaavien uhkien alla on nyt arvioitu stressitesteillä. Suomessa jo käynnistetyt toimenpiteet arvioitiin hyviksi.

Fukushimassa maaliskuussa 2011 tapahtuneen ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen alkanut selvitystyö eurooppalaisten ydinvoimaloiden turvallisuuden parantamiseksi on ollut valtava urakka. Huhtikuun lopulla julkaistussa loppuraportissa Euroopan ydinturvallisuusviranomaisten ryhmä ENSREG toteaa, että työ on jo johtanut tai johtamassa toimenpiteisiin kaikissa stressitestit tehneissä maissa.

Suomessa ydinvoimalaitosten turvallisuusarviointi Fukushima tapahtumien jälkeen aloitettiin jo ennen kuin Eurooppa-neuvoston aloitteesta kehitettyjen stressitestien sisällöstä oli päätetty. Säteilyturvakeskus (STUK) antoi ensimmäisen selvityksen asiasta työ- ja elinkeinoministeriölle toukokuussa 2011.

EU:n 15 ydinvoimaa käyttävää maata sekä Sveitsi ja Ukraina tekivät kaikissa ydinvoimaloissaan perusteellisen stressitestin viime vuoden kesällä ja syksyllä. Kaikki kansalliset loppuraportit annettiin vuodenvaihteessa EU:n komissiolle.

Kansallisista raporteista alkoi tämän vuoden alusta laaja kansainvälinen vertaisarviointi, jonka tuloksista ENSREGin loppuraportti tehtiin. Sen perusteella komissio tekee vielä oman raporttinsa, jon-

ka se luovuttaa Eurooppa-neuvostolle kesäkuun lopulla.

”Jokaisessa stressitesteissä mukana olleessa maassa asioita on käsitelty vähän eri tavalla, joten tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia”, sanoo ylitarkastaja **Tomi Routamo** STUKin Ydinvoimalaitosten valvonta -osastolta.

”Eurooppalaiset viranomaiset hyötyvät työstä, koska se osoittaa, mitä asioita pitää ottaa huomioon kansallisissa lainsäädännöissä.”

”Stressitestien vertaisarviointiryhmä piti Suomessa jo käynnistettyjä toimenpiteitä hyvinä ja tarkoituksenmukaisina. Esille ei tullut mitään yllättävää tai uutta, mitä emme jo STUKin omissa vaatimuksissa olisi ottaneet huomioon”, Routamo toteaa.

Maanjäristysriski herätti keskustelua

Raportoinnissa uhat on eritelty kolmeen aiheryhmään: ulkoiset uhat, kuten maanjäristykset ja tulvat, turvallisuustoimien menettämisriski sekä vakavien onnettomuuksien hallinta. Vakavaksi onnettomuus lasketaan, kun ydinpolttoaine vahingoittuu laajasti ja reaktorista vapautuu paljon radioaktiivisia aineita.

”Vertaisarvioinnissa Suomen osalta

maanjäristykset herättivät keskustelua, koska niitä sattuu meillä harvoin ja hyvin lievinä. Uusilta laitoksilta Suomessa vaaditaan jo suojausta maanjäristyksiltä. Nykyisten käytetyn polttoaineen välivarastoaltaiden osalta vaaditaan voimakkaampien maanjäristysten riskin arviointia”, Routamo sanoo.

Loviisan ja Olkiluodon vanhojen yksiköiden rakentamisen yhteydessä ei edellytetty maanjäristysten huomioon ottamista. Vanhoista laitoksista arvioidaan ensin, täyttävätkö ne vaatimukset ja sitten, voidaanko tehdä jotakin. Jälkikäteen voidaan arvioida maanjäristysten aiheuttamia riskejä, mutta laitosten rakenteita ei pystytä laajemmin muuttamaan.

Routamon mukaan vanhojen laitosten tilannetta maanjäristysten suhteen pohditaan vielä. Myös Kansainväliseltä atomienergiajärjestöltä IAEA:lta on tulossa joitakin vanhoja laitoksia koskevia suosituksia.

Tulvasuojausta parannettava Loviisassa

Tulvariskivara Loviisan ydinvoimayksiköillä on 3 metriä – jos veden korkeus ylittää sen, aiheutuu ongelmia. Olkiluodossa tulvariskivara on 3,5 metriä ja siel-

lä merivesi nousee myrskyssä vähemmän kuin Loviisassa. Vuoden 2005 talvimyrskyjen aikana Loviisassa oltiin varautumistilassa laitoksen alasajoon; silloin vedenpinnan nousu oli alle kaksi metriä.

”STUK on edellyttänyt toimenpidesuunnitelmia tulvasuojauksen parantamiseksi Loviisan laitoksella. Suoria toimenpidevaatimuksia emme vielä ole tehneet – halusimme, että stressitestit tehdään ensin, jotta kaikki asiat otetaan samalla huomioon. Tulvariskiä voi vähentää parantamalla koko laitoksen tulvasuojaa tai kohdistamalla parannukset erillisiin tärkeisiin kohtiin”, Routamo sanoo.

Stressitesteissä esille tulleita asioita ja parannustarpeita ei voi suoraan esittää vaatimuksina ydinvoimayhtiöille, vaan ne kulkevat STUKin viranomaiskäsittelyn kautta ja lisätään tarvittaessa ydinvoimalaitosohjeisiin (YVL).

Sähkönsyötöstä riippumaton jäähdytys tarpeen

Nopeassa arvioinnissa Fukushima jälkeen STUK totesi, ettei Suomen laitoksissa ole välittömiä toimenpiteitä vaativia riskejä. Arvioinnissa kiinnitettiin kuitenkin huomiota tarpeeseen saada normaalia sähkönsyötöstä riippumaton lämmönpoisto reaktoreista. Voimayhtiöt toimittivat joulukuussa STUKin pyytämät suunnitelmat asian korjaamiseksi.

”Vaatimus laitoksen sähkönjakelujärjestelmästä riippumattomasta lämmönpoistosta on tulossa uusittaviin YVL-ohjeisiin. Loviisassa on jo tällainen järjestelmä, vaikka se oikeastaan on tehty turbiinivälillä tapahtuvan tulipalon leviämisen estämiseksi. Oma dieselmoottori pyörittää pumppua, jolla voi syöttää jäähdytysvettä höyrystimiin”, Routamo sanoo.

Loviisassa mietitään myös tapaa varmentaa lämmönpoistoa tilanteessa, jolloin lämpöä ei pystytä johtamaan mereen. Tällainen tilanne voisi syntyä esimerkiksi suuren öljyonnettomuuden yhteydessä. Selvittelyssä on pienten jääh-



”Vastuu toiminnasta on aina voimayhtiöillä. Valvojana STUK hyväksyy tai hylkää esitetyt suunnitelmat”, ylitarkastaja Tomi Routamo toteaa.

dytystornien soveltuvuus lämmönpoiston vararatkaisuksi.

Olkiluodossa on moninkertaisesti varmennettu sähkönsyöttö reaktorin jäähdyttämiseen. Stressitesteissä oletettiin kuitenkin, että myös sähkönsiirto on poissa pelistä esimerkiksi sähkökeskusten kastumisen vuoksi, jolloin itsenäistä sähköä tuottavista generaattoreista ei olisi hyötyä.

”Jos Olkiluodon ykkös- ja kakkosyksikössä syntyisi tilanne, että mistään ei saada sähköä, siitä kehittyisi nopeasti vakava ongelma”, Routamo sanoo.

Myös Olkiluodon kolmosyksikössä tällainen riippumaton lämmönpoisto tul- laan toteuttamaan.

Samanaikaisia vakavia onnettomuuksia harjoiteltava

”Suomessa on tiukat vaatimukset ja niitä myös noudatetaan. Jokaisessa ydinvoimayksikössä pystytään hoitamaan vaikeatkin tilanteita, mutta jos useilla yksiköillä on vakava onnettomuus samaan aikaan, kokonaisuuden hallinta on paljon vaikeampaa. Tällaisia tilanteita ei ole har-

joiteltu, ja STUK haluaa jatkossa tietää, miten ne hallittaisiin”, Routamo sanoo.

Routamon mukaan STUK tekee kesäkuun loppuun mennessä päätökset sähkönjakelusta riippumattoman lämmönpoiston teknisestä toteuttamisesta voimayhtiöiden suunnitelmien perusteella. Stressitestiraportissa on todettu, että näitä asioita pitää arvioida lisää ja tehdä tarkempia suunnitelmia.

”Yleensä STUK ei kerro, miten jokin asia pitää hoitaa, vaan määrittelee saavutettavan tavoitteen. Vastuu toiminnasta on aina voimayhtiöillä, joten ne saavat suunnitella, miten asiat tehdään. Toiminnan valvojana STUK hyväksyy tai hylkää esitetyt suunnitelmat”, Routamo toteaa.

Stressitestien kansainvälisen vertaisarvioinnin tuloksista järjestettiin julkinen esittelytilaisuus Brysselissä 8. toukokuuta. Vastaavanlainen julkinen keskustelutilaisuus järjestettiin Suomessa 16. toukokuuta. STUK on koonnut tiedot kansallisista ja kansainvälisistä stressitesteistä kotisivuilleen: www.stuk.fi/ydinturvallisuus/fi_FI/fukushima-selvitykset ■

Ydinvoimaloissa varaudutaan MAANJÄRISTYKSIIN

Suomessa ydinvoimaloiden järistyskestävyyttä on vahvistettu jo ennen EU:n stressitestejäkin.

Suomi on seismisesti hiljaista aluetta. Maassamme ei ole havaittu vaarallisia maanjäristyksiä, jotka olisivat aiheuttaneet merkittävää vahinkoa rakennuksille tai laitteille. Modernilta ajalta on tietoja vain pienistä vaurioista, esimerkiksi rappauksen halkeilusta. Tavonomaista rakentamista koskevat suomalaiset rakentamismääräykset eivät sisällä maanjäristyskuormia koskevia vaatimuksia, koska muiden mitoitustapausten katsotaan kattavan riittävästi myös maanjäristystilanteet.

tosonnettomuuden aiheuttaneen Tohokun maanjäristyksen magnitudi oli 9,0, ja sitä seurasi vielä useita satoja magnitudiltaan yli viiden jälkijäristyksiä.

Kun nyt käytössä olevat ydinvoimalaitosyksiköt (Loviisa 1 ja 2 sekä Olkiluoto 1 ja 2) rakennettiin, ei silloinen ydinturvallisuussäännöstö edellyttänyt varautumista maanjäristyksiin, eikä näille laitoksille ole alun perin tehty seismistä suunnittelua. Laitosten maanjäristyskestävyyttä on selvitetty jälkepäin, ja tulosten perusteella laitoksilla on tehty tur-

telussa varaudutaan maanjäristyksiin. Olkiluoto 3 -laitosyksikön turvallisuudelle tärkeille rakennuksille ja laitteille on tehty kattava maanjäristyskestävyys-suunnittelu.

Suunnittelussa ja laitteiden seismisessä kelpoisuudessa on käytetty samoja menetelmiä kuin maanjäristysalueille rakennettavien ydinvoimalaitosten suunnittelussa. Rakennusten ja suurikokoisten päälaitteiden kelpoistaminen maanjäristyksen aiheuttamien värähtelyjen varalta tehdään laskennallisesti. Pienemmillä laitteilla kelpoistus voidaan tehdä myös kokeellisesti tärypöydän avulla.

Ydinvoimalaitoksen seismisen suunnittelun lähtökohtana on laitospaikka-kohtaisesti laskettava suunnittelumaanjäristys. Suunnittelumaanjäristys määritellään niin, että voimakkaampien maaperän kiihtyvyyksien esiintymistaajuus laitospaikalla on pienempi kuin kerran sadassa tuhannessa vuodessa olettaen, että geologiset olosuhteet pysyvät nykyisellään. Suunnittelumaanjäristyksen määrittää luvanhakija, ja sen hyväksytävyyden arvioi Säteilyturvakeskus käyttäen apunaan kotimaisia ja ulkomaisia seismologian asiantuntijoita.

Suunnittelumaanjäristyksen määrittäystä varten tarvitaan maanjäristysluetelo, johon on kerätty muutaman sadan kilometrin etäisyydellä tarkasteltavasta paikasta tapahtuneiden maanjäristys-

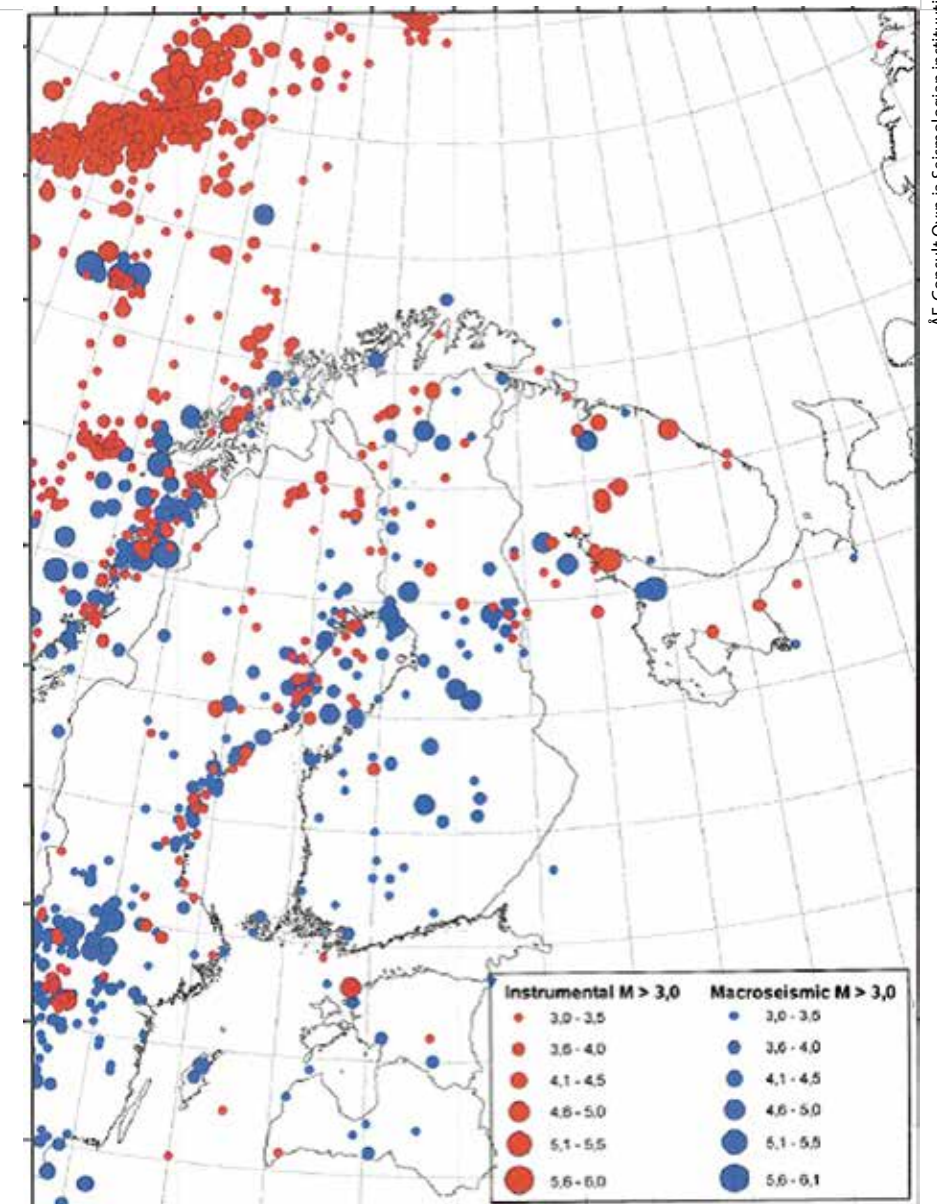
ten sijainti ja magnitudi. Suomessa luetteloa pitää yllä Helsingin yliopiston Seismologian instituutti. Kattavia mittaus-tietoja on muutaman viime vuosikymmenen ajalta. Varhaisempien järistysten voimakkuus ja sijainti on arvioitu esimerkiksi kirkonkirjojen ja sanomalehtien kuvausten perusteella. Havaintotietojen pohjalta laitospaikan lähialue jaetaan lähdevyöhykkeisiin, joille määritetään erisuuruisten maanjäristysten esiintymistaajuus.

Maanjäristyksen vaikutuksia laitospaikalla kuvataan muun muassa kallioperän kiihtyvyyden avulla. Havaintomateriaalin perusteella voidaan selvittää, millaisen kiihtyvyyden tietynsuuruinen maanjäristys aiheuttaa tietyllä etäisyydellä järistyksen tapahtumiskohdasta. Suomessa on hyvin vähän tämäntyyppistä mitaustietoa, joten kiihtyvyys määritetään vastaavissa olosuhteista ulkomailla tehdystä mittauksista.

Olkiluodossa laitospaikan kallioperän vaakasuuntaiseksi kiihtyvyydeksi on arvioitu 0,085 g ja Loviisassa 0,06 g (g = maan vetovoiman kiihtyvyys).

Suunnittelumaanjäristyksenä käytetään Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n suositamaa minimiarvoa 0,1 g. Tämä tarkoittaa, että rakenteeseen voi kohdistua vaakasuuntainen voima, joka on 10 prosenttia sen painosta.

Pyhäjoen Hanhikiven laitospaikan



Magnitudin 3 ylittävät maanjäristykset Suomessa voimakkuuden mukaan. Punaiset ympyrät kuvaavat mittauslaitteilla tehtyjä havaintoja, siniset kuvaavat historiallisten kuvausten perusteella tehtyjä arvioita. Magnitudin 3 järistys havaitaan lievänä tärinänä, joka vastaa rekan ohiajoa.

suunnittelumaanjäristystä ei ole vielä vahvistettu. Alustavien arvioiden mukaan se tulisi olemaan noin 0,2 g. Vaikka arvo on suurempi kuin Olkiluodossa tai Loviisassa, ero ei ole ratkaiseva laitoksen turvallisuussuunnittelun kannalta. Keski-Euroopassa ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteena käytetty kiihtyvyys on tyypillisesti hiukan suurempi kuin Hanhikivellä ja Japanissa noin kolminkertainen.

Valvontajärjestelmä mittaa maaperän värähtelyitä
Voimassa olevat ydinvoimalaitosohjeet

edellyttävät, että uusiin ydinvoimalaitoksiin rakennetaan monitorointijärjestelmä, jolla mitataan seismisiä värähtelyitä ja opastetaan merkittävän maanjäristyksen jälkeen laitoksen operaattori ajamaan tarvittaessa laitos turvalliseen tilaan käyttäen seismisiä kiihtyvyyksiä vastaan kelpoistettuja turvajärjestelmiä.

Olkiluoto 3:n seisminen monitorointijärjestelmä mittaa kiihtyvyyksiä kallioperästä ja rakennusten rungosta, antaa mitaustulosten perusteella valvomolle hälytyksen sekä rekisteröi toteutuneet kiihtyvyys- ja taajuustasot. Maanjäristyskestä rekisteröityjen tietojen perusteella voi-

daan suunnitella tarvittavat tarkastukset, korjaukset ja huollot ennen laitoksen uudelleen käynnistämistä.

Ydinvoimalaitoksille tehdään noin kymmenen vuoden välein määräaikaista turvallisuusarviot. Niiden yhteydessä arvioidaan myös, onko laitoksen suunnittelumaanjärjestys ja seisminen turvallisuus edelleen ajan tasalla. Laitoksiin tehdään tarvittaessa turvallisuusparannuksia, jos ne uusien tietojen mukaan ovat tarpeellisia. Turvallisuutta varmistaa se, että seismisesti suunniteltu laitos kestää käytännössä selvästi suunnitteluperustetta suurempia kiihtyvyyksiä.

Järjestyskestävyydelle tulee lisävaatimuksia Fukushima onnettomuuden jälkeen

EU:ssa toteutetuissa ydinvoimalaitosten stressitesteissä yhtenä aiheena oli maanjärjestyskestävyys. Vaikka välittömiä ongelmia ei tullut esiin, yhtenä johtopäätöksenä todettiin, että vanhojen ydinvoimalaitosten maanjärjestysturvallisuuden varmistamiseen tulee kiinnittää huomiota.

Säteilyturvakeskuksen aloitteesta kansallisessa ydinturvallisuustutkimusohjelmassa käynnistettiin jo ennen stressitestejä projekti, jossa tutkitaan ydinvoimalaitosten seismistä turvallisuus- ja riskitasoa kokonaisuutena. Tutkimuksen kohteina ovat suunnittelumaanjärjestyksen määrittäminen, runkorakenteiden toiminnan analysointi sekä turvajärjestelmien ja niiden laitteiden seismisen kestävyysvarmistaminen. Stressitestien perus-

teella tutkimusohjelmaa vahvistetaan siten, että laitospaikkojen suunnitteluarvojen määrittämisessä käytettyjen lähtötietojen epävarmuuksia ja niiden merkitystä arvioidaan aikaisempaa laajemmin. Lisäksi ydinvoimalaitosohjeiden maanjärjestyskestävyyden osuuteen ollaan laatimassa lisävaatimuksia, jotka koskevat muun muassa seismistä monitorointia ja ydinvoimalaitoksen turvallista alaspäättämistä.

Jorma Sandberg ja Pekka Välikangas työskentelevät Säteilyturvakeskuksen Ydinvoimalaitosten valvonta-osastolla. Sandberg on Riskianalyysit-toimiston toimistopäällikkö ja Välikangas Rakennustekniikka-toimiston toimistopäällikkö.

Tilaa Ympäristö-lehti

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

Numeroiden 2, 4, 6 ja 8 välissä ilmestyy Yritys- ja ympäristö, jota toteutetaan erityisesti yritysten näkökulmasta. Julkaisijoina Ympäristöyritysten liitto ja Stellatum Oy.

Tilaa nyt Ympäristö-lehti kahdeksan kertaa vuodessa, neljässä numerossa mukana Yritys- ja ympäristöliite!

- käy internetsivuillamme www.stellatum.fi
→ Tilaa japaalvelu → Tilaukset → Valitse lehti valikosta
- lähetä sähköpostia osoitteeseen tilaajapalvelu@stellatum.fi
- soita numeroon 03 4246 5301



Hinnat sisältävät Yritys- ja ympäristö-liitteet!

Tilaushinnat Suomessa 2012 (sis. 9 % alv, kahdeksan numeroa vuodessa): kestotilaus 56,68 € (laskutusväli 12 kuukautta), 12 kuukauden määräaikaistilaus 62,13 €.



MATKAPUHELINSÄTEILY – toistaiseksi turvallista

Matkapuhelinsäteilyn terveysvaikutuksista on edelleen enemmän avoimia kysymyksiä kuin vastauksia.

Matkapuhelinsäteilyn tutkimustulokset voisi yksinkertaistaa näin: matkapuhelinten haitallisuudesta on tehty vain harvoja havaintoja. Kun jotain on löydetty, tutkimustuloksia ei useinkaan ole pystytty toistamaan. Monet tutkimuksista ovat olleet

puutteellisia. Tarvitaan entistä tarkempaa mittaustekniikkaa, pitkäaikaissuorantaa ja tietoa todellisesta altistuksesta.

Maaliskuussa Turussa pidetty WIRECOM-tutkimusohjelman loppuseminaari kokosi yhteen tämänhetkisiä tutkimustuloksia radiotaajuuden sähkömagneettisen

säteilyn terveysvaikutuksista.

Säteilyturvakeskuksen tutkija **Sirpa Heinävaara** muistutti seminaarissa, että matkapuhelinsäteilyn vaikutus on paikallinen, joten sen terveysvaikutuksia on tutkittu erityisesti pään alueella. Tutkimuskohteena ovat olleet aivokasvaimet, koetut oireet, kuten päänsärky ja unihäiriöt, sekä neurologiset sairaudet.

”Tämänhetkinen tutkimustieto ei tue matkapuhelinsäteilyn ja oireiden välistä yhteyttä. Neurologisten sairauksien osalta tutkimus on vielä riittämätöntä.”

Altistuksen määrä tiedettiin nyt tarkemmin

WIRECOM-ohjelma sisälsi pään alueen lämpövaikutuksiin kohdistuvan hankkeen kokonaisuuden. Nyt tiedetään, että matkapuhelimet aiheuttavat kudosten lievää lämpenemistä. Lämpenemisen haitallisuudesta ei ole todisteita, mutta tilapäiset muutokset geenien ja proteiinien ilmentymisessä ovat mahdollisia.

Säteilyturvakeskuksen (STUK) vastuulla oli koehenkilöiden altistumislaitteiden rakentaminen ja altistuksen arviointi eli dosimetria. Erikoistutkija **Tommi Toivonen** STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksiköstä korostaa, että altistuksen suuruus on tiedettävä täsmällisesti, jotta tutkimuksen tulos olisi hyödyllinen. On tiedettävä, missä osassa aivoja vaikutus syntyy, miten muut osat altistuvat ja mitkä ovat koehenkilöiden väliset erot.

Pelkkä kännykän pitäminen korvalla ei vielä kerro juuri mitään altistuksen todellisesta tasosta.

”Puutteellisesti analysoidut tai raportoidut koejärjestelyt ovat edelleen keskeinen ongelma. Yksittäisten altistuskokeiden tuloksilla on merkitystä vasta laajempien kirjallisuuskatsauksien osana. Näistä vain hyvin tehdyt ja analysoidut altistuskokeet voidaan ottaa huomioon.”

WIRECOMin kokeissa dosimetriaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Radiotaajuussäteilyn voimakkuus ja tyyppi tie-



Sini Silván

Tutkija Sirpa Heinävaara muistutti, että matkapuhelinsäteilyn vaikutus on paikallinen, joten sen terveysvaikutuksia on tutkittu erityisesti pään alueella.

dettiin täsmälleen. Lisäksi epävarmuustekijät ja koehenkilöiden aiheuttama vaihtelu selvitettiin.

Eläinkokeissa ei havaittu syöpien lisääntymistä

Matkapuhelinten radiotaajuussäteilyn karsinogeenisuudesta on tehty yli 30 tutkimusta eläin- ja solukokein. Niiden perusteella radiotaajuussäteily ei yksin eikä yhteisvaikutuksena aiheuta syöpää. Se ei myöskään nopeuta istutettujen syöpäsolujen kehitystä syöviksi.

Itä-Suomen yliopiston professori **Jukka Juutilaisen** mukaan sitäkin on tutkittu, aiheuttaako radiotaajuussäteily solun perimän muutoksia.

”On tehty paljon tutkimuksia, ja lähes kaikkien tulokset ovat negatiivisia. Positiiviset havainnot on tehty melko suurilla altistustasoilla, eli kyseessä voi olla lämpövaikutus.”

”Kaikissa tutkimuksissa on omat hyvät ja huonot puolensa. Eläintä ei suoraan voi verrata ihmiseen, vapaaehtoisia ei voi altistaa mihin tahansa, ja epidemiologisilla tutkimuksilla vaikea osoittaa syy-seuraussuhdetta”, Juutilainen pohti seminaarissa.

Eläinkokeilla on pyritty simuloimaan myös lasten pitkäaikaisen kännykänkäytön riskejä, mitä muutoin on vaikea tut-

kia. Eläinkokeella altistettiin nuoria rotia kännykkätyypiselle säteilylle päivittäin. Ainoa ja yllättäväkin tulos oli, että oppimistulokset paranivat.

Tilastojen valossa ei suurta huolta

Matkapuhelinten syöpäriskiä on tutkittu myös epidemiologisilla eli väestötutkimuksilla.

Tutkija Sirpa Heinävaara kertoi seminaarissa, että tähänastisten väestötutkimusten painopiste on aikuisten aivokasvaintutkimuksissa. Säteilyn määrää on niissä arvioitu matkapuhelinten käytöllä.

Yhdessä alan merkittävimmistä tutkimuksista, Maailman terveysjärjestön alaisen kansainvälisen syöväntutkimuslaitoksen (IARC) koordinoimassa INTERPHONE-tutkimuksessa oli mukana 6 400 aivokasvaintapausta ja heidän terveet vertailuhenkilönsä.



Sini Silván

”Tutkimuksissa yksittäiset positiiviset havainnot voivat syntyä sattumalta. Havaintojen toistettavuus onkin tieteiden tärkeimpiä periaatteita”, professori Jukka Juutilainen pohti.

Matkapuhelimen käytön tarkasteluta-voista riippuen tuloksissa oli suurta vaihtelua aina suojavaikutuksesta suurentuneeseen riskiin sekä paljon epävarmuustekijöitä.

Menneisyydessä tapahtunutta matkapuhelimen käyttöä on erittäin vaikea muistaa oikein. Sairastuneet ja paljon puhuvat ovat myös osallistuneet tutkimuksiin innokkaammin kuin terveet ja vähän



Sini Silván

Erikoistutkija Tommi Toivonen huomautti, että useissa julkaistuissa matkapuhelinsäteilyä koskevissa tutkimuksissa on käytetty huonoja ja puutteellisesti analyysoituja koejärjestelyjä.

puhuvat. Tutkimuksissa ei ole ollut tietoa muista sairauksista ja oireista.

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC luokitteli kuitenkin radiotaajuisten sähkömagneettisen säteilyn mahdollisesti syöpää aiheuttavaksi toukokuussa 2011. Luokittelu perustui juuri väestötutkimuksista saatuaan rajalliseen näyttöön syöpävaarallisuudesta, kaikkein eniten puhuneiden suurentuneeseen riskiin sairastua pahanlaatuisen aivokasvaimen. Kansainvälisen arvioitsijaryhmän suositus on, että käyttäjien terveyttä on tutkittava seurantatutkimuksella.

Uutta tietoa odotetaan

Matkapuhelimen käyttäjien entistä laajempi seurantatutkimus COSMOS käynnistyi 2009. Aiempaan verrattuna COSMOS-tutkimuksen etuna on luotettavuus ja monipuolisuus. Tutkittavat ovat satunnainen otos erilaisia matkapuhelimen käyttäjiä, ja seurantaa tehdään pitkällä aikavälillä.

COSMOS-tutkimuksessa pään alueen terveyttä tutkitaan entistä monipuolisemmin. Aivokasvainten lisäksi tarkastellaan myös esimerkiksi neurologisia sairauksia, aivoverenkierron häiriöitä sekä erilaisia oireita, kuten päänsärkyä sekä uni- ja mielialahäiriöitä.

Puhelimen käyttömäärä perustuu omien arvioiden sijaan teleyrityksiltä saatavaan tietoon. Tutkimuksessa käytetään myös terveydenhuollon rekistereitä.

COSMOS on kansainvälinen seuranta-tutkimus. Mukana pelkästään Suomesta on lähes 15 000 henkilöä. Tutkimus on eri vaiheissa eri maissa, tuloksia saadaan vasta vuosien kuluttua. ■

Suomessa tutkittu paljon

Suomessa on vuosina 1994–2011 toteutettu viisi tutkimusohjelmaa, joilla on pyritty vastaamaan huoliin matkapuhelinten ja tukiasemien terveyshaitoista. Suomi on alan tutkimuksessa johtavia maita.

WIRECOM-tutkimusohjelma on viimeisin verkostohanke, jossa on selvitetty, onko radiotaajuinen sähkömagneettinen säteily uhka terveydelle.

WIRECOMissa mukana olivat Turun yliopiston kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus, Säteilyturvakeskus ja hankkeen koordinaattori Työterveyslaitos. Hanketta rahoittivat Tekes sekä yrityksistä Nokia, TeliaSonera ja Elisa.



Sini Silván

”Matkapuhelimen radiotaajuuskentällä ei havaittu toistettavissa olevaa yhteyttä esimerkiksi reaktionopeuteen, muistiin tai keskittymiskykyyn”, sanoi professori Heikki Hämäläinen.

Kännykkä ei näytä vaikuttavan ajatteluun

WIRECOM-tutkimusohjelman osaprojektissa tutkittiin radiotaajuussäteilyn aiheuttamia tiedollisen toiminnan muutoksia valveilla olevalla ihmisellä.

”Matkapuhelimen radiotaajuuskentällä ei havaittu toistettavissa olevaa yhteyttä esimerkiksi reaktionopeuteen, muistiin tai keskittymiskykyyn”, Turun yliopiston psykologian professori Heikki Hämäläinen kertoi tutkimusohjelman seminaarissa.

Matkapuhelinsäteilyn vaikutuksista tiedollisiin kykyihin on tehty kolmisenkymmentä tutkimusta. Joitain havaintoja vaikutuksista on tehty, mutta kontrolloidussa tutkimusasetelmissa tulokset eivät ole olleet toistettavissa.

Turun yliopistossa tutkittiin myös matkapuhelinsäteilyn aivokudoksissa aiheut-

tamia aineenvaihdunnan muutoksia. Tutkimuksissa hyödynnettiin PET- eli positroniemissiotomografiakameraa, jolla aivojen aineenvaihduntaa voidaan seurata radioaktiivisen merkkiaineen avulla. Kiinnostava havainto oli, että pitkäaikainen altistuminen matkapuhelimen säteilylle aiheuttaa sokeriaineenvaihdunnan ja verenkierron vähenemistä antennin vieressä olevilla pään alueilla.

Hämäläinen korosti seminaarissa, että tutkimustulokset ovat osin ristiriitaisia. Sokeriaineenvaihdunnan mittaukset tulisi jatkossa toistaa ja seurata vaikutuksia eri altistusten kestoilla ja voimakkuuksilla. Pitkäaikaisvaikutuksia – ja erityisesti vaikutuksia lapsiin – ei tunneta.

UUSI ILMAISIN paljastaa plutoniumin

Tulli ottaa rajojen säteilyvalvonnassa käyttöön Säteilyturvakeskuksessa kehitetyn menetelmän, joka havaitsee radioaktiivisia aineita aikaisempaa paremmin.

Tietty radioaktiiviset aineet, kuten plutonium, säteilevät neutroneja. Tämän perusteella ne voidaan havaita ja erottaa luonnon taustasäteilystä, mikä on tärkeää esimerkiksi onnettomuus- ja rikostapauksissa.

Neutroneja säteilevien aineiden havaitsemiseen on käytetty niin kutsuttuja heliumputkia, jotka sisältävät ydinaseiden valmistuksessa sivutuotteena syntyvää heliumin isotooppia He-3. Ydinasetuotannon vähenemisen takia heliumisotopista on kuitenkin nykyisin pulaa, ja siksi maailmalla tutkitaan ja kehitetään uusia neutronien havaitsemismenetelmiä.

Neutronilähde tuottaa gammasäteilyä
Heliumputkimenetelmässä neutronien havaitseminen perustuu neutronien ja heliumydinten välisiin ydinreaktioihin. Säteilyturvakeskuksen Turvateknologia-laboratoriossa tutkittiin viime vuonna uutta menetelmää, jossa neutronit havaitaan epäsuorasti suurienergisien gamma-säteilyn perusteella.

Neutroneja säteilevät aineet tuottavat gammasäteilyä monella tavalla. Osa säteilystä on peräisin itse lähteestä. Osa taas syntyy neutronien reaktioissa ympäristössä sekä niiden havaitsemiseen käytetävissä ilmaisimissa. Suurilla, yli 3,5 megaelektronivoltin energioilla luonnollinen taustasäteily on vähäistä, joten neutroneja säteilevän radioaktiivisen aineen aiheuttama signaali voidaan erottaa helposti taustasäteilystä.

Muovikerros parantaa tehoa

Tutkimuksessa säteilynilmaisimena käytettiin natriumjodidiporttimonitoria. Ilmaisimen neutronihavaitsemiskykyä parannettiin ympäröimällä se PE- ja PVC-muovilevyillä. Levyt hidastavat neutroneja, jolloin ne vuorovaikuttavat todennäköisemmin ympäröivän aineen kanssa. PVC-muovin sisältämä kloori absorboi neutronit ja tuottaa samalla suurienergistä gammasäteilyä. Myös ilmaisinaineena toimiva jodi tuottaa näitä suurienergisistä signaaleja sieppausreaktioiden tuloksena.

Mittauksissa neutroneja säteilevä aine oli kahden metrin päässä ilmaisimesta. Mittaustulokset osoittavat, että kymmenen senttimetrin paksuisella muovirakenteella ympäröidyn ilmaisimen kyky havaita neutroneja noin kaksinkertaistuu paljaaseen ilmaimeen verrattuna. Kymmentä senttiä paksumpi muovikerros ei sen sijaan enää juuri paranna havaitsemiskykyä.

Halpa ja tehokas

Uudella menetelmällä on useita etuja. Porttimonitoria voidaan käyttää samanaikaisesti sekä gammaspektrometrinä että neutroni-ilmaisimena. Gammailmaisimeen vaadittavat muutokset tehokkaan neutronimittauskyvyn aikaansaamiseksi ovat yksinkertaisia ja halpoja. Myös järjestelmän huoltokustannukset tulevat halvemmiksi, sillä huollettavia ilmaisimia on puolet vähemmän.

Lisäksi, toisin kuin heliumputkilla, uudella menetelmällä voidaan erottaa fissio- ja teollisuuslähteet toisistaan. Fissioituvia aineita käytetään lähinnä ydinaseissa, ydinenergiatuotannossa ja tutkimuksessa.

Salakuljetuksesta hankalampaa

Natriumjodidiporttimonitori ja perinteinen heliumilmaisimien havaitsevat neutroneja suurin piirtein yhtä tehokkaasti.

Tutkimuksessa kuitenkin selvisi, että jos neutroneja säteilevä lähde peitetään neutroneja absorboivilla suojilla esimerkiksi salakuljetustarkoituksessa, porttimonitori havaitsee lähteen huomattavasti heliumilmaisinta paremmin. Tämä johtuu siitä, että neutronisuojat eivät vaimenna suurienergistä gammasäteilyä tehokkaasti vaan sen vaimentamiseen tarvitaan hyvin paksu, raskaasta aineesta tehty suoja.

Heti käyttöön Tullissa

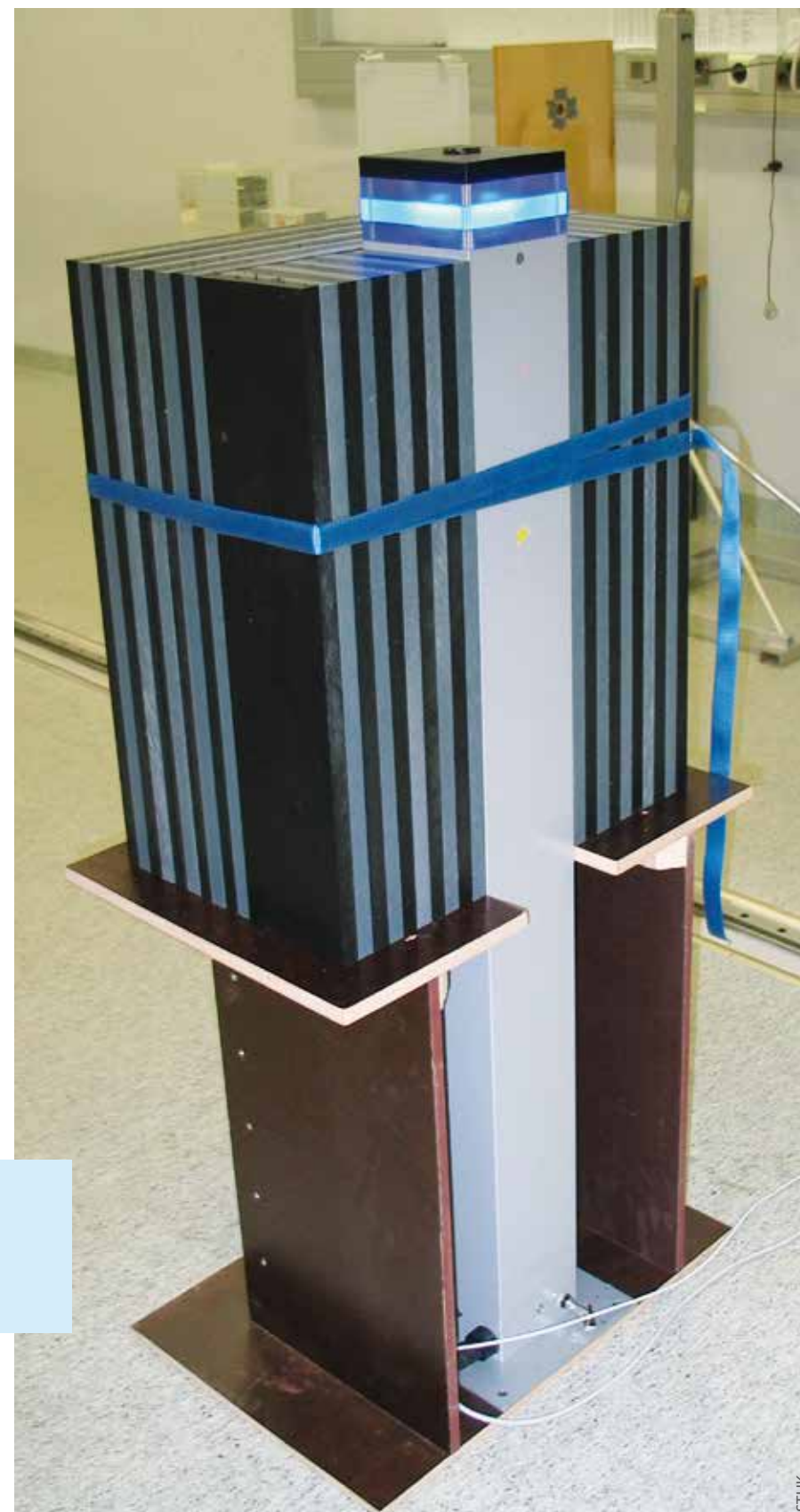
Natriumjodidiporttimonitorista saadut tulokset ovat hyvin rohkaisevia, ja menetelmä otetaankin Tullin käyttöön rajavalvonnassa.

Uusi epäsuora menetelmä soveltuu nimienomaan rajavalvontaan ja muuhun turvallisuustoimintaan, jossa tärkeintä on lähteen havaitseminen. Heliumilmaisimien ja muut suorat menetelmät soveltuvat paremmin käyttötarkoituksiin, joissa neutroneja säteilevän aineen säteilyarvon suuruus on määrittävä tarkasti. ■

KirjoittajajyöskentelevätSäteilyturvakeskuksessa:PhilipHolmtekineutroninhavaitsemismenetelmästädiplomityönTurvateknologia-laboratoriossa.HarriToivonenonTurvateknologia-laboratoriossalaboratorionjohtaja,Kari PeräjärvionerikoistutkijajaAri-PekkaSihvonenontutkija.TeemuSiiskonenonDosimetrialaboratorionlaboratorionjohtaja.

Lue lisää Tullin ja Säteilyturvakeskuksen yhteistyöstä radioaktiivisten aineiden rajavalvonnan uudistamisesta Alarasta 1/2012.

Kuvassa on neutronien havaitsemiseen käytetty natriumjodidiporttimonitori. Muovikerros parantaa laitteen havaitsemiskykyä.



”Kaaoksesta” KETALEESEEN

KETALE-tietojärjestelmä nopeuttaa onnettomuus-tilanteissa leviämisenennusteiden tekemistä ja toimenpidesuosittelun antamista.

Vakava ydin- tai säteilyonnettomuus aiheuttaa laajamittaista ympäristön saastumista ja terveyshaittoja väestölle. Seurausten luonne ja laajuus riippuvat monista tekijöistä, kuten päästön suuruudesta ja koostumuksesta, vuodenajasta, vallitsevista sääoloista, maanpinnan muodoista, väestöjakaumasta ja maankäytöstä.

Onnettomuuden seurausten hallinta ja tilannekuvan muodostaminen edellyttävät, että viranomaisilla on käytettävissään asianmukaiset välineet ja järjestelmät tietojen hakemista, tallettamista, esittämistä ja suojelutoimenpiteistä päättämistä varten. Säteilymittausten lisäksi tarvitaan paljon myös laskennallisia leviämis- ja annosennusteita. Seuraavassa keskitytään ilmakehään tapahtuvien päästöjen ennusteisiin.

Monenlaisia laskentamalleja

Leviämislaskentamallit ottavat huomioon radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen ilmakehässä tuulen mukana ja turbulensista aiheutuvan sekoittumisen.

Tapahtumasta (esimerkiksi ydinvoimalaonnettomuus, ydinräjähdys), ympäristöstä (kaupunki, maaseutuolosuhteet) ja tarkastelualueen mittakaavasta (lähialue, kaukokulkeutuminen) riippuen tarvitaan luonteeltaan erilaisia malleja, jotka tuottavat arvioita pintailman radionuklidipitoisuuksista ja radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista maan pinnalla.

Maahan laskeutuneiden radionukli-

dien kulkeutumista ja käyttäytymistä taas ennustetaan erilaisilla maatalous-, metsä- ja vesistömalleilla. Terveysvaikutusten arviointi perustuu annoslaskentamalleihin, jotka saavat lähtötietoina joko leviämismalleilla lasketut tai mittauksilla havaitut radionuklidipitoisuudet ilmassa, maassa ja elintarvikkeissa.

Mittaustietojen hallintajärjestelmät voidaan yhdistää ennustemallien kanssa, jolloin voidaan muun muassa korjata ennusteita todellisten mittaustulosten perusteella ja arvioida erilaisten suojaustoi-
mien tarvetta.

Tiedot yhteen järjestelmään

Vielä 2000-luvun alussa oli tavallista, että eri tiedonkeruu- ja laskentajärjestelmät eivät juuri keskustelleet keskenään. Lisäksi niiden käyttöliittymät olivat varsin erilaisia eivätkä usein kovin käyttäjäystävällisiä.

Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) ja Ilmatieteen laitos tiedostivat edellä mainitut vaikeudet ja käynnistivät vuonna 2004 esiselvityksen, jossa ehdotettiin toimia tilanteen parantamiseksi. Tuo selvitys oli lähtölaukaus työlle, jonka seurauksena on tehty KETALE-järjestelmä (Keskitetty Tietojärjestelmä Annos- ja

Leviämislaskentatietojen hallintaan).

Selvityksen yksi tärkeimmistä havainnoista oli se, että tietojen kerääminen eri toimijoiden järjestelmistä oli käsityötä ja tämän takia hidasta. KETALE-järjestelmä osaltaan oli tarkoitettu ratkaisemaan näitä ongelmia keräämällä tiedot yhteen paikkaan.

Kone laskee ennusteita ja suosituksia

KETALE helpottaa ja nopeuttaa leviämisenennusteiden tekemistä, koska suurin osa ennen käsin tehdystä työstä tehdään nyt koneellisesti. Tiedot sijaitsevat keskitetysti verkkopalvelimella. Järjestelmää käytetään verkkoselaimella, mikä tekee myös käytöstä helppoa.

KETALEella voidaan tehdä pyyntöjä eri laskentamalleille. Laskentatulokset voivat olla esimerkiksi leviämisenennusteita ja annosarvioita. Järjestelmässä on karttakäyttöliittymä, jonka avulla voidaan tarkastella tuloksia kartalla ja liittää niitä edelleen osaksi tilanneraportteja. STUKin omien karttojen lisäksi voidaan käyttää muun muassa Googlen karttoja.

KETALEella voidaan tuottaa laskentatuloksiin perustuvia suojelu- ja vastatoimenpidesuosituksia, joiden tekeminen

oli ennen hidasta käsityötä. Näitä ovat muun muassa sisälle suojautuminen ja joditablettien nauttiminen. KETALEen avulla voidaan ottaa kartalle esimerkiksi annosarvio ja katsoa, minkä kuntien kohdalla annosrajat ylittyvät ja edelleen asettaa toimenpidesuosituksia sen mukaan. Tuloksena on raportti, jossa kartalla esitetään toimenpidealueet ja tekstinä on lisäksi sama tieto sekä suosituksen perusteluteksti.

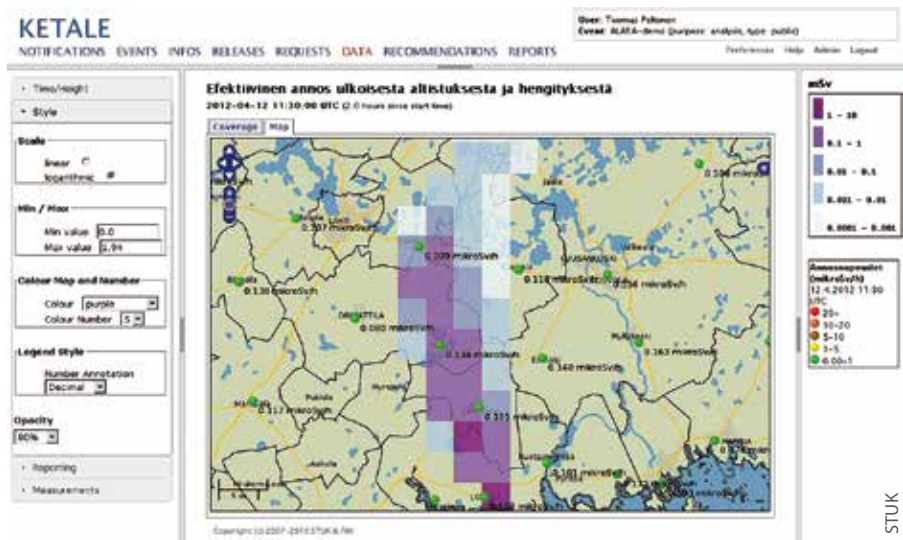
Seuraava versio valmistuu syksyllä

KETALEen käytöstä on kertynyt kokemuksia neljän vuoden ajalta muutamasta isommasta valmiusharjoituksesta. Lisäksi Fukushima tilanteen hoidossa järjestelmällä oli keskeinen rooli.

Vaikka viime vuosien aikana on saavutettu lähinnä KETALEen myötä paljon edistystä, on silti vielä kehitettävää.

Päätöksenteon on perustuttava ennalta arvioituihin uhkakuviiin ja niiden perusteella tehtyihin laskuihin silloin, kun on olemassa uhka radioaktiivisten aineiden vapautumiselle ympäristöön tai silloin, kun ympäristöön vapautuneiden radioaktiivisten aineiden koostumusta tai määriä ei tunneta. KETALEen on siis hallinnoitava useita samaan aikaan ja eri skenaarioilla laskettuja ennusteita.

Yleisesti ottaen valmiustyökalujen pi-



Selainnäkö KETALE-järjestelmästä.

tää paremmin tukea pitkäkestoisia päiviä tai viikkoja kestäviä päästötilanteita, mikä tekee automatisoidut ennusteet ja skenaariolaskut tarpeellisiksi.

Tilannekuvan ylläpitämisessä ja tiedonvaihdoissa STUKin eri toimintaryhmien ja laitosten välillä on vielä parannettavaa. Kaikilla osapuolilla pitäisi olla paras mahdollinen käsitys siitä, mitä on tapahtumassa, mikä on tapahtuman turvallisuusmerkitys sekä miten ja milloin tilanne kehittyy. Tämän vuoksi KETALEen syksyllä valmistuvassa seuraavassa ver-

siossa on helppokäyttöinen sisällönhallintajärjestelmä. Koska tulevien onnettomuuksien tarpeita on vaikeaa ennustaa, uudesta versiosta on tehty ennen kaikkea entistä joustavampi. ■

TuomasPeltonenjaJuhaniLahtinentyöskentelevätSäteilyturvakeskuksenTutkimusjamympäristövalvonta -osaston Ympäristövalvonta ja valmius -yksikössä.

RODOS tukee yhteiseurooppalaista päätöksentekoa

RODOS (Real-time On-line DecisiOn Support System) on yhteiseurooppalainen päätöksenteon tukijärjestelmä onnettomuustilanteita varten. Myös Säteilyturvakeskus (STUK) on osallistunut sen kehittämiseen. Viime aikoina järjestelmän kehitys on keskittynyt sen muokkaamiseen aiempaa käyttäjäystävällisemmäksi.

RODOS-ohjelmisto yhdistää toisiinsa monia eri leviämis- ja muita malleja. Se kykenee myös hyödyntämään säämallidataa sekä säämastomittaustietoja. RODO-

Sissa eri mallien tuloksia voidaan käyttää lähtötietoina toisille malleille. Ohjelmistossa on mukana kaikkien tärkeimpien annosteiden lisäksi elintarvikkeista saatava säteilyannos. RODOSissa on periaatteessa mahdollisuus korjata ennusteita todellistensäteilymittaustietojen pohjalta.

RODOS-ohjelmistoa on kehitetty jo vuodesta 1989. Merkittävä parannus saatiin vuonna 2009, jolloin siirryttiin keskite-
tystä UNIX-pohjaisesta järjestelmästä hajautettuun Java-pohjaiseen järjestelmään

(JRODOS). Java-pohjainen versio on selvästi helpottanut RODOSin käyttöä yhtenä STUKin valmiustoiminnan työkaluna. Sitä voidaan käyttää laskentaan joko suoraan työasemilta tai käytön helpottamiseksi KETALEen kautta. Automaattisesti JRODOSilla lasketaan kerran tunnissa leviämisenennusteet kotimaan voimavaroille. Laskentojen tulokset ovat nähtävillä koko ajan STUKin valmiuskeskuksessa.

Työryhmä selvittää YDINJÄTTEEN LOPPU- SIJOITUSVAIHTOEHDOT



Näkymä Onkalosta, Posiva Oy:n ydinjätteen loppusijoituslaitoksen maanalaisesta kallioperäntutkimustilasta.

Ydinvoimayhtiöiden välinen kiista käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta kääntyy toivon mukaan vielä yhteistyöksi. Työ- ja elinkeinoministeriön puolueeton työryhmä selvittää vaihtoehdot vuoden loppuun mennessä.

Elinkeinoministeri **Jyri Häkämiehen** maaliskuussa asettamalla työ- ja elinkeinoministeriön työryhmällä on aikaa vuoden loppuun selvittää Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power&Heat Oy:n sekä Fennovoima Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen sijoituksen parhaat vaihtoehdot. Kullakin kolmella yhtiöllä ja myös ydinjäteyhtiö Posiva Oy:llä on ryhmässä kaksi edustajaa. Puheenjohtaja ja sihteeri ovat ministeriöstä.

Työryhmän tehtävänä on kerätä olemassa oleva aineisto eri vaihtoehtojen vertailua varten, toteuttaa tarvittaessa loppusijoitusvaihtoehtojen alustava vertailu ja antaa suosituksia työn jatkamiseksi.

Työryhmän puheenjohtajan teollisuusneuvos **Herkko Plitin** mukaan aikataulu on kireä, mutta tällä pyritään varmistamaan, että Fennovoimalle asetetun aikataulun toteutuminen ei vaarannu. Fennovoiman pitää esittää oman loppusijoitusratkaisunsa ympäristövaikutusten arviointiohjelma tai sopimus nykyisten jätehuol-

tovelvollisten kanssa 2016 mennessä.

Loppusijoituspaikoista ei teknisessä mielessä Suomessa ole pulaa. Posiva lähti 1980-luvulla liikkeelle yli sadasta alueesta ja teki tarkempia tutkimuksia lopulta neljällä paikalla, jotka kaikki olivat silloisten tutkimusten perusteella sopivia. Yksi niistä oli Olkiluoto.

Kaksi vaihtoehtoa

Plitin mukaan työryhmän rooli on selvittävä ja sovittava. Selvittävänä on kaksi mahdollista etenemispolkua eli yhteinen loppusijoitus Olkiluotoon ja se, että Fennovoima rakentaisi oman loppusijoituspaikan.

Olkiluodon osalta selvitetään myös tilan mahdollisia laajentamismahdollisuuksia. Posiva on ilmoittanut asiantuntijaselvityksiin vedoten, että ylimääräistä tilaa ei ole eikä kallioperän laatu mahdollista laajentamista.

Posiva jättää kuluvaan vuoden loppuun mennessä rakentamislupahakemuksensa valtioneuvostolle Eurajoen Olkiluotoon rakennettavasta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikasta. Sinne sijoitettaisiin TVO:n Olkiluodon yksiköiden 1–4 sekä Fortumin Loviisan yksiköiden 1–2 käyttämä ydinpolttoaine.

Plitin mukaan työryhmän selvitykset eivät vaikuta Posivan rakentamislupaan, vaikka esille tulisi loppusijoituspaikan laajentaminen.

Tarvittaessa lisäselvityksiä

Työryhmä käyttää hyväkseen tehtyjä selvityksiä, mutta tilaa tarvittaessa myös lisäselvityksiä ja käyttää ulkopuolista asiantuntija-apua. Työryhmä saa myös luottamuksellisia taloudellisia tietoja sisäiseen käyttöönsä.

”Tavoitteena on, että työ jatkuu ainoastaan tämän vuoden loppuun saakka, ja jatko on sitten yhtiöiden oman toiminnan varassa”, Plit määrittelee.

Posiva on jo ilmoittanut olevansa valmis tekemään yhteistyötä Fennovoiman kanssa ja tarjoamaan apua turvallisen loppusi-

joiutuspaikan etsimisessä.

Loppusijoituksen vastuukysymyksiin työryhmä ei puutu. Vastuu ydinjätteen loppusijoituksesta on ydinenergialaissa määritelty ydinvoimayhtiöille siihen saakka, kunnes loppusijoitus on hyväksytysti suoritettu. Tämän jälkeen vastuu ydinpolttoainejätteestä siirtyy valtiolle.

Ryhmä ei Plitin mukaan myöskään ota kantaa siihen, onko loppusijoitukselle olemassa sitä viivyttäviä tai sen tarvetta muuttavia vaihtoehtoja. Ydinjätteen tuonti ja vienti on laissa suljettu pois, ja sen jälleenkäsittely on Suomen mitassa tällä hetkellä liian kallista.

Turvallisuuden ohella Plit painottaa ympäristövaikutuksien huomioon ottamista. Työryhmän toimeksiannossa otetaan esille myös yhteiskunnan kokonaisuus.

Laajennuksella ja uudella haudalla vain pieni hintaero?

Julkisuuudessa on arvioitu, että kiistely Fennovoiman jätteiden sijoituksesta on tässä vaiheessa ajan ja rahan haaskausta. Näkemys perustuu siihen, että Pyhäjoelle sijoitettavan voimalan käytetyn polttoaineen loppusijoitus tulee ajankohtaiseksi vasta 50 vuoden kuluttua. Näin ollen



Työryhmän aikataulu on kireä, toteaa puheenjohtaja Herkko Plit.

asiaan voitaisiin palata vaikkapa 20–30 vuoden päästä.

Esillä on ollut myös arvio, jonka mukaan uusi luolasto ei tulisi merkittävästi kalliimmaksi kuin Olkiluodon loppusijoituspaikan laajentaminen: Fennovoima voisi kustantaa loppusijoituspaikkansa jo parin vuoden sähköntuotannon tuotoilla.

Arvio perustuu laskelmiin, joiden mukaan yhteinen hauta tuottaisi 200–300 miljoonan euron säästön ja Fennovoiman oma loppusijoituspaikka maksaisi 1,3 miljardia euroa. ■

Vastuu siirtyy lopulta valtiolle

Ydinvoimayhtiöiden edustajien ja elinkeinoministeri Jyri Häkämiehen tapaamisessa maaliskuussa ministeri otti esille ydinenergialakiin kirjatun mahdollisuuden, että työ- ja elinkeinoministeriö voi määrätä jätehuoltovelvolliset hoitamaan jätehuoltotoimia yhteisesti.

Taustalla on myös ydinenergialaissa määritelty jätteiden omistusoikeuden siirtyminen valtiolle sitten, kun Säteilyturvakeskus on todennut ydinjätteet pysyvästi sijoitetuiksi hyväksymällä tavalla. Ydinvoimayhtiöiden huolehtimisvelvollisuus lakkaa tällöin ja vastuu siirtyy valtiolle.

Tällä hetkellä ei ole seikkaperäisesti määritelty kriteerejä STUKin hyväksyn-

nälle eikä sitä, kuinka pitkän ajan kuluu jätteistä huolehtimisvelvollisuus siirtyä valtiolle.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa vaihtoehtoina ovat nyt suunnitella olevien ydinjäteyhtiö Posivan Olkiluotoon sijoitettavien tilojen laajentaminen siten, että myös Fennovoiman tulevan ydinvoimalan jätteet mahtuisivat sinne, tai erillisen loppusijoitustilan rakentaminen Fennovoiman jätteille.

Loppusijoitusvaihtoehtojen vertailussa painottuvat turvallisuus, kustannukset ja muut painavat syyt, kuten ympäristövaikutukset.

Kasvavalle ydinenergia-alalle tarvitaan laaja kirjo **OSAAJIA**

Ydinenergia-alalle tarvitaan lähimmän vuosikymmenen aikana 2 400 uutta, pääosin korkeasti koulutettua osaajaa. Työntekijätarpeesta valtaosa koskee muuta kuin ydintekniikkaa pääaineenaan opiskelleita, joilla lisäksi on ydinturvallisuusosaamista.

Suomen ydinvoimaloissa on menossa sukupolvenvaihdos. Ydinenergia-alalla työskentelevistä noin 3 300 henkilöstä yli kolmannes on siirtymässä eläkkeelle vuoteen 2025 mennessä.

Samaan aikaan rakennetaan uusia ydinvoimaloita ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos on valmistumassa. Uudet hankkeet kasvattavat alan työvoiman noin 4 500 henkilöön. Tarvittavien osaajien jakauma aloittain vaihtelee hankkeiden rakennusvaiheen mukaan. Eniten kysyntää on rakennustekniikan, automaation, konetekniikan ja sähkötekniikan asiantuntijoista.

Ydinvoima-alan pitkän aikavälin koulutus- ja tutkimustarpeita sekä tutkimusinfrastruktuuria selvitettiin perusteellisesti laajassa työryhmässä, joka luovutti loppuraporttinsa maaliskuun lopulla. Työryhmä oli työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) syksyllä 2010 asettama.

Taustalla oli eduskunnan kesän 2010 periaatepäätösten yhteydessä antama lausuma, jolla haluttiin luoda edellytyksiä kotimaisen osaamisen hyödyntämiselle.

Asiantuntijoita tarvitaan kaikilta tekniikan aloilta

”Viimeisten kymmenen vuoden aikana alalle on tullut erittäin paljon uutta henkilöstöä ja paljon on jäänyt eläk-

keelle. Vuonna 2000 laskettiin, että Suomessa oli noin 500 ydinturvallisuusalan asiantuntijaa. Nyt ala työllistää 3 300 henkilöä, joista 80 prosentilla on ylempi tai alempi korkeakoulututkinto”, toteaa Säteilyturvakeskuksen (STUK) Valvonnan tuki ja kehitys -yksikön esimies **Kaisa Koskinen**, joka oli mukana osaamistyöryhmässä.

”STUK valvoo, että voimalahenkilöstön ydinturvallisuuden osaamistaso on ydinvoimalaitosohjeiden ja ydinenergia-lain mukainen. Säännöksissä vaatimukset henkilöstön suhteen on varsin tarkasti esitelty. Henkilöstön osaamista seurataan myös kansainvälisesti atomienergiajärjestö IAEA:n puolelta”, Koskinen sanoo.



”2 400 ammattilaisen lisätarve on arvioitu alakanttiin”, sanoo TEMin energiaosaston yli-insinööri Jorma Aurela.

Ydinvoimayhtiöiden työntekijöistä STUKin suora säättely koskee vain muutamia, kuten ydinturvallisuudesta vastaavaa johtajaa sekä ohjaajia, eli valvomoissa työskenteleviä henkilöitä, joita ydinvoimaloissa yhteensä on vajaa 200. Myös ydinlaitoksen turvajärjestelyistä ja ydinmateriaaleista vastaavien henkilöiden tulee olla STUKin hyväksymiä.

”Ydinvoimalaitosten valvontatehtäviä hoitava STUKin henkilöstö on kymmenessä vuodessa melkein kaksinkertaistunut 60:stä lähes 120:een. Lisäksi on korvattu eläköityneet”, Koskinen sanoo. Hänen mukaansa STUK on varsin hyvin pystynyt rekrytoimaan uutta henkilöstöä.

”Kaikilta tekniikan aloilta on palkattu asiantuntijoita Olkiluoto 3:n ja ydinpolttoaineen loppusijoituspaikan rakennusaikaisiin valvontatehtäviin. Ydintekniikasta kaikilla ei ole ollut kokemusta, joten heille on järjestetty täydennyskoulutusta. Jatkossa STUK tarvitsee lisäksi muun muassa säteilysuojelua osaavia ja valmiusasioita ymmärtäviä henkilöitä.”

Työryhmä toivoo yliopisto-opetukseen lisäresursseja

Osaamistyöryhmä selvitti ydinenergia-alan tulevia henkilöstötarpeita laajalla, noin 300 taholle lähetetyllä kyselyllä.

”Pieniltä yrityksiltä saimme huonosti

vastauksia – he kokivat kyselyn liian rasakaaksi. Siten 2 400 ammattilaisen lisätarve on itse asiassa arvioitu alakanttiin”, sanoo TEMin energiaosaston yli-insinööri **Jorma Aurela**, joka toimi osaamistyöryhmän pääsihteerinä.

Yliopistotasolla ydintekniikkaa voi opiskella pääaineena vain Aalto-yliopistossa ja Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa, joissa kummassakin on yksi ydintekniikan professuuri. Työryhmä toteaa, että näiden yksiköiden opetusresursseja pitää lisätä. Lisäksi radiokemian voi opiskella Helsingin yliopistossa ja ydinfysiikkaa Jyväskylän yliopistossa sekä Åbo Akademiassa.

”Ydinenergian keskeiset osaajat pysyvät alalla; suurempi ongelma on löytää kaikki tarvittavat henkilöt muilta aloilta. Voimalarakentamisen aikana osaamistarve vaihtelee, ja kun projekti on ohi, henkilöt lähtevät muualle”, Aurela toteaa.

Automaation osaajat kriittisin ryhmä

Selvityksen mukaan nykyisestä ydinenergia-alan henkilöstöstä noin puolet on suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon.

Suurin tämänhetkinen asiantuntijaryhmä on pääaineenaan opiskellut rakennustekniikkaa. Sillä alalla lisätarve ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista on suurin jatkossakin.

Muita aloja, joilla korkeasti koulutetun henkilöstön tarve kasvaa nopeasti, ovat automaatio, konetekniikka, sähkötekniikka ja laadunhallinta. Alemman korkeakoulututkinnon suorittaneita tarvitaan etenkin voimalaitosten ohjaajiksi.

”Nyt vaikuttaa siltä, että automaatioala on kriittisin. Osaajia tarvitaan Olkiluoto 3:n lisäksi vanhojen laitosten automaation uudistamiseen. Loviisassa uudistus työ on menossa, ja aikanaan automaatio uudistettaneen myös Olkiluodon vanhoissa reaktoreissa”, Koskinen sanoo.

”Pienempiä määriä asiantuntijoita tarvitaan esimerkiksi projektinhallintaan, organisaation osaamiseen, turvallisuus-

kulttuurin kehittämiseen ja laadunhallintaan”, hän lisää.

Täydennyskoulutusta talkooperiaatteella

Muut kuin perinteisten ydintekniikka-alojen asiantuntijat tarvitsevat ydinenergian sivuaine- tai täydennyskoulutusta.

Tällä hetkellä keskeisin täydennyskoulutuksen muoto on kansallinen ydinturvallisuuskurssi, jonka puitteissa jo 500 alalla työskentelevää henkilöä on perehdytetty ydinturvallisuusajatteluun.

”Kurssi on rakennettu IAEA:n ydinturvallisuuskoulutuksen pohjalta ja sovellettu Suomen vaatimuksiin. Ensimmäinen kurssi vedettiin läpi vuonna 2003 ja nyt on yhdeksäs menossa”, sanoo Koskinen, joka toimii kurssin pääsihteerinä.

Kurssin järjestävät yhdessä TEM, Aalto-yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, VTT, voimayhtiöt, Posiva ja STUK. Yhteistyö toimii talkooperiaatteella: kaikki tarjoavat kurssille luennoitsijoita, ja kaikilta tulee opiskelijoita.

Otaniemeen nousee ydinturvallisuustalo

Ydinvoima-alan tutkimusinfrastruktuurin puolella on meneillään suurhanke: VTT:n Otaniemeen rakennettava ydinturvallisuustalo. Taloon tulee tilat 150 tutkijalle sekä 11 kuumakammia, joissa pystytään käsittelemään radioaktiivisia aineita.

VTT teki viime vuonna ydinturvallisuustalosta alustavan investointipäätöksen, ja rakentaja Senaattikiinteistöt päättäneen rakentamisesta tämän vuoden aikana.

Hankkeen rahoittajina ovat VTT ja Valtion ydinjätehuoltorahasto, jonka voimayhtiöiltä keräämät rahat on osittain korvamerkitty tutkimuskäyttöön.



”Vuonna 2000 Suomessa oli noin 500 ydinturvallisuusalan asiantuntijaa. Nyt ala työllistää kaikkiaan 3 300 henkilöä”, toteaa Säteilyturvakeskuksen Valvonnan tuki ja kehitys -yksikön esimies Kaisa Koskinen.

Muita ydintekniikan täydennyskoulutushankkeita on vireillä ainakin Oulun yliopistossa ja Satakunnan ammattikorkeakoulussa. ■

Haastateltavana Anneli Salo

”HERRASMIESSOPIMUKSILLA syntyi hyvää yhteistyötä”

Säteilyturvakeskuksen pitkäaikainen tutkimus- ja valvontaosastojen johtaja Anneli Salo teki pioneerityötä ympäristön säteilyvalvontaverkoston luomisessa.

”Tulin vuonna 1963 STUKiin, silloiselle Säteilyfysiikan laitokselle. Se oli pieni laitos silloin”, Salo muistelee. Vuotta aiemmin taloon oli palkattu Salon opiskelutoveri, kemisti **Olli Paakkola**.

Laitos oli alussa keskittynyt pääosin säteilylähteiden käytön valvontaan. Radioaktiivisuusmittauksia tehtiin ilma- ja sadevesinäytteistä jonkin verran jo 1960-luvun alussa. Fysikaalisista mittauksista vastasi **Olli Castrén**.

Kolmikko teki pioneerityötä säteilyn ympäristövalvonnassa.

”Toimintaa laajennettiin fysikaalisten mittausten, kemiallisten analyysien ja näytteenoton suhteen. Luotiin näytteenottoverkosto, jossa Paakkola keskittyi elintarvikkeisiin, minä vesiasioihin, ja Castrén puolestaan luonnonsäteilyyn.”

Niin Paakkola kuin Salo saivat koulutusta uudentyypiseen työhön projekteista ulkomailla. Paakkola oli ollut työssä Saksassa. Salo hankki kokemusta Atomienenergiakomission – nykyisen Kansainvälisen atomienenergiajärjestön IAEA:n – stipendiaattina Wienissä.

”Käytännössä Olli Paakkola ja minä toimme radiokemian STUKiin. Rohkenisin sanoa, että kun me kaksi olimme siel-

lä, syntyi myös ympäristötutkimus, mikä on muutakin kuin vain mittauksia”, Salo sanoo.

Virastojen yhteistyö tuotti uusia menetelmiä

Ympäristönvalvonta organisoitiin yhteistyönä useiden laitosten kanssa. Mukana olivat niin Merentutkimuslaitos, Puolustusvoimat, Maatalouden tutkimuskeskus, Ilmatieteen laitos ja Hydrologian toimisto kuin jotkin tuotantolaitokset, kuten Valio näytteentoimittajana.

”Kaikki yhteistyö perustui herrasmies-sopimuksiin. Me olimme kasvaneet siihen, että sana pitää. Silloin ei kulkenut rahaa laitoksesta toiseen. Näin syntyi verkostoja ja kehitettiin menetelmiä.”

”Vaikein asia olikin myöhemmin hyväksyä se, että kaikesta piti olla sopimus paperilla.”

Yksi herrasmiessopimuksista liittyi meriympäristön säteilytutkimukseen.

”Se oli Merentutkimuslaitoksen silloisen tutkijan **Aarno Voipion** ja minun projektini, joka ei mennyt virallisen kirjanpidon kautta. **Erkki Ilus** palkattiin projektiin. Hän oli ensin Merentutkimuslaitoksella ja näki, kuinka siellä toimitaan,

ja tuli sitten STUKiin. Näin radioaktiivisuus ja sen tutkiminen eivät irtaantuneet muusta merentutkimuksesta.”

Ympäristövalvontatyötä jo ennen ydinvoimaloita

Salo kertoo, että ennen ydinvoimaloiden rakentamista tehtiin vuosien työ ympäristövalvonnassa. Ydinenergian käyttötarvetta arvioineen atominenergiakomitean puheenjohtaja akateemikko **Erkki Laurila** ymmärsi ympäristöasoiden merkityksen.

”Hän pyysi Aarno Voipiota ja minua 1960-luvulla kokoamaan ryhmän ja kirjoittamaan kuvauksen siitä, mitä kaikkea ydinvoimaloissa pitäisi ympäristötutkimuksen ja -valvonnan kannalta ottaa huomioon meteorologisista torneista alkaen. Huomattavan moni asia listalta on toteutunut.”

Paluu Wieniin, jossa Tšernobyl muutti kaiken

Vuonna 1985 Anneli Salo lähti jälleen Wieniin, tällä kertaa IAEA:n säteilysuojeluyksikön johtajaksi.

”Kuvittelin meneväni tekemään alan kehitystyötä.”



Anneli Salo viettää ansaittuja eläkepäiviään Tampereella nauttien sukututkimuksesta ja mökkielämästä Näsijärven rannalla.

Huhtikuussa 1986 kaikki muuttui: tapahtui Tšernobylin onnettomuus. Salo muistuttaa, että IAEA on ydinvoiman käyttöä edistävä organisaatio, ja tuolloin sen pelisäännöt olivat vielä erilaiset:

”Millään maalla ei ollut velvoitetta ilmoittaa onnettomuuksista eikä informoida muita maita.”

Salo oli tapahtumien myötä valmis perustamaan valmiuskeskuksen.

”Amerikkalainen esimieheni kielsi perustamasta Emergency Centeriä, johon olisi kerätty tiedot tapahtuneesta. Tuoli ankara kielto perustaa yhtään mitään. Amerikkalainen alaiseni syytti minua siten suomettumisesta”, Salo muistelee.

”Sain onnettomuudesta tiedon STUKista, josta pääjohtaja **Antti Vuorinen** soitti minulle. Hän arveli, etten ehkä tiedä kaikkea ja kertoi esimerkiksi, missä ylipäätään on Tšernobyl. Lähetin sihteerini ostamaan karttaa, koska talossa ei ollut.”

Salo muistelee myös, että hänellä oli Wienissä venäläinen alainen, joka tunsi oman maansa tavat parhaiten – ja oli enemmän huolissaan kuin kukaan.

Suomen mittausverkosto varmisti vertailuaineiston

Jälkikäteen katsottuna oli hyvä, että Suomessa oli mitattu järjestelmällisesti säteilytasoja ilmassa ja laskeumassa 1960-lu-

vun ydinkokeiden jäljiltä.

”Siinä vaiheessa (Tšernobylin aikaan) oli alkanut olla jo niin alhaisia pitoisuuksia, että mittaamisen tarvetta oli kyseenalaistettu. Suomi oli kuitenkin ainoita, ellei peräti ainut maa, joka oli ylläpitänyt laajoja säteilymittausverkostoja.”

”Meillä oli mittaustietoja muiltakin osa-alueilta. Oli tehty suomalaisten säteilytasoista kokokehomittauksia sekä elintarvike- ja vesistötutkimusta. Suomessa tiedettiin hyvin, mikä tilanne oli ennen onnettomuutta.”

Olli Paakkola toimi STUKissa Salon sijaisena ja rutinoituna ammattilaisena tiesi, mitä tehdä: ➤

”Jo muutaman päivän sisällä onnettomuudesta tuli kirjallisia raportteja säteilytasoista. Suomi oli tässä taatusti ensimmäinen. Näitä raportteja jaettiin pitkkin Eurooppaa ja USA:takin”, Salo kertoo.

Ripeästi lusikka kauniiseen käteen

Eri maiden mittaustiedoissa Tšernobylin onnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta oli suurta hajontaa.

”STUKin silloinen erikoistutkija **Leif Blomqvist** sanoi minulle, että ole varovainen, mitä sanot mittaustulosten eroista, sillä kyseessä on hyvin epätasainen laskeuma”, Salo kertoo.

Salon siirsi kaikki Euroopasta saadut mittaustulokset kartalle.

”Venäläinen johtaja, jolle raportoin, kuinka laskeumapilvi oli kiertänyt, oli itse asiassa turmareaktorin suunnittelija. Hän innostui heti, kutsui tieteellisen attasean paikalle ja lähetti Venäjälle tämän tiedon.”

”Venäläiset saivat pluspisteet, sillä he tulivat huomattavan nopeasti IAEA:han kertomaan kansainväliselle yhteisölle kaiken mitä tiesivät. Esimerkiksi vuonna 1979 Three Mile Islandin onnettomuuden raportointi Amerikasta ei ollut läheskään niin nopeaa.”

STUK taustavoimana

Säteilyturvakeskus oli Salon taustatukena Tšernobylin tapahtuma-aikaan.

”Suomi toimi tilanteessa asiallisesti, vaikka oli virkamieslakot ja kaikki muu, mikä sotki normaalitoimintaa.”

Salon oli itse ollut suunnittelemassa Suomen valmisorganisaatiota.

”Se perustui yhteistoimintaan, jossa jokaisella oli oma lakisäateinen velvollisuutensa, vaikka siitä sitten ministeriöiden välillä oli erimielisyyttä.”

Salon kuitenkin pohtii, että valmiustointi oli Tšernobylin tapahtuessa sen ajan mukaista.

”Nyt esimerkiksi STUK voi viedä asioita pitemmälle kuin silloin.”

Myös IAEA:ssa asiat muuttuivat.



Anneli Salo on ollut asiantuntijana useissa kansainvälisissä tehtävissä myös eläkkeelle jäämisensä jälkeen.

Tšernobylin takia syntyivät esimerkiksi tärkeät sopimukset ilmoitusvelvollisuudesta ja avunantovelvollisuudesta.

Kansainvälisiä tehtäviä vielä eläkkeelläkin

Salon kansainvälinen kokemus ei rajoitu IAEA:han. Kansainvälisiä tehtäviä on lukemattomia, raportteja löytyy Salon kotikirjaston hyllyiltä.

Salon on muun muassa ollut jäsenenä Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunta ICRP:n komiteassa IV, joka laatii suosituksia siitä, kuinka säteilysuojelun periaatteita sovelletaan käytännössä. Hän on myös toiminut OECD:n ydinenergiajärjestön säteilysuojelukomitean varapuheenjohtajana.

Salon jäi eläkkeelle 1990-luvun alussa. Vielä kymmenen vuotta eläkkeelle jäämisensä jälkeen hän toimi kysyttynä kansainvälisenä asiantuntijana useissa tehtävissä.

Eläkeaikanaan Salo on ollut muun muassa laatimassa arviointiraporttia arktisten alueiden saastumisesta ja useita kertoja mukana pohjoismaisten onnettomuusvalmiusharjoitusten arvioinnissa.

Eläketehtävissä Salo piti kiinni linjas-

ta, jonka mukaan hän ei puhunut STUKin edustajana vaan alan pitkäaikaisena ammattilaisena.

Eläkepäivien tehtävissä Salo pääsi tutustumaan STUKin nykyiseen pääjohtajaan **Tero Varjorantaan**.

”Ruotsalaiset pyysivät minua ydinjäteneuvottelukuntaansa (KASAM), jossa olin kymmenkunta vuotta ainoa ulkomaalainen asiantuntija. Tero Varjorannan kautta pidin yhteyttä STUKiin.”

”Tero on hyvä luomaan kontakteja, ja häntä kutsutaan mielellään puhumaan. Johtajalla täytyy olla muitakin ominaisuuksia kuin asiantuntemus.”

Fukushima-tiedotuksesta kiitokset

Nyt Anneli Salo seuraa STUKin toimintaa vain tavallisena kansalaisena, joskin Fukushiman onnettomuus sai hänet tekemään poikkeuksen sääntöön: Ryhmäpäällikkö **Keijo Valtonen** sai häneltä sähköpostikiitokset.

”Miten se kaveri jaksoi vastata kysymyksiin! Hän osasi selvittää rauhallisesti päivästä toiseen tilannetta. Kaikki eivät osaa tiedottaa ja vielä siten, että kansa jaksaa kuunnella ja ymmärtää.” ■

JULKAISIJA
Säteilyturvakeskus ■ www.stuk.fi

PÄÄTOIMITTAJA
Elina Martikka, Säteilyturvakeskus,
elina.martikka@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Päivi Männikkö, Stellatum Oy,
paivi.mannikko@stellatum.fi

KUSTANTAJA
Stellatum Oy, Purotie 1 B,
03800 Helsinki, www.stellatum.fi

TILAUKSET JA OSOITTEENMUUTOKSET
Osoitteenmuutosta tehdessäsi muista ilmoittaa lehden nimi.
Tilaaajapalvelu/Alara
PL 115, 30101 Forssa
puh. 03 4246 5301
tilaaajapalvelu@stellatum.fi, www.stellatum.fi

TILAUSHINNAT SUOMESSA 2012 (4 nroa/v)
Kestotilaus 47,96 € (laskutusväli 12 kk), 12 kk:n määräaikaistilaus 51,23 €, irtonumero 13 €.

Hinnat sisältävät 9 % arvonnäköveroä ja ovat voimassa vuonna 2012 Suomeen tehtyihin tilauksiin. Kestotilauksena tilattu lehti toimitetaan tilaajalle tilausjakso kerrallaan ilman eri uudistusta, kunnes tilaaja joko muuttaa sen määräaikaiseksi tai irtisanoo tilauksen. Tilauksen hinta on tilausjakson alussa voimassa oleva hinta, joka on painettu lehteen. Kestotilauksen voi irtisanoa ennen uuden tilausjakson alkua. Jos tilaaja irtisanoo kestotilauksensa tilausjakson alkamisen jälkeen, on hän velvollinen maksamaan irtisanomisen voimaantuloon saakka lähetetyt lehdet. Jos laskutusjakso tai maksuerä on maksettu ennen irtisanomisen voimaantuloa, tilaus päätetään maksetun jakson loppuun. Osoitetietoja käytetään ainoastaan Stellatum Oy:n omassa toiminnassa.

ASIAKASREKISTERI
Rekisterikuvaus ja -seloste ovat nähtävissä Stellatum Oy:n ti-loissa. Tilaaajan tietoja käytetään asiakassuhteen ylläpitoon ja hoitoon. Yhteydenotot tulee tehdä kirjallisina ja allekirjoitetuina em. osoitteeseen tai henkilökohtaisesti rekisterinpitäjän luona. Tilaaaja voi kieltää tietojensa käytön markkinointitarkoituksiin ja markkinatutkimuksiin ilmoittamalla asiasta tilaaajapalveluun.

21. vuosikerta
ISSN 1235-1970

TAITTO
Annu Pörhönen, DS&M Publishing

PAINOTYÖ
Hämeen Kirjapaino Oy



Aikakauslehtien liiton jäsenlehti

Kansikuva: Matti Kolho / Lehtikuva



OHJEET
ST 1.4
Användarorganisation

ST 1.8
Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus

ST 5.6
Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa

ST 5.7
Transport av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle

ST 8.1
Säteilyturvallisuus eläinröntgentutkimuksissa

TUTKIMUSRAPORTIT
STUK-B 140
Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2011.
Kainulainen E. (toim.)

STUK-B 143
Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2011.
Weltner A (toim.)

STUK-B 144
Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2011. Okko O. (ed.)

STUK TIEDOTTAA
September 2011
Kvalitetskontroll av tandröntgenverksamhet och strålskärning av undersökningsrummet.

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

Alaraa voi nyt lukea myös netissä sähköisenä näköislehtenä osoitteessa www.alara.fi

Kirjautu palveluun antamalla tilausnumerosi, joka on painettu lehden takakannen osoitekenttään.

Lue ajankohtaista asiaa säteily- ja ydinturvallisuudesta – tilaa Alara!

♦ www.stellatum.fi
♦ tilaaajapalvelu@stellatum.fi
♦ puhelin: 03 4246 5301

Tilaushinnat Suomessa 2012 (sis. 9 % alv, 4 numeroa/vuosi):
kestotilaus 47,96 € (laskutusväli 12 kuukautta),
12 kuukauden määräaikaistilaus 51,23 €.

Teollisuuden 9. säteilyturvallisuuspäivät 26.–27.9.2012



Säteilyturvakeskus järjestää Teollisuuden 9. säteilyturvallisuuspäivät Tampereella Sokos Hotel Ilveksessä 26.–27.9.2012.

Koulutuspäivät järjestetään erityisesti säteilyn käytöstä vastaaville ja säteilyn käyttöön osallistuville teollisuuden, tutkimuksen, opetuksen ja kaupan henkilöille. Luvassa on asiaa muun muassa avolähteiden käytöstä, radioaktiivisista jätteistä sekä käytännön säteilysuojelusta – myös vastaavien johtajien näkökulmasta.

Osallistumismaksu on 400 € (sis. alv 23 %). Hintaan sisältyvät luentoja lisäksi päivien materiaali, kahvit, lounaat ja illallisbuffet. Ilmoittaudu mukaan viimeistään 27.8.2012 Säteilyturvakeskuksen internetsivuilta löytyvällä lomakkeella. Ilmoittautuminen on sitova.

Ilmoittautumislomake sekä lisätietoja päivistä, ohjelmasta ja muun muassa majoituksesta: www.stuk.fi/proinfo/koulutus/fi_FI/TEO2012. Lisätietoja antaa myös johdon assistentti Jaana Sinisalo, puh. (09) 759 88217, e-mail: jaana.sinisalo@stuk.fi