

alara

1 2009

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

Ydinvoimalaitoksen
rakentaminen vaatii asennetta

Radonremonttia tarvittaisiin
monessa pientalossa

ALARA

1 2009

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

JULKAISIJA

Säteilyturvakeskus
www.stuk.fi

TOIMITUS

PL 14, 00881 Helsinki
Puhelin (09) 7598 8210, faksi (09) 755 3738
alara@stuk.fi

PÄÄTOIMITTAJA

Elina Martikka
elina.martikka@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI

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

TOIMITTAJA

Leena Hietanen • leena.hietanen@stuk.fi

KUSTANTAJA

Stellatum Oy
Upseerinkatu 1, 02600 Espoo
www.stellatum.fi

TILAUKSET JA OSOITTEENMUUTOKSET

Tilajapalvelu/Alara
PL 115, 30101 Forssa
puh. (03) 4246 5340
tilajapalvelu@stellatum.fi
www.stellatum.fi

TILAUSHINNAT SUOMESSA 2009

Alara ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Kestotilaus 42 € (laskutusväli 12 kk),
12 kuukauden määräaikaistilaus 45 €,
irtonumero 12,50 €.

Kestotilauksena tilattu lehti tulee tilaajalle tilausjakso kerrallaan ilman eri uudistusta, kunnes tilaaja joko muuttaa sen määräaikaiseksi tai lopettaa tilauksen. Tilauksen hinta on tilausjakson alussa voimassa oleva hinta, joka on painettu lehteen. Tilauksen voi keskeyttää ennen tilausjakson loppua. Peruutus on tehtävä vähintään kaksi viikkoa ennen uuden tilausjakson alkamista. Mikäli peruutus ei saavu määräaikaan mennessä, laskutetaan tilaajan saamat lehdet. Tilausehdot löytyvät lehden jokaisesta numerosta. Osoitetietoja ei käytetä muussa kuin Stellatum Oy:n omassa toiminnassa.

ASIAKASREKISTERI

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

TAITTO

Annu Pörhönen/Stellatum Oy
18. vuosikerta ISSN 1235-1970

PAINOTYÖ

Forssan Kirjapaino Oy



Aikakauslehtien liiton jäsenlehti



ALARA – As Low As Reasonably Achievable

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

Pääkirjoitus.....	3
Polla säteilee.....	4
Uutiset.....	5
Ydinvoimarakentaminen vaatii asennetta.....	9
Tutkimuskeskus Ispran urakka: Käytöstäpoistoa ja jätahuoltoa vuoteen 2028.....	12
Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoon varaudutaan.....	14
Lähihistorian mahdollisuuksia: Neljän vuoden kokeilu.....	16
"Radonpitoisuus oli shokki".....	18
Radonremonttia tarvittaisiin monessa pientalossa.....	19
Pietarin hätätilakeskuksen modernit mittauslaitteet vakuuttavat.....	21
Haastateltavana tohtori Bernd Grosche: Leukemiapiikille ydinvoimaloiden lähellä ei löydy selitystä.....	24
SONNIn liikkeitä voidaan seurata kartalta reaaliajassa.....	27
Kysy säteilystä – Säteilytieteen professori vastaa.....	29
Uudet julkaisut.....	31



Sini Silvan

Ydinvoimalaitoksien aiheuttama säteily ympäristössä on liian vähäistä, jotta se voisi selittää saksalaistutkimuksen tuloksia. s. 24



Hyvinvoiva asiantuntija on yrityksen tärkein menestystekijä

Joka päivä tulee uutisia yrityssaneerauksista, yt-neuvotte-
luista ja lomautuksista. On taloudellisen kehityksen ala-
mäki, maailmanlaajuinen lama. Monet työnantajat toi-
mivat kuten pörssiyhtiöt, ja jos tulevaisuus ei näytä täy-
dellisen varmalta eikä taloudellisia syitä irtisanomiselle ole, sa-
notaan henkilöstöä irti varmuuden vuoksi. Näin varmistetaan
se, että ongelmat kasautuvat. Mitä tehdään ja kuka tekee sitten,
kun parempi aika koittaa? Miten yksilöt ja organisaatiot selviä-
vät lamasta? Entäpä turvallisuus?

Laman aikaan ajoittuu myös työtapakysymys. Mikä on työaika
ja milloin työaika päättyy? Aina ja ei milloinkaan. Asiantuntija
on aina tavoitettavissa. Jollei puhelimella niin ainakin tekstareil-
la ja sähköpostilla. Puhelimet ja tietokoneet odottavat, että niitä
näpелöidään. Esitelmän voi tehdä lentoa odotellessa, sähköpos-
teihin voi vastailla bussissa ja muuta sähköistä työtä voi tehdä
missä vaan. Kuka tätä pyytää ja tilaa? Ei varmaan kukaan, mut-
ta 24/7 on nykyajan asiantuntijan työaika. Tätä odotetaan ja sii-
hen on jo totuttukin. Töitä ei ehdi tehdä työaikana tai luovuus ja
inspiraatio tulevat vasta iltalenkin tai myöhäiselokuvan jälkeen.
Ei tämä mikään huono asia ole, kunhan huolehtii siitä, että elä-
mään kuuluu kaksi ainakin yhtä suurta intohimoa kuin työ ja et-
tä terveydestä ja hyvästä kunnosta ei tingitä. Kukaan muu ei mi-
nusta voi huolehtia kuin minä itse. Sitten kun tarvitaan mui-
ta huolehtijoita, on jo pysähdyttävä ja mietittävä, missä oikein
mennään ja kenen ehdoilla. Vanha sanonta ”Terve sielu tervees-
sä ruumiissa” on erittäin oikeassa.

Tasan ei käy onnen lahjat. Toisilla on töitä enemmän kuin la-
ki sallii ja talouskriisin vuoksi suuri osa – liian suuri osa – hyvis-
tä työntekijöistä on työtä vailla. Mutta jos vain mahdollista, oli-

si huonokin aika osattava käyttää tehokkaasti. Hyvä johtaminen
voi auttaa. Tässä hyvä esimerkki: Eräs yritys ei aio irtisanoa ke-
tään. Sen sijaan toimitusjohtaja kannustaa työntekijöitään lii-
kumaan – ei siis pelkästään ovelle ja ulos. Mitä ihmettä? Yritys
on päättänyt käyttää taloudellisesti hiljaisemman ajan kuntoi-
luun ja koulutukseen. Laman aikana se onnistuu, kun koulutuk-
sessa olevan tilalle ei tarvitse palkata tuuraajaa. Tosiasia on, et-
tä yritys tarvitsee ihmiset ja koneet, vaikka joka vuosi ei tulos-
ta tulisikaan. On arvo kestää myös huonoja vuosia. Firmalla on
muutenkin terveet kannustimet, esimerkiksi 510 euroa vuodes-
sa lisää palkkaa, kun ei ole poissaolopäiviä, 170 euroa lisää tu-
pakoimattomuudesta, 170 euroa lisää toimitusjohtajan voitta-
misesta leuanvedossa jne. Yritys on Pekkaniska Oy. (Lähde: Pro
Toimihenkilöunioni 2/2009). Hieno juttu – toivottavasti lama ei
kestä liian kauan...

Lamavuoden ensimmäinen Alara selvittää miten ydinlaitok-
sen rakentaminen eroaa muista suurhankkeista ja säteilee lisäva-
loa ydinvoimalaitosten ja jätteiden käytöstäpoistoon. Säteileekö
ydinvoimalaitos ympäristöön? Ja miten säteilyonnettomuuteen
on varauduttu Pietarissa? Lue, ja pidä huolta itsestäsi, sillä

Vita est tempus optimum hominis!
(Elämä on ihmisen parasta aikaa)

Sannaisissa 4.3.2009 Elina Martikka

POLLA SÄTEILEE



- KYLLÄ VAPHAISNUORISON KÄNNYKÄNKÄYTTÖÄ PITÄISI RAOITTAA, EIHÄN SITÄ YIELÄ TIEDEÄ, MITÄ VAAROJA SE KÄNNYKÄN SÄTEILY SAATTAA AIHEUTTAA.



Tilaa nyt asumisen ja rakentamisen ammattilehti!

ASU JA RAKENNA -lehden keskeisiä aihepiirejä ovat asuntopolitiikka, rakentaminen ja kaavoitus. Lue myös taustatietoja laeista, säädöksistä, direktiiveistä sekä niiden muutoksista.

ASU JA RAKENNA ilmestyy viisi kertaa vuodessa. Lehteä julkaisee ympäristöministeriö.

Tilaa nyt A&R Asu ja Rakenna -lehti

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

Tilaushinnat Suomessa 2009 (6 numeroa vuodessa): kestotilaus 48 € (laskutusväli 12 kk), 12 kuukauden määräaikaistilaus 52 €.

WLAN-tekniikkaan perustuva sisätilapaikannus ei vielä sovellu säteilylähteiden havainnointiin

Opinnäytetyössä *Sisätilapaikannus säteilylähteiden turvajärjestelyissä* osoitettiin, että säteilylähteiden paikantaminen on mahdollista rakennuksen sisällä hyödyntämällä WLAN (Wireless Local Area Network) -tekniikkaa. Langattomaan lähiverkkoon perustuva sisätilapaikannus ei kuitenkaan vielä sovellu ad-hoc-tyyppiseen nopeaan ja huomaamattomaan säteilylähteiden paikantamiseen, koska sen käyttöönotto on työlästä ja aikaa vievää. Opinnäytetyö on tehty Laurea-ammattikorkeakoulun tietojärjestelmäosaamisen koulutusohjelmassa.

Sisätilapaikannusta hyödynnetään enimmäkseen teollisuudessa ja terveydenhuollossa ihmisten ja laitteiden paikantamiseen. Nykyiset kaupalliset sisätilapaikannusjärjestelmät perustuvat niin sanottuun sormenjälki-menetelmään, jossa kohteen sijainnin laskeminen perustuu WLAN-tukiasemien lähettämän radiosignaalin voimakkuuteen.

Soveltuvuutta testattiin Säteilyturvakeskuksessa Cisco Systemsin ja Ekahaun ohjelmistoilla ja laitteilla. Opinnäytetyön metodiikkana käytettiin toiminta- ja suunnittelutieteellistä tutkimusta. Tutkimuksen tavoitteena ei ollut rakentaa uutta sisätilapaikannuksen järjestelmää, vaan tutkia näiden soveltuvuutta ja hyödynnettävyyttä säteilylähteiden paikantamiseen.

Työn johtopäätös on, että työssä tutkittujen nykyisten sisätilapaikannusjärjestelmien käyttämä sormenjälki-menetelmä ja siihen liittyvä kalibrointivaihe on erittäin aikaa vievä. Hyvä paikannustarkkuus edellyttää, että paikannusympäristössä on riittävä määrä WLAN-tukiasemia, ja että ne sijoitetaan optimaalisesti.

Opinnäytetyön tuloksen pohjalta neljä Laurea-ammattikorkeakoulun tradenomi-opiskelijaa selvittää tietoverkkotekniikan opintojaksolla, miten sisätilapaikannuksen käyttöönottoa voitaisiin nopeuttaa vieraassa ympäristössä.

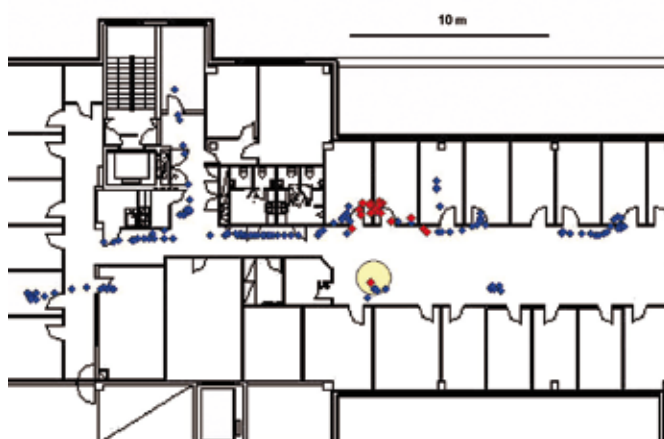
Atk-suunnittelija Jari Syrjälä/
Säteilyturvakeskus, jari.syrjala@stuk.fi

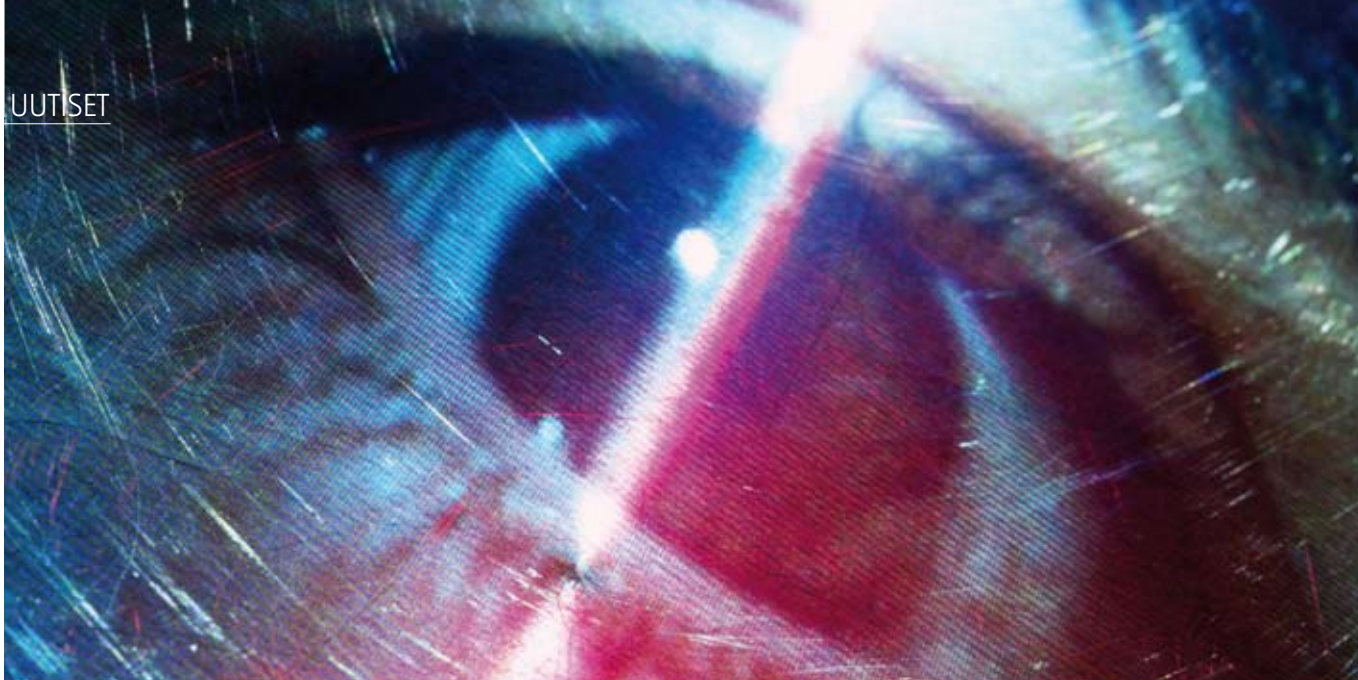
Punainen väri karttapohjalla osoittaa, miten Ekahau sisätilapaikannusjärjestelmä on paikantanut cesium-137-lähteen sen todellisesta paikasta, joka on merkitty karttapohjaan keltaisella värillä.



Ossi Gustafsson

Ekahau-sisätilapaikannuksen evaluointiympäristö STUKin 5C-kerroksessa.





Laserosoittimet STUKin valvontaan

Laserlaitteiden valvontavastuita tarkennettiin vuoden alussa. Jatkossa Säteilyturvakeskus valvoo showlasereiden lisäksi kuluttajakäyttöön tarkoitettuja paristo- ja akkukäyttöisiä lasereita, työsuojeluviranomaiset valvovat työkäyttöön tarkoitettuja laitteita ja Kuluttajavirasto leluja, jotka sisältävät laserin. Tullilaitos puolestaan osallistuu ETA-alueen ulkopuolelta tuotavien tuotteiden tuoteturvallisuuden valvontaan.

Yleisimpiä kuluttajakäyttöön tarkoitettuja lasereita ovat laserosoittimet. Ne ovat yleensä paristoilla toimivia, kynän muotoon koteloituja laserdiodeja, joita käytettiin alun perin karttakeppinä esitys- ja luentotarkoituksissa. Nykyään laserosoittimiin on liitetty muun muassa avaimenperiä, taskulamppuja ja led-valoja.

Jo viime kesäkuussa voimaan tulleella valtioneuvoston asetuksella pienennettiin laserosoittimille sallittua tehoa. Kesästä lähtien laserosoittimiksi on hyväksytty vain luokkien 1 ja 2 laserlaitteet eli laitteet, joiden teho on korkeintaan yksi milliwatti (mW). Tätä tehokkaampia osoittimia ei saa tuoda maahan eikä asettaa myyntiin. Aiemmin vastaava raja oli kolme milliwattia. Poikkeuksena on kokonaisuutena asennettavan av-laitteiston varustukseen kuuluva osoitin, jolle sallitaan viiden milliwatin teho, mikäli tämä on perusteltua käyttö ja turvallisuus huomioon ottaen.

Kesäkuisen lainuudistuksen myötä luovuttiin myös laitteiden tyyppihyväksynnästä. Sen sijaan tyyppitarkastusvaatimus pysyi ennallaan. Niinpä jatkossakin laserlaitteet on tyyppitarkastettava ennen niiden maahantuontia, myyntiä, luovutusta tai käyttöönottoa Suomessa. Tyyppitarkastus on tehtävä kaikille turvallisuusluokkaan 2, 2M, 3R, 3B tai 4 kuuluville paristoilla, akuilla tai verkkolaitteella, jonka jännite on pienempi kuin 50V, toimiville laserlaitteille. Vain luokkien 1 tai 1M laserlaitteilta ei edellytetä tällaista tarkastusta. Suomessa tyyppitarkastuksia tekee Työterveyslaitos. Laserosoittimen tyyppitarkastus maksaa 300 euroa.

Kun laserlaite on läpäissyt tyyppitarkastuksen, asiakas saa tyyppitarkastustodistuksen, joka osoittaa, että tuote täyttää vaatimukset ja se voidaan luovuttaa vapaaseen liikkeeseen. CE-merkintä tai valmistajan vakuutus eivät riitä todistuksiksi laitteen vaatimustenmukaisuudesta.

Saadakseen tyyppitarkastustodistuksen laitteessa tulee olla esimerkiksi tarpeelliset varoitus- ja turvallisuusluokamerkinnot sekä viittaus eurooppalaiseen laserstandardiin EN 60825-1. Merkintöjen ja varo- sekä turvallisuusohjeiden tulee olla suomen ja ruotsin kielellä.

On hyvä muistaa, että myös yksityiskäyttöön hankittavilla laitteilla on oltava tyyppitarkastustodistus. Siispä edes omaan käyttöön ei saa tuoda esimerkiksi Kaukoidästä laserosoitinta ilman, että osoittimelle hankkii todistuksen. Myöskään internetistä ei tarkastamatonta laserosoitinta pidä ostaa. Tulli valvoo Euroopan talousalueen eli ETA-alueen (EU-maat, Norja, Islanti ja Liechtenstein) ulkopuolelta tapahtuvaa lasereiden tuontia ja STUK tarkkailee laitteiden myyntiä internetissä. STUK on jo kieltänyt viime vuonna internetissä myynnissä olleita liian voimakkaita, vaatimustenvastaisia ja tyyppitarkastamattomia laserosoittimia.

Uusi käsikirja säteilyn lainvastaisesta käytöstä aiheutuvien vaaratilanteiden hoitamiseen



Tshernobylin onnettomuuden jälkeen valmiussuunnittelussa pääpaino on ollut ydinvoimalaitosonnettomuuksiin varautumisessa. Viime vuosina on korostunut myös radioaktiivisten aineiden lainvastainen käyttö, esimerkiksi niin sanotun likaisen pommin räjäyttäminen. Likaisessa pommissa radio-

aktiivisia aineita yhdistetään tavanomaiseen räjähteeseen. Vuonna 2006 aloitetun EU:n 6. puiteohjelman TMT (Triage, Monitoring and Treatment) -hankkeen tarkoituksena on ollut tehdä käytännön käsikirja tämän tyyppisten tilanteiden hoitamiseen. Käsikirjassa annetaan ohjeita muun muassa alkuvaiheen toimintaan tapah-

tumapaikalla, säteilyn mittaamiseen sekä mahdollisesti altistuneiden henkilöiden seulontaan sekä altistuneiden hoitoon. Käsikirja julkaistaan maaliskuun lopussa, jonka jälkeen se on saatavana sähköisessä muodossa osoitteesta www.tmthandbook.org.

Optinen säteily ympäröi sinua – uusi kirja ilmestynyt

Kun aamuauringon säteet heijastuvat verhonraosta sisään tai kun sytytät valot huoneeseen, näet ja tunnet optista säteilyä. Aurinko – optisen säteilyn tärkein lähde – säteilee kaikilla optisen säteilyn aallonpituusalueilla: ultraviolettisäteilyn, näkyvän valon ja infrapuna- eli lämpösäteilyn.

Optinen säteily on nyt kirjoitettu yksiin kansiin. Säteilyturvakeskuksen (STUK) julkaisema kirja *Ultravioletti- ja lasersäteily* julkaistaan kevään aikana. Tuhti tietopaketti auttaa lukijaa ymmärtämään, mitä optinen säteily on, missä sitä esiintyy, miten se vaikuttaa ihmisen terveyteen ja milloin altistumista olisi syytä rajoittaa. Vaikka kirja onkin oppi- ja tietokirja, on siinä jokaiselle lukijalle paljon yleistietoa. Yksityiskohtaisemmat selostukset ja laskuesimerkit on eroteltu sisällössä erillisiksi faktalaatikoiksi.

Kirjassa on nostettu esiin erityisesti lasersäteily, sillä laser on optisen säteilyn lähteiden joukossa erikoistapaus. Laserilla on mahdollista kohdistaa suuria sä-

teilyenergioita ja -tehoja pienelle alueelle, koska lasersäde ei siroa kuten tavallisen valon säde. Laserin käyttösovelluksia on niin lääketieteessä, kauneudenhoidossa, teollisuudessa kuin viihdekäytössäkin. Koska lasersäteily voi pahimmillaan aiheuttaa vakavia silmä- ja ihovaurioita ja jopa näön menetyksen, laserlaitteita käytettäessä on aina kiinnitettävä huomiota laitteiden turvalliseen käyttöön.

Kirjassa käsitellään optista säteilyä monesta näkökulmasta, niin koti- ja työoloissa kuin luonnossakin. Biologisia ja terveydellisiä haittavaikutuksia käsitellään omassa luvussaan, kuten myös optisen säteilyn hyötykäyttöä terveydenhuollossa. Kirjassa on myös luvut säteilytoiminnan säännöksistä ja valvonnasta.

Ultravioletti- ja lasersäteily -kirja soveltuu kurssikirjaksi tai -materiaaliksi korkeakouluille, yliopistoille ja ammattikorkeakouluille. Lisäksi siitä on hyötyä henkilöille, jotka joutuvat huomioimaan optisen säteilyn turvallisuusnäkökohdat työnsään.

Kirja on seitsemäs osa Säteilyturvakes-

kuksen julkaisemasta Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjasta. Neljä kirjoista käsittelee ionisoivaa säteilyä, yksi ydinturvallisuutta ja kaksi ionisoimatonta säteilyä. Kirjoja voi tilata Säteilyturvakeskuksesta.

Tilaa Ultravioletti- ja lasersäteily -kirja sähköpostitse kirjatilaus@stuk.fi, internetistä www.stuk.fi (valitse Julkaisut ja määräykset -> Säteily- ja ydinturvallisuuskirjat) tai puhelimitse (09) 759 881.

Kirjasarjassa aiemmin ilmestyneet teokset ja hinnat (hintaan lisätään toimitus- ja postituskulut):

Nro 1 Säteily ja sen havaitseminen (30 e)

Nro 2 Säteily ympäristössä (35 e)

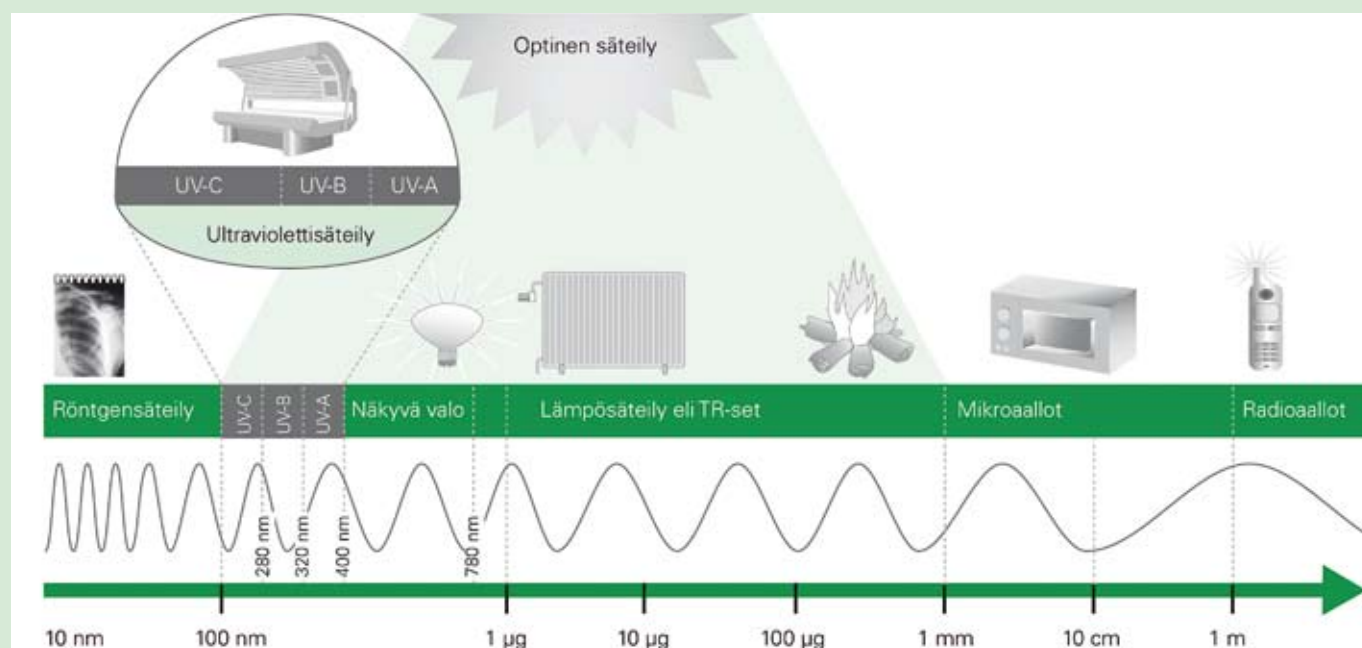
Nro 3 Säteilyn käyttö (35 e)

Nro 4 Säteilyn terveysvaikutukset (30 e)

Nro 5 Ydinturvallisuus (35 e)

Nro 6 Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät (35 e)

Nro 7 Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily (35 e), ilmestyy keväällä 2009



Ydinvoimalarakentaminen vaatii asennetta

Ydinvoimalaitosten valvonta ei ole pelkästään paperinmakuista toimistotyötä. Toimintatapojen ja turvallisuuskulttuurin arvioiminen vaatii ajoittain STUKin ylitarkastaja Nina Koivulan läsnäoloa Olkiluoto 3 -työmaalla. Ylitarkastaja Lasse Kuosa on yksi STUKin kolmesta paikallistarkastajasta Olkiluoto 3 -työmaalla.



Ennen Olkiluoto 3 -hanketta länsimaissa ei pitkään aikaan ole suunniteltu ja rakennettu ydinvoimaloita. Eräs syy rakentamisen viivästyksiin on ollut, että moni hankkeessa mukana oleva ei ole mieltänyt ydinvoimalan rakentamista mitenkään erilaisena projektina kuin mitkään muutkaan suurhankkeet.

”Vieläkään ei ole syntynyt maailmanlaajuista konsensusta siitä, että jo ydinvoimalan rakennusvaiheessa turvallisuuskulttuuri olisi tärkeä tekijä”, toteaa Säteilyturvakeskuksen ylitarkastaja Nina Koivula, joka STUKissa koordinoi ydinvoimayhtiöiden turvallisuuskulttuurin valvontaa.

”Ajatellaan, että pelkästään laatuspesifikaatioita noudattamalla saadaan turvallinen lopputulos. Mutta jos ohjeessa on tulkinnanvaraisuutta tai se sisältää jotakin itselleen outoa, syntyy houkutus oikaista ja tehdä kuten itse aikaisemmin on kokenut hyväksi. Olkiluodossa rakentajat ovat ammattitaitoisia ja kokeneita, mutta pääosin heillä ei ole kokemusta ydinvoimalarakentamisesta, vaan tavallisista työmaista. Tiukat laatuvaatimukset ovat olleet monelle yllätys.”

Kun jokin ongelmakohta paljastuu turvallisuustarkastuksessa, asian selvittäminen ja kohdan korjaaminen vie aikaa ja rahaa. Vuonna 2006 esille tullut väärä betonin ja veden suhde pohjalaatan valussa on hyvä esimerkki. Vaikka pohjalaatta lopulta hyväksyttiin, sen tiukka analysointi vei useita kuukausia. Piti varmistaa, että laatta vielä pitkän käyttöiän ja korroosion jälkeen kestää onnettomuustilanteen aiheuttaman kuorman.

Samalla kävi ilmi, että voimalan toimittajille, Arevalle ja Siemensille, ajatus turvallisuuskulttuurin korostamisesta jo rakennusvaiheessa oli uusi. STUK on sittemmin pitänyt aiheesta koulutusta yhtiöiden avainhenkilöille. Koivulan mu-

kaan työmaan työtavat ovat kehittyneet merkittävästi parin vuoden aikana.

Pitää ymmärtää, miksi tehdään näin

Käsite turvallisuuskulttuuri syntyi Three Mile Islandin ja Tshernobylin onnettomuuksien jälkeen. Aikaisemmin oli ajateltu, että onnettomuuksia voi estää, kunhan saadaan ydinvoimalan henkilökunta aina toimimaan ohjeiden mukaan. Oivallettiin, että onnettomuuksien takana voi olla vääristynyt tapa olla huolehtimatta turvallisuutta ylläpitävistä tehtävistä jo-



Ylitarkastaja Lasse Kuosa korostaa, että tulokoulutus on äärimmäisen tärkeää työmaalla, jossa työskentelee väkeä kymmenistä eri kansallisuuksista.

kapäiväisessä toiminnassa. Henkilöstön suhtautuminen turvallisuuteen periytyy uusille tulokkaille.

”Inhimillisen virheen käsite oli syntynyt jo aikaisemmin. Nyt luotiin käsite turvallisuuskulttuuri, joka pitää sisällään niin organisaation toimintatavat turvallisuusasioissa, kuin yksittäisten työntekijöiden asenteet. Tänä ydinvoimaloiden käyttöhenkilökunta on hyvin koulutettua. Ohjaajia koulutetaan asiantuntijoiksi ja harvinaisia vaaratilanteita harjoitellaan simulaattoreilla”, Koivula toteaa.

”Silti ajatellaan edelleen, että komponenttivalmistajien ja rakennusyhtiöiden ei tarvitse ymmärtää ydinturvallisuutta, kunhan noudattavat ohjeita. Tässä on selkeä ristiriita.”

”Tietoisuuden lisääminen siitä, että ydinvoimalan rakentaminen poikkeaa muista rakennustöistä, herättää noudattamaan ohjeita. Peräänkuulutan syvempää ymmärtämystä siitä, miksi johonkin rakenteeseen on laitettu tiukka toleranssi, joka on pakko saavuttaa”, Koivula sanoo. Jokaisen raudoittajan tai venttiilINVALMISTAJAN ei tuki tarvitse ymmärtää ydinfysiikkaa, mutta oman työn vaikutus kokonaisuuteen pitäisi olla selvillä.

”Ellei tekijä saa vastausta kysymykseen *miksi*, hän voi mieltää ohjeistetut menettelyt turhana byrokratiana”, Koivula sanoo. ”Saatetaan ajatella, että ’kyllä tarkastuksessa löydetään mahdolliset virheet, jos se kerran on niin tärkeätä’. Mutta laatua syntyy tekemällä, ei tarkastamalla.”

Yksityiskohtainen rakennesuunnittelu vielä kesken

Olkiluodon rakennustyömaan lisäksi STUK valvoo suunnittelua ja laitevalmistajien toimintaa ympäri maailmaa. Tarkastuskäynnit keskittyvät pääkomponenttien valmistukseen.

”Viime ydinvoimaloiden rakentamisesta on mennyt niin kauan, että osaajia on siirtynyt eläkkeelle. Meillä on useita ta-



pauksia, että jokin laite tai rakenne olisi normaalioloissa ollut hyväksyttävä, mutta ettei se täytä vaatimuksia ydinvoimalaonnettomuuden varalta. Komponentteja on jouduttu tekemään uusiksi tai niitä on korjattu spesifikaatioiden mukaisiksi", Koivula toteaa. "Reaktorin paineastian valmistuksessa kaikki meni kuitenkin hyvin. Japanilaiset valmistajat ovat säännöllisesti toimittaneet paineastioita aasialaisiin ydinvoimaloihin, joten osaaminen on kunnossa."

"Laitoksen yksityiskohtainen rakenne suunnittelu on vieläkin keskeneräinen", Koivula sanoo. "Suomessa oli ilmeisesti ymmärretty väärin, miten alkuvaiheeseen suunnittelutyö ja sen organisointi olivat tilausvaiheessa. STUKista olemme viestittäneet muiden maiden vastaaville viranomaisille, että organisaatioasioihin on jatkossa kiinnitettävä paljon enemmän huomiota laitostilausten yhteydessä."

"Laitostoitimattajat puolestaan eivät il-

meisesti olleet perehtyneet suomalaisiin vaatimuksiin. STUKin ohjeet eivät ole mitenkään 'ylimalkaiset'. Jotta vaatimukset täyttyvät, vaaditaan muutoksia ja lisäsuunnittelua ydinvoimaloiden yleistasoon."

Rakennusaikatauluja laadittaessa mallina olivat Olkiluoto 1 ja 2. Mutta molemmat olivat aikoinaan sarjatuotantoa, kun taas Olkiluoto 3:n EPR-laitostyyppi on uusi.

"Olemme oppineet paljon projektin aikana", Koivula toteaa. "Jatkossa edellytämme uusiin hankkeisiin, että menettelyt on valmiiksi mietitty, myös alihankkijoiden suhteen. Kaiken pitää olla kunnossa: tiedonkulun, projektinhallinnan ja projektijohtamisen. Turvallisuuskulttuurilla ei kuitenkaan voi valvoa samalla tavalla kuin tekniikkaa. Jää nähtäväksi, lähemmekö pehmeän valistuksen linjalle, vai vaativaan johtamisjärjestelmän trimmaukseen." ■



STUKin ylitarkastaja Nina Koivula koordinoi ydinvoimayhtiöiden turvallisuuskulttuurin valvontaa. Koivula kertoo, että myös STUK on oppinut Olkiluoto 3 -hankkeesta paljon.

Rakennustyömaalla turvallisuuskulttuurin käsite juurtuu hitaasti

"Rakennustyömaalla huomaa, että rakentajat ovat ammattilaisia. Heiltä puuttuu kuitenkin käsitys siitä, miksi pitää tehdä määrätyllä tavalla tai mihin jotakin laitetta käytetään", sanoo Lasse Kuosa. Hän on yksi STUKin kolmesta paikallistarkastajasta Olkiluoto 3:n työmaalla. Kuosan mielestä sanaa "turvallisuuskulttuuri" ei oikein käsitetä työmaalla, vaikka asiaa selitetään rakentajien tulokoulutuksessa. Moni sekoittaa sen työ- ja turvallisuuteen.

Tulokoulutus ja tiedonkulku ovat äärimmäisen tärkeitä työmaalla, jossa on väkeä yli 60 eri kansallisuudesta. Virallinen työmaakieli on englanti, mutta työntekijät puhuvat usein vain omaa äidinkieltään. Ryhmäpäälliköt osaavat englantia ja toimivat tiedonvälittäjinä työntekijöiden ja työnjohtajien välillä.

"Tehtäviimme kuuluu kiertää ja valvoa työmaata, määrättyissä paikoissa käymme päivittäin. Teemme rakennetarkastuksia ja TVO:n valvojien kanssa käymme jatkuvasti epävirallisia keskusteluja", Kuosa sanoo. "Raportoimme viikoittain havainnoistamme, tilanteesta ja asennustöiden etenemisestä. Jos on jotakin huomautettavaa, informoimme erikseen STU-

Kin pääkonttoria siitä. Jos on aihetta, sieltä otetaan yhteyttä TVO:hon ja voimalan toimittajiin. Yksinkertaisissa asioissa voimme paikan päällä antaa toimenpidekehotuksia."

Voi tulla ylimääräisiä tarkastuksia, kuten viime syksynä TV:n ajankohtaisohjelmien jälkeen. Ohjelmissa esitetty kritiikki osoittautui osittain oikeutetuksi, osittain ei. Piti paikkaansa, että työnjohdossa oli jätetty joitakin työntekijöiden palautekommentteja huomioimatta. Sen suhteen STUK voitti TVO:ta suunnittelemaan toimenpiteitä ja asetti vaatimuksia tiedon kulun parantamiseksi.

Sen sijaan kritiikki hitsaustoiminnan huonosta valvonnasta osoittautui aiheettomaksi. Turvallisuuden kannalta merkittävät hitsatut voimaliitokset oli tehty ja valvottu asianmukaisesti. Oli tehty myös asennuksenaikaisia hitsauksia, jotta betoniraudoitusta ja ankkurointilevyt pysyisivät paikallaan valun aikana. Nämä hitsaukset eivät ole mitenkään kriittisiä turvallisuuden kannalta, eikä STUK niitä tästä syystä yksityiskohtaisesti valvo. "Väitteissä puurot ja vellit menivät sekaisin", Kuosa toteaa.

Tutkimuskeskus Ispran urakka:

Käytöstäpoistoa ja jätehuoltoa vuoteen 2028

Pohjois-Italiassa sijaitsevassa EU-komission tutkimuskeskudessa JRC Isprassa on meneillään vuonna 1999 käynnistetty laaja ydinlaitosten käytöstäpoisto- ja jätehuolto-ohjelma, joka kestää lähes kolmekymmentä vuotta. Kokonaiskustannus on arviolta lähes 680 miljoonaa euroa.

Alun perin vuonna 1960 ydin-
alan tutkimusta varten perus-
tetun JRC Ispran menneiden
vuosikymmenten tutkimustoi-
minnassa syntyi yhteensä noin 3000 kuu-
tiometriä matala- ja keskiaktiivista kiinte-
ää, nestemäistä sekä kaasumaista jätettä.
Tutkimuskeskukseen kuului myös kaksi
tutkimusreaktoria, joiden polttoainekier-
rosta on jäänyt jäljelle ydinmateriaaleja.

Historiallisiin jätteisiin sisältyy paljon
pienehköjä, nuklidikoostumukseltaan ja
myös fyysisiltä ja kemiallisilta ominai-
suuksiltaan eksoottisia jäte-eriä, joiden
turvallinen käsittely voi edellyttää erityis-
ratkaisuja. Tilannetta ei myöskään hel-
pota se, että vanhoista jätteistä on vähän jos
ollenkaan luotettavaa historiatietoa, jo-
ten niiden ominaisuudet joudutaan usein
määrittelemään uusien mittauksin.

Ispran ydintutkimukseen liittyvät lai-
tokset ja laboratoriot ovat olleet jo useita
vuosia lopullisesti suljettuina ja odottavat
purskamistaan turvallisesti säilytettynä.

Jätteistä eroon laajalla ohjelmalla

Käytöstäpoisto- ja huolto-ohjelma
(D&WM) kattaa kaiken laitosalueen inf-

rastruktuurin ja maaperän. Lisäksi ohjel-
maan sisältyvät käytöstäpoistotoimien
myötä syntyvät purkujätteet sekä ydin-
materiaalien ja radioaktiivisten lähteiden
jätehuolto. Ohjelmassa varaudutaan myös
sitä tukevien jätehuoltolaitosten käytöstä-
poistoon. Ohjelman arvioidaan kestävän
vuoteen 2028 ja sen arvioitu kokonaiskus-
tannus on 676 miljoonaa euroa.

Ohjelma toteutetaan vaiheittain alkaen
ydinmateriaalien ja irtaimiston poistos-
ta. Jätteiden fysikaalisten ja radiologisten
ominaisuuksien määrittäminen ja jätteiden
käsittelyä ja väliarastointia varten raken-
netaan tarvittavat uudet laitokset. Varas-
toalueelle väliarastoidut sekä aikoinaan
– muttei enää nykyisin – hyväksytyt
käytäntöjen mukaan käsitellyt ja haudatut
jätteet käsitellään ja pakataan nyky-
määräysten mukaisesti. Tämän jälkeen pure-
taan ja poistetaan jäljelle jääneet radioak-
tiiviset laitteistot ja rakenneosat. Tavoit-
teena on, että laitosalueet vapautetaan ko-
konaan valvonnasta, jolloin niiden käyt-
töä ei tarvitse enää rajoittaa.

Osahankkeisiin uusia toimijoita

D&WM-ohjelmassa on yli 100 osahan-

ketta, joista osa on jo käynnistetty. Vas-
tuullisena luvanhaltijana JRC pitää hank-
keiden suunnittelun ja valvonnan omis-
sa käsissään, mutta antaa toteutuksen ul-
kopuolisten palveluntarjoajien tehtäväksi.
Toteutus kilpailutetaan EU:n varainhoito-
asetuksen soveltamismääräysten edellyt-
tämällä tavalla julkisina hankintamenette-
lynä. Valitettavasti nämä menettelyt ovat
hallinnollisesti varsin raskaita eivätkä ne
siksi sovellu kovin hyvin teknisesti vaati-
viin hankkeisiin.

Palvelujen hankintaa hankaloittaa myös
se, että tarjouskilpailuihin ei aina osallistu
riittävästi päteviä yrityksiä, jolloin todel-
lista kilpailua ei synny. Hankintamenet-
tely saatetaan joutua uusimaan tarkiste-
tuin vaatimuksin, jotta saataisiin tarpeek-
si laadukkaita tarjouksia. D&WM-ohjel-
masta vastaavan JRC:n yksikön päällik-
kö Celso Osimani toivottaakin myös suo-
malaiset alan toimijat tervetulleiksi tarjo-
amaan palveluitaan.

Toteutus italialaisittain

Ohjelma toteutetaan ja luvitetaan italia-
laisten viranomaismääräysten mukaisesti.
JRC pitää jatkuvasti yhteyttä Italian ydin-
turvallisuusviranomaiseen, jonka nimi on
sattuvasti I.S.P.R.A. eli Istituto Superiore
per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Koska tulevan kansallisen loppusijoi-
tuslaitoksen jätteiden hyväksyntäkriteerit
ei ole vielä määritelty sitovasti, oh-
jelmassa joudutaan suunnittelemaan lop-
pusijoituspaikkaukset yleisten vaatimus-
kriteerien pohjalta. Viranomaisvaatimus-

JRC Ispraan Ektor-tutkimusreaktori oli käytössä vuosina 1968–1983.



ten mukaan pakkausten pitää kestää ainakin 50 vuoden välivarastointi. Haasteellinen on myös viranomaisvaatimus, jonka mukaan ydinalan toimista saa aiheutua ympäristön asukkailla enintään 10 mikrosievertin suuruinen säteilyannos vuodessa. Muissa Euroopan maissa vastaava raja on huomattavasti korkeampi, esimerkiksi Suomessa se on kymmenkertainen.

Loppusijoituspaikka haussa

Italiassa ei ole vielä päätetty radioaktiivisten jätteiden kansallisesta loppusijoituspaikasta, johon myös Ispraan jätteet on tarkoitettu aikanaan sijoittaa. Loppusijoitusratkaisuun liittyy poliittisia ja aikataulullisia epävarmuuksia ja sen oletetaan olevan käytettävissä aikaisintaan 2020-luvulla. Siksi Ispraan on tarpeen rakentaa välivarasto loppusijoitettavalle jätteelle, jonka kokonaismäärän arvioidaan olevan noin 12 000 kuutiometriä. ■

Lisätietoja D&WM ohjelmasta löytyy ohjelman internetsivuilta: <http://dwm.jrc.it> Sivuilla on myös linkit ohjelmaan liittyviin julkisiin hankintailmoituksiin.

Artikkelin kirjoittaja Heikki Aulamo toimii JRC Isprassa D&WM-ohjelmasta vastaavassa yksikössä vanhojen matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelyn osahankkeiden vetäjänä.

D&WM-ohjelman rakenne

© Historialliset vastuut: Vuosina 2000–2012 pääosin matala- ja keskiaktiivisten jätteiden (noin 3000 kuutiometriä) sekä ydinmateriaalien valmistelu ja käsittely sekä niiden välivarastointi.

© Jätteenkäsittelyinfrastruktuurin rakentaminen vuosina 1998–2012: Esimerkiksi laitoksen jätteiden fysikaalisten ja radiologisten ominaisuuksien määrittäystä varten (karakterisointilaitos) ja välivarasto.

© Tulevat vastuut: Tutkimuslaitosten purkujätteen (noin 10 000 kuutiometriä) ja käytöstä poistettujen ydinlaitosten valmistelu, käsittely ja välivarastointi vuodesta 2012 alkaen.

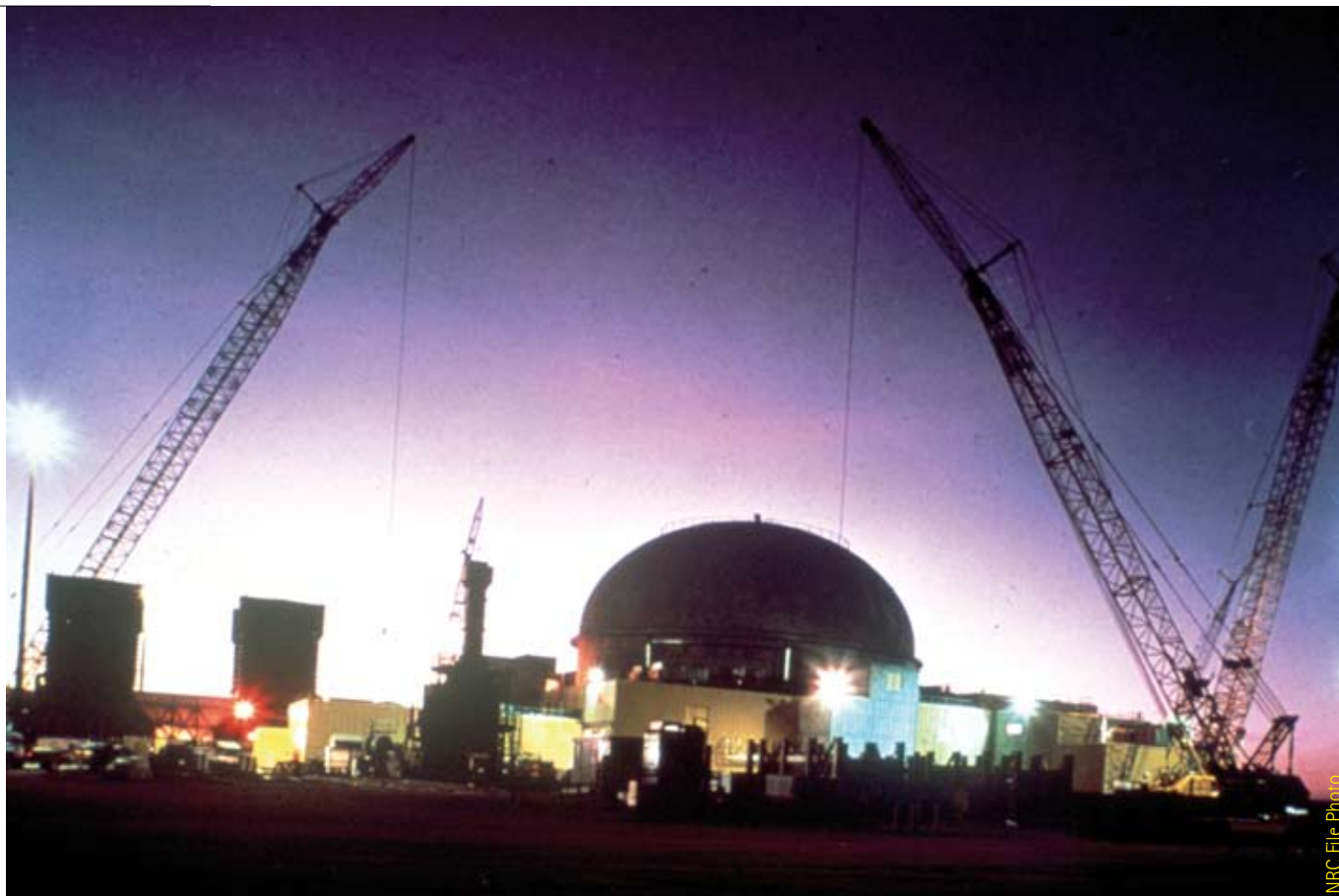
© Lopuksi infrastruktuurin purku, käsittely ja varastointi. Ohjelma päättyy arviolta vuonna 2028.

Isprassa ydintutkimusta 40 vuotta

Euroopan unionin kuusi perustajavaltiota solmi 1957 Euratom-sopimuksen, jonka nojalla perustettiin yhteinen tutkimuskeskus JRC (Joint Research Centre) ydinalan tutkimusta varten. Vuonna 1960 Euroopan komissio päätti perustaa Pohjois-Italiasa Lombardian maakunnassa sijaitsevaan Ispraan JRC:n ydintutkimuskeskuksen. Paikalle pari vuotta aiemmin rakennettu Italian ydintutkimuslaitos siirtyi JRC:n haltuun. Laitokseen kuului viiden megawatin tehoinen Ispra-1-tutkimusreaktori, joka oli käytössä vuosina 1959–1973. Myöhemmin rakennettiin lisäksi 25 megawatin tehoinen Ektor-tutkimusreaktori (käytössä 1968–1983) reaktorifysiikan tutkimusta sekä materiaali- ja polttoainetutkimusta varten.

Tutkimusaiheiden laajenemisen myötä perustettiin muun muassa radiokemian laboratorioita, kuumakammioita sekä laitteistoja kevytvesireaktoreiden polttoainevaurioiden tutkimusta varten. Tutkimuksen tueksi rakennettiin tarvittava radioaktiivisten jätteiden keräys- ja käsittelyinfrastruktuuri.

1980-luvulta lähtien JRC:ssä on tutkittu yhä enemmän muitakin kuin ydintekniikkaan ja -turvallisuuteen liittyviä aiheita. Ydinturvallisuustutkimus siirrettiin JRC:n sisäisessä tehtävänjaossa pääosin muihin toimipaikkoihin viime vuosikymmenen vaihteeseen mennessä. Isprassa tehdään nykyään enää jonkin verran ydinmateriaalivalvontaan liittyvää menetelmäkehitystä. Tutkimus- ja tuotantokäytössä on edelleen 40 megaelektronivoltin syklotronikiihdytin. Kaikki muut Ispraan ydintutkimukseen liittyvät laitokset ja laboratoriot ovat olleet jo useita vuosia lopullisesti suljettuina.



Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoon varaudutaan

Suomessa ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on ajankohtaista vasta vuonna 2027. Maailmalla sen sijaan on purettu useita laitoksia. Purkaminen voidaan tehdä turvallisesti, kunhan siihen varaudutaan etukäteen teknisesti ja taloudellisesti.

Ydinvoimalaitoksen käytön aikana monet sen järjestelmistä ja rakenteista muuttuvat radioaktiivisiksi. Kun ydinvoimalaitoksen tekninen käyttöikä on päätynyt, täytyy radioaktiivinen materiaali käsitellä siten, ettei laitosalueen tulevaa käyttöä tarvitse rajoittaa radioaktiivisuuden vuoksi. Käytöstäpoisto on teräs- ja betonirakenteiden purkamista, paloittelua, pakkaamista ja loppusijoittamista. Teknisesti vaativaa on hyvin voimak-

kaasti säteilevien kohteiden purkaminen, mikä usein edellyttää kauko-ohjattavien purkulaitteiden käyttöä. Lisäksi työ pitää suunnitella tarkoin, jotta henkilöstö voidaan suojata säteilyltä.

Osa purettavasta materiaalista on niin vähäaktiivista, että se voidaan vapauttaa valvonnasta. Tällöin se kierrätetään uusiokäyttöön tai viedään kaatopaikalle. Muu purettava materiaali täytyy loppusijoittaa matala- ja keskiaktiivisena jätteenä.

Laki edellyttää varautumista

Vuonna 2008 täydennetty ydinenergialaki edellyttää ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoon valmistautumista jo laitoksen suunnitteluvaiheessa. Rakentamis- ja käyttöluvien haun yhteydessä on esitettävä käytöstäpoistosuunnitelma, jota päivitetään säännöllisesti. Päivityksessä otetaan huomioon laitoksen käytöstä kertynyt kokemus sekä purku- ja käsitelytekniikoiden kehittyminen laitoksen käytön aikana. Voimayhtiöt toimittavat

päivitetyt suunnitelmat työ- ja elinkeino-
ministeriölle (TEM).

Käytöstäpoiston suunnittelun tarkoi-
tuksena on, että purkuhenkilöstön ja
ympäristön säteilyannokset saadaan pi-
dettyä niin pieninä kuin käytännössä on
mahdollista. Siksi laitoksessa käytettävät
materiaalit valitaan ja rakenteet suunni-
tellaan siten, että radioaktiivisten ainei-
den määrät pysyvät matalina ja että tilat
ja järjestelmät voidaan puhdistaa radio-
aktiivisista aineista.

Kustannuksiin varautuminen kuuluu
oleellisesti käytöstäpoiston suunnitte-
luun. Suomessa käytössä olevien ydin-
voimalaitosten kaltaisten kevytvesire-
aktoreiden käytöstäpoiston kustannus-
ten arvioidaan olevan noin 10 prosent-
tia vastaavanlaisten uusien laitosten ra-
kentamiskustannuksista. Ydinvoimayh-
tiöt kartuttavat ydinjätehuoltorahastoa,
jota tulevaisuudessa tarvitaan ydinjät-
teistä huolehtimiseen. Varojen keruus-
sa varaudutaan myös laitoksen käytöstä-
poistoon.

Lain mukaan ydinvoimalaitoksen pur-
kamista ei saa perusteettomasti lykätä
pitkälle tulevaisuuteen laitoksen sulke-
misen jälkeen. Välitön purkaminen kan-
nattaa, koska tällöin on käytössä laitok-
sen hyvin tunteva henkilöstö. Purkamis-
ta voidaan kuitenkin lykätä joitakin kym-
meniä vuosia, jos se on perusteltua esi-
merkiksi henkilöstön säteilyaltistuksen
pienentämiseksi.

Loviisan ja Olkiluodon laitosten käytöstäpoisto

Teollisuuden Voima ja Fortum toimitti-
vat Olkiluodon ja Loviisan ydinvoima-
laitosten päivitetyt käytöstäpoistosuun-
nitelmat työ- ja elinkeinoministeriölle
(TEM) viimeksi vuoden 2008 lopussa.
Olkiluodon laitoksen suunnitelma sisäl-
tää myös rakenteilla olevan Olkiluoto 3
-laitosyksikön käytöstäpoiston. TEM on
pyytänyt käytöstäpoistosuunnitelmista
lausunnon STUKilta kesäkuun 2009 lop-
puun mennessä.

Käytöstäpoisto maailmalla

◆ Yli 70 ydinvoimalaitoksen käyttö on lopetettu. Lisäksi käytöstä on poistettu satoja
tutkimus-, koe- ja asetuotantoreaktoreita ja muita ydinlaitoksia.

Ydinlaitosten purkaminen on nykyään merkittävää ydinteknistä liiketoimintaa.

◆ Myös suuritehoisia ydinvoimalaitoksia on jo purettu. Esimerkiksi USA:ssa Trojanin,
sähköteholtaan 1130 megawatin suuruisen painevesilaitoksen, purku saatiin päätökseen
ja laitosalue vapautettiin rajoittamattomaan käyttöön vuonna 2005.

◆ Joidenkin laitosyyppien kuten grafiittihidasteisten reaktoreiden purkaminen on han-
kalaa ja siten myös kalliimpaa kuin kevytvesireaktoreiden.

◆ Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ja OECD-maiden ydinenergiajärjestön
NEA:n yhteydessä toimii työryhmiä, joiden tehtävänä on käytöstäpoistosta ja purkami-
sesta saatujen kokemusten kerääminen ja vaihtaminen sekä alaa koskevien säännösten
kehittäminen. STUK seuraa alan kehitystä osallistumalla näiden ryhmien työhön.

◆ Euroopan ydinturvallisuusviranomaisilla on yhteistoimintaelin WENRA, joka pyrkii
harmonisoimaan ydinturvallisuussäännöstöä mukaan lukien ydinjätehuoltoa ja käytös-
täpoistoa koskevat määräykset.

Nykyisten suunnitelmien mukaan Lo-
viisan voimalaitoksen laitosyksiköitä käy-
tetään 50 vuotta, joten ne suljetaan vuo-
sina 2027 ja 2030. Purkaminen alkaa vä-
littömästi laitosten sulkemisen jälkeen,
ja kestää vuoteen 2035, jolloin laitoksista
on purettu kaikki radioaktiivinen ma-
teriaali. Laitosalueelle jää vielä käytetyn
polttoaineen varasto, joka suljetaan vas-
ta, kun kaikki polttoaine on kuljetettu
loppusijoitettavaksi Olkiluotoon raken-
nettavaan loppusijoituslaitokseen.

Olkiluodon laitosyksiköt suljetaan
suunnitelmien mukaan 60 vuoden käy-
tön jälkeen. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2
suljetaan vuosina 2030 ja 2040, ja pur-
ku alkaa 30 vuoden valvotun säilytyk-
sen jälkeen. Viivästetyn käytöstäpois-
ton syy on säteilysuojelu. Laitosyksiköt
ovat kiehutusvesilaitoksia, joiden kierto-
piirin puhdistaminen radioaktiivisista ai-
neista on hankalaa verrattuna painevesi-
laitoksiin, jollaisia ovat Loviisan reaktori
ja Olkiluoto 3. Olkiluoto 3 suljetaan
vuonna 2071, ja sen purkaminen aloite-
taan vanhempien yksiköiden purkamisen
jälkeen.

Loviisan voimalaitoksen purkamises-
tä on arvioitu tulevan henkilöstölle yh-
teensä 10,4 mansievertin suuruinen sä-
teilyannos. Olkiluoto 1- ja 2 -yksiköiden
osalta vastaava luku on 4,8 mansievertiä.
Annokset vastaavat ydinvoimalaitosten
normaalin toiminnan aikana muutaman
vuoden kuluessa kertyviä annoksia.

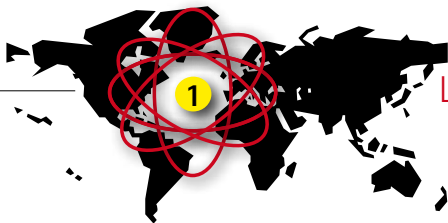
STUK valvoo käytöstäpoistoa

STUKin julkaisemissa ydinvoimalaitos-
ohjeissa (YVL-ohjeet) annetaan yksityis-
kohtaiset vaatimukset ydinlaitosten käy-
töstäpoistolle. Ohjeissa annetaan muun
muassa kriteerit purettu materiaalin val-
vonnasta vapauttamiselle sekä rakennus-
ten ja maa-alueiden luovuttamiselle muu-
hun kuin ydinlaitoksen käyttöön.

Lisäksi ydinvoimalaitoksen rakentami-
sen ja käytön aikana tulee kerätä ja tal-
lentaa tietoa, jota voidaan käyttää hyväk-
si käytöstäpoiston suunnittelussa ja to-
teutuksessa. Rakennusvaiheessa tallen-
nettavaa tietoa on esimerkiksi reaktorin
lähellä olevien materiaalien koostumus.
Käytön aikana kerätään tietoa radioaktii-
visten aineiden määristä ja ulkoisen sä-
teilyn annosnopeuksista.

Ydinvoimalaitoksen sulkemisen jäl-
keen STUK valvoo, että laitos poistetaan
käytöstä suunnitelman mukaisesti, ja et-
tä työssä noudatetaan turvallisuusvaa-
timuksia. Ydinvoimalaitos on poistettu
käytöstä lopullisesti, kun STUK on to-
dennut, että laitosalueen rakennuksissa
ja maaperässä jäljellä olevien radioaktii-
visten aineiden määrät alittavat asetetut
raja-arvot. ■

*Artikkelin kirjoittaja Arto Isolankila toimii yli-
tarkastajana STUKin Ydinjätetoimistossa.*



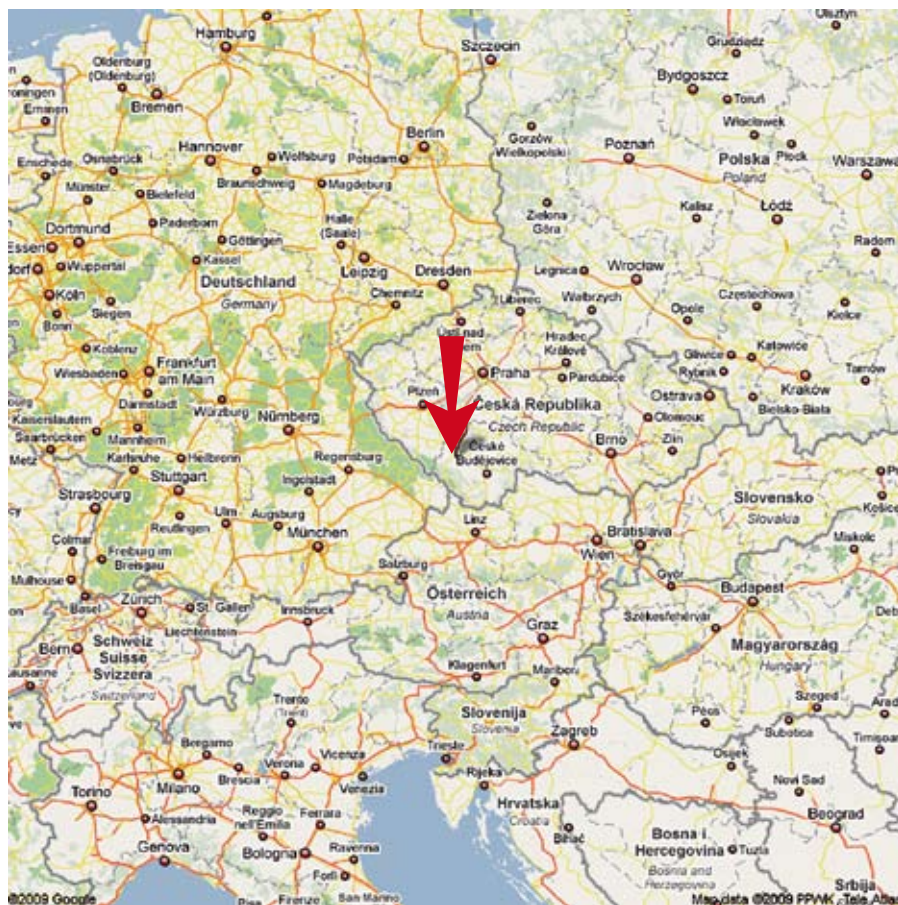
Neljän vuoden kokeilu

Bohunicen A1-ydinreaktori Tshekkoslovakiassa jouduttiin sul-
kemaan reilun neljän vuoden kuluttua sen käyttöönotosta.
Reaktori kärsi jatkuvista toimintahäiriöistä ja siellä sattui kaksi
onnettomuutta, joista ensimmäisessä kuoli kaksi ihmistä toisen
vaurioittaessa reaktorisydämen korjauskelvottomaksi. Laitoksen
puhdistustoimet jatkuvat edelleen.

Tshekkoslovakia päätti jo vuon-
na 1956 ydinvoimalan raken-
tamisesta maahan. Nykyisessä
läntisessä Slovakiassa sijaitse-
vaan Bohuniceen aiotun voimalan suunnittelu aloitettiin vuonna 1958. Kesti kuitenkin 14 vuotta ennen kuin A1-reaktori käynnistyi lokakuussa 1972.

Neuvostoliitossa ideoidun KS 150-tyyppimerkinnän saanut 150 megawatin reaktori oli ensimmäinen laatuaan. Se oli kaasujäähdytteinen raskasvesireaktori, jonka polttoainetäydennyksen piti onnistua laitoksen ollessa toiminnassa. Laitoksen eduksi koettiin, että sen polttoaineena voitaisiin käyttää Tshekkoslovakiasta louhittavaa rikastamatonta uraania. Lisäksi sen rakentamisesta vastaisi kokonaisuudessaan maan oma yritys, Skoda.

Kokeellinen reaktori osoittautui kuitenkin käyttövarmuudeltaan heikoksi ja se suljettiin helmikuussa 1977. Reilun neljän vuoden ikänsä aikana reaktori jouduttiin ajamaan suunnittelemtomasti alas yli 30 kertaa. Siellä ehti tapah-
tua kaksi vakavaa onnettomuutta, joista



Nykyisessä läntisessä Slovakiassa Bohunicessa sijaitseva A1-reaktori suljettiin helmikuussa 1977.

jälkimmäinen yhdessä laitoksen jatkuvi-
en käyttöhäiriöiden ja heikon tuottavuuden
kanssa sinetöi sen kohtalon.

Jatkuvia ongelmia

Kaikkienensa monet laitoksen teknisistä
ratkaisuksista ja järjestelmistä olivat luon-
teeltaan prototyyppisiä. Laitoksen nor-
maalien käytön lisäksi sen riskejä lisäsi
etenkin vaikeaksi ja vaaralliseksi osoit-
tautunut polttoainehuolto.

Ensimmäinen vakava onnettomuus ta-
pahtui tammikuussa 1976 tehdyn poltto-
ainetäydennyksen yhteydessä. Polttoai-
neen vaihdossa käytetyn järjestelmän lu-
kitus petti, ja reaktorin jäähdyttämiseen
käytetyn hiilidioksidin vuoto tappoi kak-
si työntekijää.

Onnettomuus ei kuitenkaan vaurioit-
tanut reaktorisydäntä ja polttoaineen
vaihtojärjestelmän uusimisen jälkeen lai-
toksen toimintaa päätettiin jatkaa. Jääh-
dytinsäilytysjärjestelmä kärsi kuitenkin toistu-
vista uhkaavista ongelmista ja vikoja jou-
duttiin korjaamaan jatkuvasti.

Reaktorisydän vaurioitui

Vasta helmikuussa 1977 sattunut toi-
nen onnettomuus lopetti laitoksen toi-
minnan. Järjestelmän tekniset heikkou-
det yhdessä inhimillisten virheiden kans-
sa johtivat onnettomuuteen. Tapahtuma
sai alkunsa, kun osaa reaktorin polttoai-
nesauvoista oltiin vaihtamassa. Sauvo-
jen kosteudenpoistajia ei ollut irrotettu
ennen polttoaineen latausta reaktoriin.
Kosteudenpoistajat häiritsivät reaktorin
jäähdytystä, josta seurasi polttoaineen
ylikuumentuminen.

Reaktori vaurioitui onnettomuudes-
sa korjauskelvottomaksi. Laitoksen kun-
nostamisen tekniset haasteet ja taloudel-
liset kustannukset koettiin niin suu-
riksi, että A1-reaktori päätettiin sulkea
lopullisesti. Ratkaisuun vaikutti myös se,
että Tshekkoslovakia oli muutenkin luopu-
massa kaasujäähdytteisten reaktorei-
den edelleen kehittämisestä. Näin hau-

dattiin myös suunnitelmat rakentaa vas-
taavan tyyppinen A2-reaktori.

Omat ongelmansa aiheutti A1:n käy-
tetyn polttoaineen varastointi. Käytet-
ty polttoaine oli säilöttyä laitosalueelle
tarkoituksena toimittaa se myöhemmin
Neuvostoliittoon jälleenkäsitteltäväksi.
Jo laitoksen toiminnan aikana polttoai-
nesauvoissa havaittiin tapahtuvan kor-
roosiosta aiheutuvia muutoksia.

Puhdistustoimet jatkuvat edelleen

Slovakian hallitus hyväksyi vuonna 1992
suunnitelman ja aikataulun A1-laitoksen
puhdistamisesta. Hanke koostuu monis-
ta eri osaprojekteista ja on teknisesti mo-
nimutkainen ja vaativa.

Ensimmäiset toimet alueen turvalli-
seksi tekemiseksi oli kuitenkin aloitet-
tu jo vuonna 1979 tyhjentämällä vioittu-
neet polttoainekanavat. 1980- ja 1990-lu-
vuilla käytetty polttoaine kuljetettiin vä-
lilvarastosta Venäjälle. Ensimmäiseen vai-
heeseen kuului myös alueen saattaminen
säteilytasoltaan turvalliseen tilaan estä-
mällä radioaktiivisuuden pääsy ympäris-
töön pahiten saastuneista kohteista.

Vuosina 1978–1985 Bohunicessa otet-
tiin käyttöön yhteensä neljä uutta reak-
toriyksikköä. Nämä ovat tyypiltään venä-
läisvalmisteisia VVER-painevesireaktoreita,
joista maailmalla on kertynyt käyt-
tökokemusta vuosikymmenien ajalta.

Länsimaissa koettiin kuitenkin eten-
kin ensimmäisenä valmistuneen Bohu-
nice V1:n kahteen reaktoriyksikköön liit-
tyvän vakavia turvallisuuspuutteita. Ne

Bohunicen A1-reaktorissa ehti neljän vuoden aikana tapahtua kaksi vakavaa onnettomuutta.

luokiteltiin tällöin EU:n toimesta laitok-
siksi, joita ei voida kohtuukustannuksil-
la parantaa riittävän turvallisiksi. Todel-
lisuudessa laitokset kuitenkin kunnos-
tettiin omin toimin turvallisuustasolle,
joka ylitti selvästi useiden länsieuroop-
palaisten laitosten tason. Muun muas-
sa kansainvälisen atomienergiajärjestön
IAEA:n asiantuntijoiden turvallisuusva-
kuuttelusta huolimatta vaadittiin laitok-
sen sulkemista ehtona Slovakian EU-jä-
senyydelle. Slovakia antoi asiassa periksi
ja voimalan ykkösreaktori lopettikin toi-
mintansa vuoden 2006 lopussa. Bohuni-
ce V1:n toinen reaktori suljettiin vuoden
2008 lopussa.

Bohunice A1 -kokeilun jälkien korjaa-
misen on laskettu kestävän kaikkienensa
ainakin tämän vuosisadan puoliväliin as-
ti. Vielä ei ole kaikilta osin edes tiedossa,
miten työ tullaan tekemään. ■

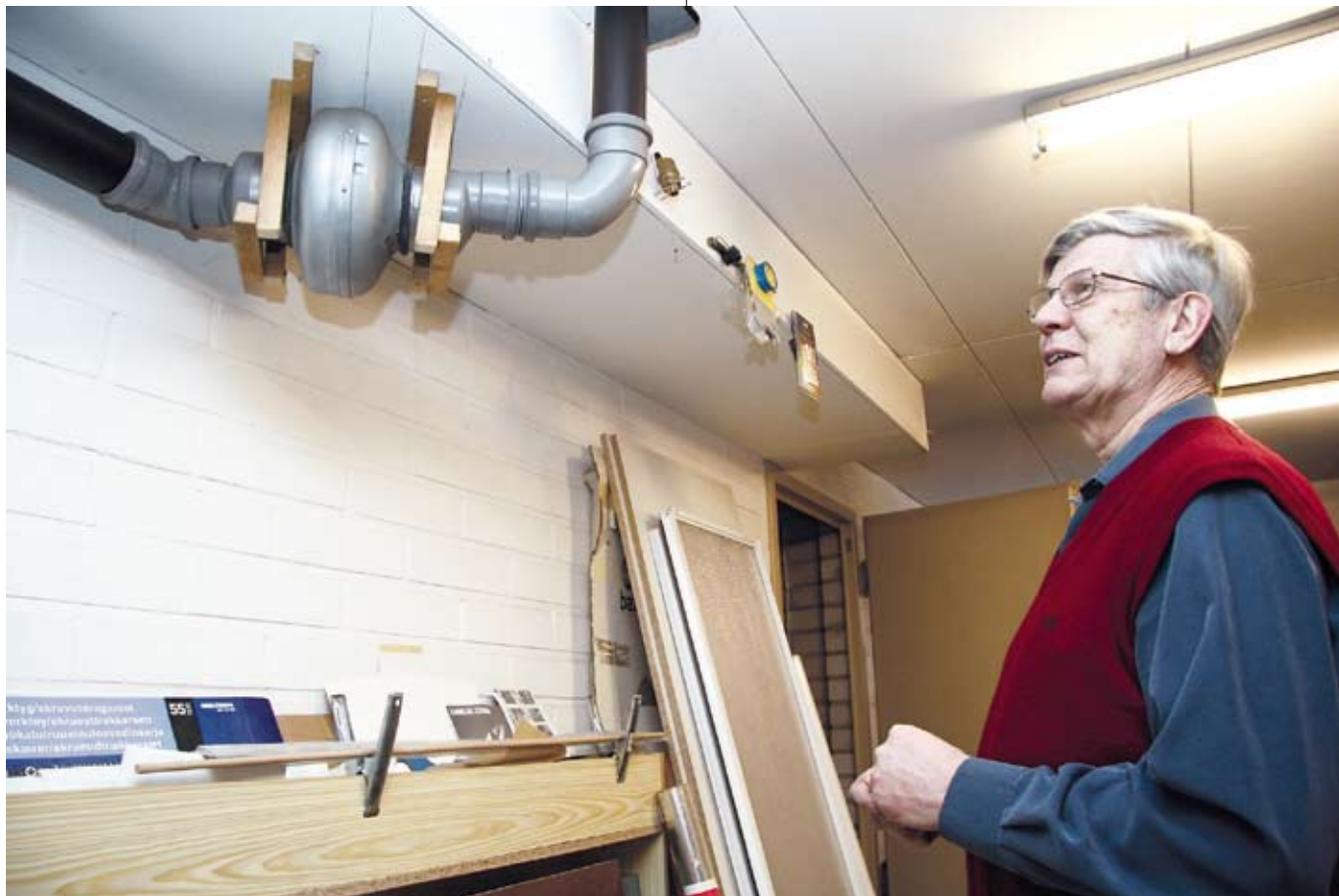
LÄHTEET:

Marian Stubna, Anton Pekar, Jozef Moravek,
Martin Spirko:

Decommissioning Project of A1 Bohunice
NPP, WM'02 Conference, 2002, Tucson, AZ
Milena Prazska, Jan Rezbarik, Dusan Majer-
sky, Stanislav Sekely, Milan Solcanyi:
Lessons Learned in Decommissioning of NPP
A1 After Accident, WM'02 Conference, 2002,
Tucson, AZ

Kristina Kristofova, Marek Vasko:
Decommissioning Activities for NPP A1.
IYNC Congress 2004, Toronto, Canada

Radonimuri imee radonpitoista ilmaa pois lattialaatan alta, ilma johdetaan poistoputkea pitkin ulos. Laatan alle muodostuva alipaine ja radonpitoisuuden aleneminen sorassa vähentävät radonpitoisuutta myös sisäilmassa.



"Radonpitoisuus oli shokki"

Sisäilman iso radonpitoisuus oli ikävä yllätys Hannu ja Pirjo Aallon perheelle. Vantaan Hiekkaharjuun rakennetun omakotitalon sisäilmasta mitattiin 2000 becquerelin radonlukemat. Tuolloin talossa oli jo ehditty asua lähes kymmenen vuotta. Ratkaisuna oli poistaa radon sisäilmasta radonimurin avulla.

”Tontti ostettiin vuonna 1979 ja talo rakennettiin 1980. Silloin emme tiedäneet radonista mitään”, Hannu Aalto kertoo.

Kun radonasia nousi julkisuudessa enemmän esille 1980-luvun lopulla, Aallot ajattelivat, että ehkä radonpitoisuus pitäisi tutkia. Talon alla on hiekkamaata, todella karkeaa soraa.

”Otollinen maa radonille”, Hannu Aalto toteaa jälkikäteen. ”Kun taloa rakennettiin, ei puhuttu sanaakaan radonista.”

”Oli se shokki, kun sitä luuli, ettei ole mitään ja sitä radonia oliikin niin paljon”, Pirjo Aalto kertoo.

Tutkimus paljasti talon sisäilman radonpitoisuuden olevan peräti 2000 becquereliä kuutiometrissä, kun enimmäissuositus on 400.

”Kyllähän se säikäytti.”

Aalto ryhtyi radonremonttiin ja muistelee ottaneensa silloin oppia Editan julkaisemasta radonkorjausoppaasta. ”Samalla olin

Hannu ja Pirjo Aallon omakotitalon radonongelmat saatiin hoidettua omana työnä, tarvikkeiden hinnalla. Radonpitoisuus oli yllätys, mutta onneksi radonremontti onnistui hyvin ja lukemat saatiin laskemaan.

yhteydessä Säteilyturvakeskukseen.”

Kun radonimuri oli asennettu valmiiksi, talon sisäilma tutkittiin uudelleen jälleen kaksi kuukautta kestäväällä mittauksella. Radonremontti olikin onnistunut erittäin hyvin, pitoisuus oli pudonnut 200 becquereliin kuutiossa eli reilusti alle raja-arvon.

Aalto kertoo, että talon pohjapinta-ala oli sen kokoinen, että yhden imurin asentaminen riitti. Talossa ei myöskään ole muita kantavia seiniä kuin ulkoseinät, joten pohjalaatta talon alla on yhtenäinen. Radonimuri, joka imee ilmaa talon alta, pystyy näin hoitamaan koko talon aluksen yhdestä pisteestä.

”Ei se ollut kauhean iso urakka”, Hannu Aalto pohtii. Hän teki koko radonremontin omana työnä, joten valmista syntyi kohtuukustannuksin, tarvikkeiden hinnalla. Tarvittiin 75 millimetrin putkea, tiivisteitä, kytkin ja itse imuri.

Radonpitoista ilmaa imetään pois talon alta

Radonin poistoon valittiin radonimuri. Remontti toteutettiin siten, että talon kellarikerroksessa tehtiin reikä lattiaan,



johon poistoputken toinen pää asennettiin.

”Se sattui sikäli onnekaaseen paikkaan, ettei alla ollut suuria kiviä.”

Putken ympärille pohjalaatan alapuolella tehtiin siis metrin syvyinen kuoppa, jonka kautta ilmaa imeytyy pumpun voimalla pois talon alta. Reikä putken ympäriltä tilkittiin lopuksi polyuretaanitiivisteellä.

Radonimuri asennettiin talon kellarikerroksessa tilaan, jossa ei asuta. Tämä on varotoimi sille, että itse imurin tiivis-

tyksistä voi vuotaa hieman radonpitoista ilmaa.

Aaltojen talossa putken ulosvienti hoidettiin ontelolaattojen välistä ja ulos ulkoseinästä. Ulkona putki kulkee hiukan maan pinnan alapuolella, jossa sen kulureitin näkee siitä, että maa on lumeton ja sula putken kohdalla. Varsinainen ulostulo on tontin rajalla.

”Pumppu on pyörinyt moitteetta jo kymmenen vuoden ajan. Me olemme olleet tyytyväisiä”, Hannu ja Pirjo Aalto toteavat. ■

Radonremonttia tarvittaisiin monessa pientalossa

Suomessa on yli 50 000 asuntoa, joissa sisäilman radon uhkaa terveyttä. Radonista ollaan usein onnellisen tietämättömiä – radonmittaukseen asti, jonka jälkeen remonttipäätös syntyykin helposti. Tehokkaimpia ratkaisuja ovat radonin poisto radonimurilla tai -kaivolla.

Noin kolmessa prosentissa suomalaisista asunnoista radonpitoisuus ylittää enimmäisarvon 400 becquerelinilmakuutiota kohti. Valtaosa näistä on pientaloasuntoja, mutta ongelmaa on myös kerrostaloasunnoissa. Alueelliset erot ovat suuria. Etelä-Suomen läänissä laajoilla alueilla jopa 15 prosenttia asunnoista ylittää tämän sosiaali- ja terveysministeriön asettaman enimmäisarvon.

Ministeriön päätös ja rakennusmääräykset ohjaavat myös uusien rakennusten suunnittelua ja toteutusta siten, että niissä radonpitoisuus ei saa ylittää arvoa 200 becquereliä kuutiometrissä.



Radonopas nyt myös netissä

Uusi opas Asuntojen radonkorjaaminen löytyy nyt myös Säteilyturvakeskuksen nettisivuilta. Opas on hyödyllinen sekä oman talon radonkorjaajalle että korjausmenetelmän valintaan. Opas löytyy osoitteesta www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a229.pdf.

Asuntojen korkeat radonpitoisuudet ovat merkittävä terveysongelma Suomessa. Radon kasvattaa sekä tupakoivien että tupakoimattomien henkilöiden keuhkosyöpärisiä.

Radon on hajuton ja huomaamaton sisäilmassa ja se voidaan havaita ainoastaan mittaamalla. Radonpitoisuus selvitetään vähintään kaksi kuukautta kestävällä mittauksella marraskuun 1. ja huhtikuun 30. päivän välillä. Talvella radonpitoisuus voi olla moninkertainen kesällä mitattuihin pitoisuuksiin verrattuna. Käytännössä useimmat korjauspäätökset tehdään radonmittauksen perusteella.

Radonmittausten puolesta on kampanjoitu radontalkoilla jo 160 kunnassa.

Radon pujahtaa koteihin maaperästä

Kaikki maa-aines sisältää noin kolmanneksen tyhjää tilaa ja näin ollen huokosilmaa. Jos maaperän mineraalit sisältävät uraania, huokosilmassa on korkea radonpitoisuus. Suomen oloissa talon ulkopuolella on normaalisti kylmempää ilmaa kuin sisällä, jolloin sisätiloihin syntyy alipaine. Se pakottaa radonpitoisen ilman virtaamaan maaperästä sisätiloihin.

Radonia pääsee sisäilmaan talon perustuksissa olevien rakojen kautta. Vuoto voi olla merkittävää jo yhden millimetrin suuruisesta raosta.

Siihen, kuinka paljon taloon virtaa radonpitoista ilmaa, vaikuttaa maaperän rakenne. Karkeassa sorassa tai kalliomurskeessa ilmanläpäisevyys on yli tuhatkertainen verrattuna esimerkiksi savimaahan. Tiiviillekin maalle rakennetun talon radonpitoisuus kasvaa, kun laatan alle sijoitetaan kosteusteknisistä syistä karkea täyttösora- tai sepelikerros.

Maanvarainen laatta edistää radonpitoisen ilman virtaamista sisätiloihin, jos tätä ei estetä radontorjuntatoimin. Rintaloissa suositut maanvastaiset seinät lisäävät myös radonvuotoja.

Radonpitoisuutta voi kasvattaa myös radonpitoinen porakaivovesi, kun esimerkiksi suihkua käytettäessä radonia

vapautuu vedestä myös sisäilmaan. Radonia voi tulla sisäilmaan myös kivipohjaisista rakennusmateriaaleista. Rakennusmateriaalit eivät kuitenkaan Suomessa ole yksin aiheuttaneet enimmäisarvoja ylittäviä sisäilman radonpitoisuuksia.

Radonongelmat ovat ratkaistavissa

Radonkorjauksilla maaperästä tulleita ilmapuotoja voidaan estää tai vähentää. Tehokkaimpia keinoja radonongelman ratkaisuun ovat radonimuri ja radonkaivo. Radonpitoisuuksia on niiden avulla saatu alenemaan keskimäärin 70–90 prosenttia.

Radonimuri vaatii läpimenon lattian tai sokkelin läpi. Tehtyyn aukkoon, niin sanottuun imupisteeseen, kytketään poistopuhallin, jolla ilmaa imetään maaperästä lattialaatan alta. Ilma poistuu putkea pitkin ulos.

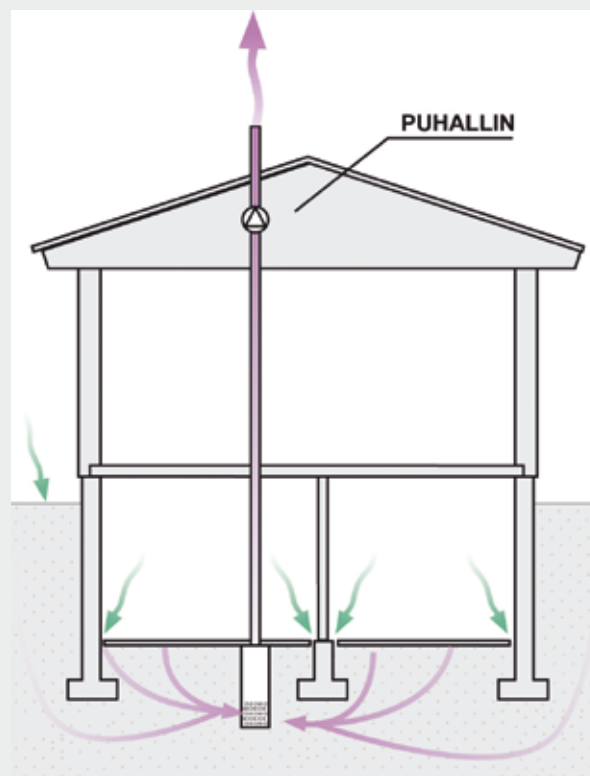
Radonkaivon avulla taas imetään ilmaa maaperästä 3–5 metrin syvyydeltä. Radonkaivo rakennetaan talon ulkopuolelle ja yksi kaivo voi alentaa tarpeeksi jopa kymmenen lähistöllä olevan asunnon radonpitoisuutta. Syntyvä virtaus ”tuulettaa” maaperää, jolloin siinä olevan huokosilman radonpitoisuus alenee.

Muita keinoja on alenuttaa asuintilojen radonpitoisuutta ilmanvaihdevuutta lisäämällä tai asunnon alipaineisuutta vähentämällä. Ilmanvaihto pienentää radonin samoin kuin muiden epäpuhtauksien pitoisuutta sisäilmassa. Rakenteita tiivistämällä voidaan pyrkiä vähentämään maaperän radonpitoisen ilman virtaamista asuntoon. Nämä keinot ovat kuitenkin vähemmän tehok-

kaita, mutta toisaalta niitä voidaan tarvita tehostamaan radonimurin ja kaivon vaikutusta.

Kerrostalojen alimpien kerroksien asuntojen radonkorjauksissa käytetään samoja menetelmiä kuin pientaloissa. Kerrostaloissa on kuitenkin otettava huomioon korkeat alipainetasot. Ne paitsi kasvattavat sisäilman radonpitoisuutta myös heikentävät radonimurin ja kaivon toimivuutta. Korjauksia on tehostettava alentamalla asunnon alipaineisuutta ulkoilmaventtiilien avulla. ■

Lähde: Asuntojen radonkorjaaminen, Arvela Hannu, Reisbacka Heikki, Helsinki 2008
www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a229.pdf



Radonimuri talossa, jossa on kellari. Imuri on toteutettu niin sanotulla syvällä imupisteellä. Puhallin on varmintä sijoittaa asuintilojen ulkopuolelle. © Symboli.fi

Tuomo Saarinen



Aktiivisuudeltaan 370 GBq:n koboltilähde (Co-60) on löydetty. Säteilytasoja seurataan auton monitorilta. Onneksi säteilylähteen etsinnässä on mahdollisuus käyttää simulointia, sillä yhden metrin päässä oleva 370 GBq:n Co-60 säteilylähde aiheuttaisi ihmiselle noin 100 mSv:n säteilyaltistuksen tunnissa. 10 tunnin altistus aiheuttaa ihmiselle oireita säteilysairaudesta ja yli 60 tunnin altistus on tappava.

Pietarin hätätilakeskuksen modernit mittauslaitteet vakuuttavat

Tiistaiaamu 9.9.2008, Venäjän federaatio, Sankt-Peterburg. Ystävälliset kollegat Pietarin Emergency Response Centeristä (ERC) ovat piilottaneet säteilylähteen läheiseen kaupunginosaan kukonlaulun aikaan. Ensimmäisenä tehtävänäm-

me on löytää kyseinen lähde asuinalueelta ERC:n kalustolla. Kuulemme oikein – piilotetun lähteen aktiivisuudeksi sanotaan ”vaivaiset” 10 curieta (Ci) eli 370 gigabecquereliä (GBq) – HUH! Nukkumatin viskaamat viimeiset unihiekat rapisevat ropisten silmänurkista pois.

Toimintaan! Hyppäämme hätätilakeskuksen silmäterään, niin sanottuun skanneriautoon, jonka yksi keskuksen omista nohevista työntekijöistä on suunnitellut ja kehittänyt toimivaksi paketiksi. Itse asiassa toisen sukupolven skanneriautoja on valmistunut juuri äskettäin kaksin



Skanneriauto valmiina lähtöön. Auton erikoisuus eli skanneri-ilmaisim on selvästi nähtävillä auton katolla.

Tuomo Saarinen

kappalein. Emme valitettavasti pääse auton ohjaimiin säteilylähteen etsinnän aikana, mutta seuraamme etsintää auton tietokonemonitorin kautta. GPS-paikkunuksella varustetun järjestelmän ansiosta monitorista voidaan tarkkailla muun muassa auton liikkeitä kartalla sekä ulkoisen säteilyn annosnopeuden trendikuvaajaa. Kuljetun reitin varrelle 30 metrin välein rekisteröityy karttamerkkejä, jotka kertovat annosnopeuden tasot kyseisissä pisteissä.

Tällaisessa perinteisessä säteilylähteen etsinnässä ei ole sinänsä mitään uutta. Lähde löytyy periaatteella: missä annosnopeus kasvaa, siellä on myös säteilylähde. Lopputulos on yleensä hyvä, vaikka liikenteen esteet voivat haitata säteilylähteelle suoraan pääsyä. Näin myös Pietarin kaduilla, ja muutaman harhaan ajelun jälkeen löydämme etsimämme kerrostaloalueen pihamaastosta. Tässä vaiheessa meille kerrotaan, että kyseessä on vain simulaatio, eikä todellista säteilylähdettä ole. Kylläpä meitä nyt narutetaan! Ehkä hyvä niin.

Mikä kumman ERC?

Pietarin hätätilakeskus on yksi Venäjän viidestä alueellisesta säteilyonnettomuuksiin varautuneesta hätäkeskuksesta. Radioaktiivisten aineiden kuljetukset, säteilylähteiden etsintä, ydinlaitosonnettomuudet sekä muut mahdolliset säteilyonnettomuudet kuuluvat ERC:n vastuulle. Pietarin keskuksen hallinnoi-

ma alue on kooltaan valtaisa. Se kattaa koko Luoteis-Venäjän Valko-Venäjän rajoilta Murmanskiiin ja aina Novaja Zemljalle saakka. Keskuksen työ voi koskettaa suomalaisiakin – mahdolliset ydinvoimalaitosten aiheuttamat säteilyonnettomuu-

det Kuolan tai Sosnovyi Borin laitoksilla hoidettaisiin keskuksen kautta. Ydinaseonnettomuuksiin ja puolustusvoimien radioaktiivisiin kuljetuksiin ERC ei kuitenkaan puutu.

ERC on toiminut nykyisellä paikallaan Pietarin pohjoisella teollisuusalueella vuodesta 2005 alkaen. ERC:n tilat ovat modernit ja tilavat. Suomi on avustanut hätätilakeskuksen rakentamista hankkimalla rakennukseen ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmät. Keskus kuuluu valtiokorporaatio Rosatomiin.

Keskuksella on omia säteilymittausasemia alueellaan, lähinnä Pietarin ja Murmanskin seuduilla. Keskuksessa on ympäri vuorokauden kahden hengen valmiuspäivystäjämiehitys, tehtävänä huolehtia tarvittavista alkutoimenpiteistä onnettomuuden sattuessa. Keskuksen operatiivisen ryhmän on oltava onnettomuusvalmiudessa työaikana 40 minuutin ja työajan ulkopuolella kahden tunnin kuluessa hälytyksestä. Tämä toimii hyvin, sillä ERC:n työntekijät on määrätty pitämään yhteydenottovälineet mukanaan paikassa kuin paikassa. Kaikkiin ERC:n palveluksessa työskentelee 80 henkilöä, joista 30 on lissensioituja pelastustyöntekijöitä.

Hyppäys skanneriauton katolle

Skanneriautossa on kaksi erillistä säteilyn etsintään sopivaa mittauslaitteistoa. Kulkuneuvon sisätiloihin on asennettu NaI(Tl)-ilmaisim ulkoisen säteilyn an-

nosnopeuden ja gammaspektrin määrittämistä varten. Tätä laitteistoa käytetään pääosin, kun auto on liikkeessä. Varsinaisen nähtävyys on auton katolla: suurehko NaI(Tl)-ilmaisim pyörivän lyijykollimaattorin sisällä. Laitteistoa sanotaan tylsästi "skanneriksi". Se olisi ansainnut nimikilpailun, jollaisia vaikkapa STUKin laitteille on tapana järjestää.

Skanneri toimii siten, että laitteiston hevosenkengän muotoinen, pyörivä lyijykollimaattori vaimentaa taustasäteilyn pääsyä ilmaisimelle kohdissa, joissa on lyijyä. Kollimaattorin suuaukon kautta säteily pääsee suoraan ilmaisimelle. Näin voidaan havainnollistaa säteilyn alkupe- räissuunta kollimaattorin pyöriessä ilmaisimen ympärillä.

Säteilylähteen paikasta saadaan hyvin tarkka kuva, kun mittaukset tehdään skannerin avulla vähintään kahdesta eri paikasta. Laskennan hoitaa laitteiston oma tietokone, joka tuo monitorille tiedot säteilylähteen suunnasta ja paikka-koordinaateista. Tällä menetelmällä säteilylähde voidaan havaita jopa sadan metrin päästä, jos lähteen aktiivisuus on suurempi kuin 1 GBq. Isäntämme mainitsivat, että kyseisellä menetelmällä havaitaan yli yhden prosentin taustasäteilystä erottuva säteilytaso. Näin tarkkaan tulokseen pääseminen on maailmalla harvinaista. Se haastaa kaksintaisteluun jopa STUKin uljaan säteilymittausauton, SONNIn.

Ja tietenkin kaikkea täytyy päästä ko- keilemaan käytännössä. Toisessa harjoituksessamme käytämme oikeaa 2 MBq:n europium-säteilylähdettä (Eu-152), joka asetetaan noin viiden metrin päähän autosta. Kahden mittauspaikan perusteella auton tietokone analysoi tuloksen ja saamme kuin saammekin lähteen sijainnista oikeat paikkatiedot. Laite siis toimii! Kyseinen säteilylähde jäisi havaitsematta ulkoisen säteilyn annosnopeuden kasvun perusteella. Laskennallisesti se aiheuttaisi taustasäteilyyn lisäyksen, joka olisi suuruudeltaan 0,01 mikro-

sievertiä tunnissa. Normaali taustasäteily vaihtelee välillä 0,05 - 0,30 mikrosievertiä tunnissa.

Joka pojan ja tytön kannettavat

Vierailumme aikana nähdyt ihmeet eivät lopu tähän. Pietarin ERC on valmistanut ulkoisen säteilyn mittaamiseen ja etsintään kannettavan ilmaisineläukun. Laitteiston ideana on se, että eläukku voidaan sijoittaa liikkuvaan ajoneuvon, esimerkiksi helikopterin, veneen tai moottorikelkan kyytiin. Säteilu-tiedot saadaan kuljetulta reitiltä akun, radiolähettimen, gsm-yhteyden ja GPS-paikantimen avulla, ja laitteisto voi lähettää ne analysoitavaksi esimerkiksi ERC:hen. Ilmaisineläukua kannettaessa voidaan käyttää erikoisvalmisteisia silmälasia, joiden toisen linssin kautta näkyvät säteilyannostiedot kuljetun reitin varrelta.

Harjoitus nro 3. Jostain syystä säteilylähde on taas karkuteillä, joten suomalaisseurueemme päästetään jälleen tosi-toimiin. Lähdetään etsitään ERC:n parkkipaikalta ilmaisineläukun avulla. Myönnettäköön, että eläukun kantaminen selässä on epämiellyttävän raskasta ja kömpelöä. Laitteiston kehittäly on vielä kesken, ja tämänhetkinen versio soveltuu paremmin käytettäväksi moottoriajoneuvoissa. Myös silmälasien käyttö on hieman huvittavaa – kokeilepa kävelyä yhden silmän voimin, kun toinen silmä havainnoi säteilytietoja linssin ruudulta. Nurinkurista! Onneksi hukassa ollut lähde löytyy lopulta ERC:n työntekijän Ladan takakontista ja saamme viimeisen harjoituksen onnellisesti suoritetuksi.

Simulaatioharjoituksista voisi Suomikin ottaa mallia

ERC:n mittauslaitteistot ovat kehittyneitä ja moderneja. Liikuteltavien säteilymittauslaitteistojen lisäksi keskuksella on käytössään monenlaisia muita ajoneuvoja ja välineitä onnettomuustilanteita varten. Suuren vaikutuksen tekevät ERC:ssä kehitetyt simulaatiokoulutus-



Klaus Sjöblom

Ilmaisineläukku selkään ja menoksi! Säteilytiedot välittyvät silmälasista.

järjestelmät ja vielä keskeneräinen koulutustila. Tilojen valmistuttua erilaisia säteilylähteiden etsintöjä ja suojavarusteiden käyttöä voidaan harjoitella miellyttävästi sisätiloissa. Jo nyt monenlaisia simulaatioharjoituksia voidaan järjestää itse mittauslaitteille (muun muassa skanneriauto) ja samat asiat voidaan oppia myös luokahuoneessa tietokonepeli-mäisesti. Tällaisesta Suomessakin voitai-

siin ottaa mallia.

Puolentoista päivän mittaisen ERC:hen tutustumisen jälkeen ystävälliset isäntämme tarjoavat maukkaan venäläisen illallisen, johon kuuluu myös paikalliseen tapaan puheiden pitoa. Kiitos kollegoille mielenkiintoisesta ERC:n esittelystä – *Spasibo!!* ■

HAASTATELTAVANA

Leukemiapiikille ydinvoimaloiden lähellä ei löydy selitystä

Saksalaistutkimus lasten leukemian esiintyvyydestä ydinvoimalaitosten ympäristössä on herättänyt kansainvälistä kiinnostusta. Siihen on tartuttu keskusteluissa Suomessa erityisesti mahdollisilla uusilla ydinvoimalaitospaikkakunnilla. Maaliskuussa STUKissa vierailleelta tohtori Bernd Groschelta saatiin ensi käden tietoa tutkimuksen taustoista.

Saksalaisen Kinderkrebs und Kernkraft eli KiKK -tutkimuksen mukaan alle viiden kilometrin etäisyydellä Saksan ydinvoimalaitoksista asuvissa alle viisivuotiaissa lapsissa on esiintynyt enemmän leukemiatapauksia kuin kauempana asuvissa lapsissa. Syy on kuitenkin tuntematon, ydinvoimaloiden säteilystä se ei johdu.

STUKissa vieraili maaliskuun alussa tohtori Bernd Grosche, Saksan säteilyturvallisuusviranomaisen BfS:n Radiati-on Risk and Radiation Protection Concepts including Risk Communication -työryhmän johtaja. Groschen edustama säteilyturvallisuusviranomainen oli KiKK-tutkimuksen tilaaja.

Grosche kertoo, että tehdyn tutkimuksen lähtölaukaisuna toimi vuonna 2001 tehty havainto. Saksan lapsisyöpärekisterin (German Childhood Cancer Registry) kanssa yhteistyössä tehdyssä tutkimuksessa Baijerin kartalle merkittiin kaikki lapsisyöpätapaukset. Kun samaan karttaan merkittiin ydinvoimalaitokset, huomattiin, että juuri niiden ympäristössä erottui syöpien suhteen tiheämpi alue.

”Tämä aiheutti sen, että päätettiin pistää liikkeelle tapaus-verrokki-tutkimus

lapsuusiän syövästä lähellä ydinvoimalaitoksia. Tutkimussuunnitelman laatimisessa oli mukana myös aktivistiryhmiä.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko ydinvoimalaitosten ympäristössä suurentunut syöpäriski alle viisivuotiailla lapsilla. Toiseksi haluttiin tietää, väheneekö riski etäisyyden kasvaessa. Kolmas asia oli kartoittaa, löytyykö ilmiölle selittäviä tekijöitä.

Tutkimus toteutettiin Saksan kaikilla kuudellatoista ydinvoimalaitosalueella. Tapauksia olivat kaikki rekisteröidyt alle viisivuotiaat syöpäpotilaat. Verrokiryhmänä oli kullekin tapaukselle kolme satunnaisesti valittua, samalla alueella asunutta vastaavan ikäistä ja samaa sukupuoli-olevaa lasta.

”Näin ei verrattu alueita, vaan yksilöitä samalla alueella”, Grosche kertoo.

Yksi syöpä vuodessa enemmän

Tutkimukseen tuli mukaan lähes 1600 syöpään sairastunutta lasta ja runsaat 4700 verrokkaa. Tulokset kertoivat, että vuosina 1980–2003 alle viisivuotiaiden lasten osalta laskennallisesti 20 leukemiatapausta oli kytköksissä siihen, että lapsi asui lähempänä kuin viiden kilometrin etäisyydellä ydinvoimalaitokses-

ta. Kaikkiaan tämä merkitsee siis alle yhtä tapausta vuodessa.

Saksalaistutkimuksen haasteena oli esimerkiksi se, että toisin kuin Suomessa, asuinpaikkaa koskevia rekisteritietoja ei ole olemassa sähköisessä muodossa.

Arvioinnin mukaan tutkimuksessa on puutteita

Groschen esittelemä tutkimus on myös evaluoitu. Kriittisen arvion toteuttajana oli toinen riippumaton viranomainen: Ympäristöministeriön nimeämä Strahlenschutzkommission (des Bundesministeriums für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit), SSK. Sen mukaan KiKK-tutkimuksessa oli metodologisia heikkouksia. Puutteet koskivat erityisesti sitä, ettei tutkimuksessa arvioitu säteilyaltistusta tai muita mahdollisia tekijöitä, jotka olisivat voineet selittää syöpätapauksia.

Grosche kertoo, että tutkimukseen kuului myös toinen osa: kyselytutkimuksella haluttiin selvittää tarkemmin syöpätapausten taustoja. Tämä osuus kuitenkin epäonnistui muun muassa sen vuoksi, että ydinvoimalaitosten lähellä asuvat vanhemmat eivät vastanneet kyselyyn.

Ehkä SSK:n vähiten hyödyllinen kommentti oli se, että ”tutkimuksen lähestymistapa oli paras, jota voitiin käyttää, kaikki muut olisivat olleet liian vaikeita. Mutta mikäli paras ei ole tarpeeksi hyvä, sitä ei pitäisi tehdä.”

Ydinvoimalaitosten säteily ei ole syy

Grosche korostaa, että ydinvoimalaitoksien aiheuttama säteily ympäristössä on liian vähäistä, jotta se voisi selittää tu-

Bernd Grosche nauraa, että hänen ollessaan 14-vuotias, hänen suosikki jalkapallojoukkueessaan oli suomalainen pelaaja. Siitä saakka Grosche on toivonut pääsevänsä Suomeen ja tilaisuus tarjoutui tämän tutkimuksen yhteydessä.



loksia. Ympäristön normaali taustasäteily on ydinvoimalaitoksien aiheuttamaa säteilyaltistusta merkitsevästi suurempaa. Syyksi leukemiariskin kasvuun eivät riitä myöskään muissa tutkimuksissa leukemiaan yhdistetyt voimalinjat. Groschen mukaan voimalinjat on rakennettu peltojen ja asumattomien alueiden yli, joten ne eivät voi selittää syöpätapauksia.

Lisäksi on huomattava, että ainoa syöpätyyppi, jossa suurentunut riski on havaittu, on leukemia. Grosche nostaa esiin, että näyttää myös siltä, että havaittu suurempi riski alle viisivuotiaissa merkitsisi matalampaa riskiä yli viisivuotiaiden lasten osalta. Näin ollen saattaa olla niin, että leukemiaan on sairastuttu odotettua nuorempana.

Grosche uskoo, että lisätutkimuksia tarvitaan siitä, mikä leukemiaa aiheuttaa, ja miten eri tekijät yhdessä vaikut-

tavat siihen.

”Leukemiatapausten kasvu yleisellä tasolla liittyy jollakin tavalla elämäntapaan, mutta me emme tiedä miten.”

Miten suomalaisten pitäisi sitten reagoida tutkimustuloksiin.

”Täällä on jo reagoitu tekemällä omaa tutkimusta”, Grosche toteaa.

Leukemiaryppäitä havaittu

Niin sanottujen ryppäiden eli leukemian odotettua suuremman esiintyvyyden ilmiö on havaittu jo 1980-luvulla erityisesti Isossa-Britanniassa Sellafiel-din ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitoksen ympäristössä. Tutkimuksissa on huomattu, että lasten leukemian esiintyminen ei ole maantieteellisesti tasais- ta vaan tulee esiin tihentyminä – ja myös muualla kuin ydinvoimalaitosten ympäristössä. Lukuisista tutkimuksista huo-

limatta ei ole ollut mahdollista yhdistää suurentunutta leukemiatapausten esiintymistä säteilyyn.

Ranskassa ja Englannissa vuonna 2008 julkaistuissa tutkimuksissa todetaan, että alle viiden kilometrin etäisyydellä ydinvoimaloista asuvat alle viisivuotiaat lapset sairastuvat leukemiaan yhtä paljon kuin muualla asuvat. Lasten leukemia ydinlaitosten ympäristössä on tehty aikaisemmin useita tutkimuksia eri mais- sa. Useimmissa tutkimuksissa ei ole ha- vaittu suurentunutta riskiä.

Suomesta ei löydy vastaavaa ilmiötä

Suomessa STUK on yhdessä Syöpärekis- terin kanssa seurannut syöpien ilmaan- tuvuutta ydinvoimalaitosten ympäristös- sä koko niiden toiminnan ajan. Leukemi- aa ei esiinny voimalaitosten sijaintikun- nissa tai läheisyydessä sen enempää kuin

muuallakaan Suomessa.

Tilastotieteilijä Sirpa Heinävaara on parhaillaan viimeistelemässä tutkimusta ydinvoimalaitosten ympäristön syöpätilanteesta. Alustavat tulokset eivät anna viitettä suurentuneesta lasten leukemian riskistä.

Suomessa ydinvoimalaitosten vaikutusta ympäristöön seurataan tarkasti. Voimalaitoksien ympäristössä mitatut radioaktiivisuustasot ovat olleet niin pieniä, että niillä ei ole käytännössä merkitystä verrattuna muista syistä syntyvään taustasäteilyyn.

Suomessa ydinvoimalaitosten viiden kilometrin suojavyöhykkeellä asuu pysyvästi yhteensä noin sata ihmistä. Alle 5-vuotiailla lapsilla leukemiaa esiintyy noin kymmenen tapausta 100 000 lasta kohden vuodessa. Siksi lasten leukemia viiden kilometrin säteellä ei Suomessa ole todennäköinen eikä sitä voida tutkia samaan tapaan kuin niissä maissa, joissa ydinvoimalaitosten lähellä asuu paljon ihmisiä.

Ydinvoimalaitosten ympäristössä noin 20 kilometrin säteellä asuu Suomessa noin 65 000 henkilöä, joista alle 15-vuotiaita on 10 000.

Toinen käytännön eroavaisuus suomalaisten ja saksalaisten ydinvoimalaitosten kohdalla on se, että kun Suomessa reaktoria jäähdytetään merestä tulevalla ja mereen laskettavalla lauhdevedellä, saksalaiset ydinvoimalaitokset sijaitsevat jokien varsilla sisämaassa. Niiden jäähdytys tapahtuu toisella tekniikalla ja ydinvoimalaitokset erottaakin ympäristöstään jäähdytystorneistaan.

Leukemiassa vielä paljon kysymysmerkkejä

Lasten leukemian syitä ja tutkimustarvetta on ruodittu myös Berliinissä viime vuonna Workshop on Risk Factors to Childhood Leukemia -tapahtumassa. Lasten eli alle 15-vuotiaiden leukemian

Suomessa leukemiaa ei esiinny voimalaitosten sijaintikunnissa sen enempää kuin muuallakaan Suomessa.

ilmaantuvuus kasvaa kehittyneissä maissa noin puoli prosenttia vuosittain. Syitä tähän ei tunneta sen enempää kuin riskitekijöitäkään. Altistuksen ja leukemian yhteyttä on vaikea todeta, koska ei tiedetä milloin altistus on kriittinen leukemian suhteen eli tuleeko altistus jo mahdollisesti raskausaikana tai varhaislapsuudessa. Toisaalta lasten leukemia on

harvinainen sairaus.

Mahdollisina syinä ja riskitekijöinä on esitetty ympäristömyrkyjä, liuottimia, väestön sekoittumista sekä voimalinjoja. Mahdollisia suojaavia tekijöitä ovat lasten päivähoito, äidin raskauden aikana saama folaatti sekä kasvispitoinen ruokavalio. ■

Ydinvoimalaitoksen säteily rajataan laitokseen

Ydinvoimaloiden toimintaprosessissa syntyy suuria määriä radioaktiivisia aineita. Ne kuitenkin pidättyvät ydinpolttoaineeseen, reaktorin jäähdytyspiiriin, laitoksen vesien ja kaasujen käsittelyjärjestelmiin sekä jätejärjestelmiin. Voimalaitokset on suunniteltu ja rakennettu siten, että normaalista toiminnasta samoin kuin mahdollisista häiriötilanteista ja onnettomuuksista aiheutuvaa säteilyaltistusta rajoitetaan.

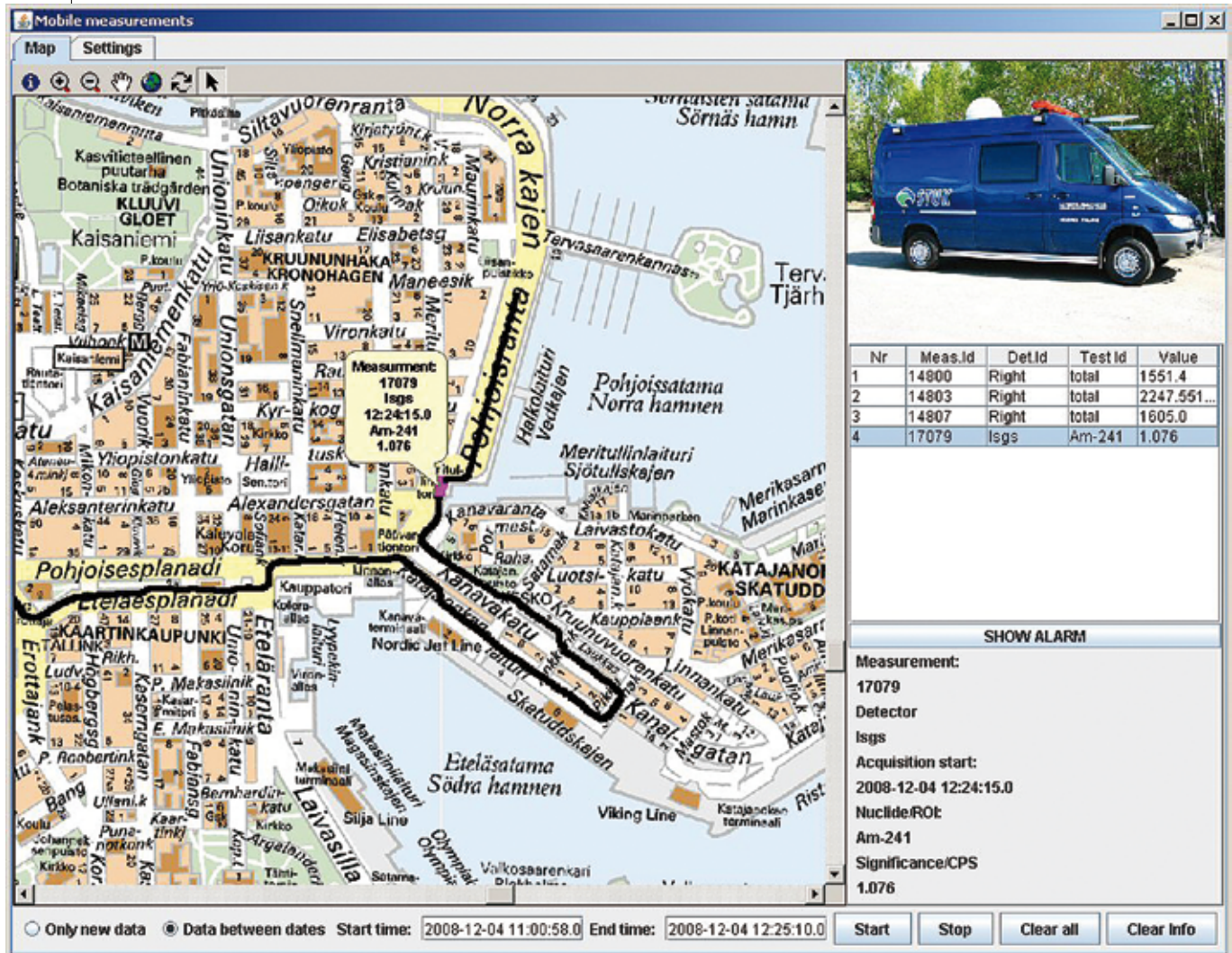
Ydinvoimalaitos ja sen käyttö on suunniteltava niin, ettei säteilyaltistuksen rajoja ylitetä. Käytännössä ydinvoimalan radioaktiiviset päästöt pidetään näitä hyvin paljon pienempinä.

Ympäristön säteilytarkkailusta vastaa luvanhaltija. Tarkkailu on luvanvaraista ja hyvin määriteltyä. Käytännössä sitä toteuttaa riippumaton laboratorio ja sen tekemät mittaukset ovat äärimmäisen herkkiä havaitsemaan kaikki ympäristössä esiintyvät radioaktiiviset aineet. Tulokset raportoidaan ja julkaistaan säännöllisesti. Ne osoittavat, että väestöön ei kohdistu ydinvoimalaitoksen päästöjen aiheuttamaa säteilyaltistusta.

Suomessa ydinvoimalan ympäristön säteilytarkkailuohjelmaan kuuluu ulkoisen säteilyn mittauksia sekä ulkoilman, ihmiseen johtavien ravintoketjujen ja väestön sisäisen radioaktiivisuuden määrittämiä. Mittauksia tehdään usean kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Elintarvikenäytteitä otetaan lähimmiltä tuotanto- ja jalostuslaitoksilta.

Ravintoketjujen osalta tutkitaan maaperän, talousveden, viljan, puutarhatuotteiden, luonnontuotteiden ja -kasvien, lihan, ruohon ja maidon radioaktiivisia pitoisuuksia. Vesiympäristössä tutkitaan esimerkiksi meriveden, sedimenttien, vesikasvien sekä kalojen pitoisuuksia. Poikkeustilanteen varalle ympäristöön on sijoitettu annosmittareita sekä vähintään 15 jatkuvatoimista, varmennettua ulkoisen säteilyannosnopeuden mittausasemaa. Niiden mittaustulokset siirretään reaaliaikaisesti valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon.

SONNIn reitti kartalla. Punainen piste kuvaa havaittua säteilytason nousua. Harjoituksessa käytettiin testilähteitä hälytysten tuottamiseen. Kuvan oikeassa yläreunassa on SONNI-mittausauto.



SONNIn liikkeitä voidaan seurata kartalta reaaliajassa

Säteilyturvakeskuksen kenttäryhmän kokoontumistiloissa voi seurata isolla ruudulla kartalta, kuinka SONNI-mittausauto etenee Helsingin keskustassa. Karttaohjelmisto on kehitetty erityisesti liikkuvien mittauspartioiden tulosten esittämiseen.►

Asiantuntija seuraa ruudulla SONNIn jälkeensä jättämää vanaa mustia pisteitä, välillä joukkoon ilmestyy muutama punainenkin. Punaiset pisteet edustavat kohonnutta säteilytasoa, jonka syynä on tavallisesti luonnon taustasäteilyn vaihtelu. Näistä hälytyksistä tulee ruudulle selitys, minkälaisesta tapahtumasta on ollut kysymys. Ohjelmaa käyttävä asiantuntija voi halutessaan saada mittauspisteistä lisätietoa.

Kyseessä on Säteilyturvakeskuksessa (STUK) kehitetty erityisesti liikkuvien mittauspartioiden tulosten esittämiseen tarkoitettu karttaohjelma, SonniMap, joka on pitkälle automatisoitu ja helppokäyttöinen. Se on kehitetty kentältä saatavien säteilymittausten hallinnoinnin apuvälineeksi.

Nykyaikainen järjestelmä tiedonhallintaan

Aikaisemmin kartat tehtiin mittaus-tuloksista käsin sen jälkeen kun tulokset oli toimitettu STUKiin. Viestit tulivat yleensä tekstitiedostoina, joista karttanäkymä rakennettiin. Järjestelmä vaati ainakin yhden kartta-asiantuntijan työpanoksen. Jo varhaisessa vaiheessa oivallettiin, että ainoa järkevä tapa hallita kentällä tapahtuvan mittaus-toiminnan tuloksia, on perustaa niitä varten keskitetty tietokanta. Tästä alkoi kehitystyö, joka tuottaa nyt tuloksia.

Nykyisin STUKin kenttäryhmällä on käytössään automaattinen tiedonsiirto kentältä johtokeskukseen. Lisäksi käytössä ovat erityisesti liikkuvien mittaus-tulosten hallintaan kehitetyt ohjelmat ja nykyaikaiset karttajärjestelmät. STUKin mittausauto, SONNI (Sophisticated ON-site Nuclide Identification), lähettää viiden sekunnin välein tehdyt mittaus-tuloksensa STUKin palvelimelle. Palvelimelta tiedot puretaan tietokantaan, josta tulokset voidaan esittää halutussa muo-

Tiedon hallinta ja mittaus-toiminnan ohjaaminen ovat kenttämittaustoiminnan suurimpia haasteita. Avainasemassa ovat toimiva tietokantaratkaisu sekä räätälöity karttaohjelmisto.

dossa, joko kartalla tai graafisina kuvajina. Kaikki tämä tapahtuu automaattisesti.

Järjestelmä on kehitetty siten, että mittaus-tuloksia voidaan seurata muuallakin kuin STUKin tiloissa. Tähän toimintaan tarvitaan suojattu yhteys mittaus-tietokantaan sekä paikallisesti asennettu karttaohjelmisto.

Kartta päätöksenteon apuvälineenä

SONNIn mittaus-tulosten karttaesitys on STUKin Turvateknologia-laboratoriossa kehitetty ohjelmisto, joka hakee tietokannasta kaikki uudet mittaus-tulokset ja lisää ne kartalle. Jos haetulla aikavälillä löytyy hälyttäviä mittauksia, ilmaantuu niistä kartalle oma symboli. Ohjelman avulla voidaan hälytyksiä selata ja etsiä. Karttaohjelmaa voidaan lisäksi käyttää myös vanhojen mittaus-tulosten seurantaan.

Kartoilla on tärkeä rooli mittaus-partioiden ohjauksessa. Johtokeskuksessa työskentelevien asiantuntijoiden tehtävänä on olla selvillä kentän tilanteesta. Räätälöidyt ohjelmat toimivat tässä hyvänä apuvälineenä ja antavat selkeän kuvan mittaus-tuloksista ja tilanteesta. Asiantuntijan on kyettävä nopeasti havaitsemaan kentällä tapahtuneet muutokset ja reagoimaan niihin. Hänen pitää pystyä vastaamaan kysymykseen, mitä on havaittu ja missä. Lisäksi hänen pitää pystyä ohjaamaan tulosten perusteella kentällä tapahtuvaa toimintaa.

Ohjelmistoa kehitetään edelleen

Yksi järjestelmän kehittämisen haasteista on ollut hallittavan tiedon määrä. Mittausauto tuottaa valtavan määrän mittaus-tuloksia. Karttajärjestelmän pitää pystyä sekä esittämään mittaus-auton liikkeet reaaliajassa että hakemaan mahdolliset hälyttäneet tiedot ilman viivettä. Kaiken tämän onnistumisen perustana on hyvin suunniteltu ja optimoitu tietokanta. Lisäksi tarvitaan nykyaikaiset ohjelmointityökalut sekä karttajärjestelmät. Monen vuoden kokemuksesta liikkuvien mittaus-tulosten esittämisestä on ollut runsaasti hyötyä järjestelmän rakentamisessa.

Ohjelman käyttöliittymää on kehitetty vuosien aikana erilaisissa harjoituksissa. Ohjelman pitää olla helppokäyttöinen, jotta sen käyttöön ei tarvittaisi kartta-asiantuntijaa. Lisäksi käyttöliittymän pitää pystyä nopeasti esittämään haluttu tieto. Nykyisin käytössä oleva ohjelmisto on kyennyt vastaamaan näihin haasteisiin hyvin.

Säteilyturvakeskus jatkaa karttaohjelmiston kehitystyötä. Mittaus-tietokantaan tallennetaan tulevaisuudessa useiden mittaus-partioiden tulokset, ja niiden esittäminen selkeästi yhtä aikaa kartalla luo uusia haasteita kehitystyölle. ■

Kirjoittaja Tarja Ilander toimii järjestelmä-asiantuntijana STUKin Turvateknologia-laboratoriossa.



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

Ydinvoimalan suojavyöhykkeenä mainitaan 5 kilometriä. Mikä tuon vyöhykkeen tarkoitus on ja onko se kuinka "metrin päälle"?

Ydinvoimalaitoksen noin viiden kilometrin suojavyöhykkeestä määrätään ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä annetussa valtioneuvoston asetuksessa (735/2008). Viiden kilometrin kriteeri on luonteeltaan suuntaa-antava, joten suojavyöhykkeeseen on tarpeen liittää merkittävät asuntoalueet, jotka osittainkin ovat tällä etäisyydellä. Vyöhykkeen päätarkoituksena on varmistaa, että vakavan onnettomuuden sattuessa ydinvoimalaitoksen lähiympäristön asukkaat pystytään evakuoimaan turvallisesti ja tehokkaasti.

Suojavyöhykkeellä ydinvoimalaitoksen tulee myös huolehtia riittävästä säteilyvalvonnasta, ennakkotiedottamisesta väestölle onnettomuustilanteiden varalta sekä joditablettien jakamisesta väestölle.

Kun esimerkiksi uusia ydinvoimalaitoksia suunnitellaan, arvioidaan jokaisen laitospaikkavaihtoehdon kohdalla erikseen, onko laitospaikalla edellytykset lähialueella olevien ihmisten riittävän tehokkaaseen evakuoimiseen uhkatilanteessa. Arviointiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. evakuoitavien määrä, liikenneolosuhteet, käytävissä olevat evakuoimissuunnat, alueelliset pelastusvalmiudet jne.

STUK on suositellut johdonmukaisesti kaavoituksen yhteydessä viiden kilometrin vyöhykkeen ylläpittoa nykyistenkin laitospaikkojen ympäristössä. Tällä halutaan rajoittaa teollisuuden, sairaaloiden, asutustaaajamien ym. rakentamista olemassa olevien laitosten läheisyyteen.

Tämänkin rajoituksen tarkoitus on helpottaa pelastussuunnittelua mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Vyöhykettä ei siis ylläpidetä normaalikäytön päästöjen takia, sillä laitos ei normaalikäytössä altista lähiympäristön asukkaita säteilylle.



Mitä magneettikenttiä rakennusten ulko- seiniin asennettavat ilmalämpöpumput aiheuttavat? Mikä on rakennukseen sijoitettava muuntamo?

Ilmalämpöpumput eivät aiheuta sen kummempia magneettikenttiä kuin muutkaan kodin sähkölaitteet. Sähkömoottorit laitteen kompressorissa ja tuulettimissa aiheuttavat hyvin paikallisen kentän ympärilleen (verrattavissa esim jääkaappiin), mutta muuten niissä ei ole mitään erityistä magneettikenttiä aiheuttavaa tekniikkaa.

Muuntamo on laite joka pudottaa siirtoverkon korkeamman jännitteen kotikäyttöön sopivaksi 230V jännitteeksi. Sähköpääkeskus on tila, jossa taloon tuleva sähkösyöttö jaetaan esim. eri huoneistoihin. Tämä voi olla muuntamon yhteydessä, jos talossa on oma muuntamo.

Muuntamot aiheuttavat joissain tapauksissa hurisevan äänen lisäksi kohtalaisen suuren magneettikentän, joten asuinrakennuksissa niiden sijoitteluun on hyvä kiinnittää huomiota. Esim. 1970-luvulla rakennetuissa suurissa kerrostaloissa muuntamo on usein suoraan 1. kerroksen asunnon alla ja pahimmillaan matalajännitepuolen virtakiskot on kiinnitetty muuntamotilan kattoon eli suoraan asunnon lattian alle. Tällöin magneettikenttä saattaa joissakin tapauksissa jopa ylittää altistumisrajat. Toisaalta käytössä on myös muuntajia, jotka eivät aiheuta merkittäviä magneettikenttiä.

Magneettikentistä ja niiden lähteistä on saatavilla lisätietoa esimerkiksi STUKin julkaisemasta kirjasta *Ionisoimaton säteily – Sähkömagneettiset kentät*, joka löytyy pdf-muodossa STUKin internetsivuilta osoitteesta: http://www.stuk.fi/julkaisut_määräykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja6/

Lue ajankohtaista asiaa säteily- ja ydinturvallisuudesta – tilaa Alara!

- ♦ www.stellatum.fi ♦ tilaajapalvelu@stellatum.fi
- ♦ puhelin: (03) 4246 5340

Tilaushinnat Suomessa 2009 (4 numeroa vuodessa): kestotilaus 42 € (laskustuväli 12 kuukautta), 12 kuukauden määräaikaistilaus 45 €.

Radonmittauspurkki on ollut koko mittausajan väärin päin, eli kannessa olevat reiät olivat alaspäin.

Menikö koko mittaus pieleen?

Jos purkki on ollut tavallisella puu-, metalli- tai vaikka esimerkiksi viilutasolla, -pöydällä tai -hyllyllä, ei haittaa, vaikka se olisikin ollut väärin päin. Hiukkasia pääsee purkkiin sen raoista joka tapauksessa niin, että ilman radonpitoisuus tulee mitattua. Purkki voidaan siis lähettää STUKiin analysoitavaksi kahden kuukauden mittausajan päätyttyä.

Sen sijaan jos purkki on ollut väärin päin betoni- tai kivipinalla, joista itsestään saattaa irrota radonia, voi mittautulos vääristyä. Toisin sanoen tulos voi osoittaa suurempaa radonpitoisuutta, kuin mitä ilmassa todellisuudessa on. Tällaisessa tapauksessa kannattaa olla yhteydessä Säteilyturvakeskukseen (radonmittauspalvelu, p. 09 759 88 497), josta neuvotaan tarkemmin, mitä mittaukselle pitäisi tehdä.

Haittaako, jos radonmittauspurkki on ollut ennen mittausta pakkasessa pari päivää?

Ei haittaa mitään, pakkanen ei vahingoita purkkia.



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

OHJEET

ST 5.2

Användning av kontroll- och analysröntgenapparater

ST 5.4

Säteilylähteiden kauppa

TUTKIMUSRAPORTIT

STUK-A 233

Radontalkoot - tilannekatsaus 2008. Helsinki 2008. Arvela H, Valmari T, Reisbacka H, Niemelä H, Oinas T, Mäkeläinen I, Laitinen-Sorvari R.

STUK-A 234

Non-targeted effects of ionising radiation. Proceedings of the RISC-RAD specialised training course "Non-targeted effects of ionising radiation".

STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority, Helsinki, Finland 14-16 February 2005. Helsinki 2008.

Belyagov O. V. (ed.)

STUK-B 98

Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2008. Kainulainen E. (toim.)

STUK-TR 8

Vertailuanalyysin käyttö termohydraulisten koelaitteistojen tulosten laitosmittakaavaan skaalautumisen tutkimisessa. Diplomityö. Suikkanen P.

KATSAUKSET

Radioaallot ympäristössämme
Ihmisen radioaktiivisuus



KERRO MIELIPITEESI Alarasta

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

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

Säteilysuojelun uudet kansainväliset suositukset

– Mikä muuttuu säteilysuojelussa?

SEMINAARI 27.5.2009
Säteilyturvakeskus, Laippatie 4, Helsinki

Viime vuoden syyskuussa Säteilyturvakeskus (STUK) järjesti seminaarin säteilysuojelun uusista kansainvälisistä suosituksista. Seminaarin suuren suosion vuoksi kaikki ilmoittautuneet eivät valitettavasti mahtuneet mukaan, ja STUK onkin päättänyt järjestää toisen vastaavanlaisen tilaisuuden toukokuussa 2009.

Seminaari käsittelee Kansainvälisen säteilysuojelukomission (ICRP) uusia perussuosituksia, jotka julkaistiin syksyllä 2007. Lähes kaikkien maiden ja myös EU:n säteilysuojelulainsäädäntö perustuu ICRP:n suosituksiin. Seminaarissa STUKin asiantuntijat kertovat uusista suosituksista sekä arvioivat niiden vaikutusta tulevaisuuden säteilysuojeluun.

Seminaarin aiheet:

- Suositusten tarkoitus ja soveltamisala
- Säteilysuojelun biologiset perusteet
- Säteilysuojelussa käytettävät suureet ja yksiköt
- Ihmisen suojeleminen säteilyltä
- Kansainvälisten suositusten täytäntöönpano
- Säteilysuojelu lääketieteessä ja biolääketieteellisessä tutkimuksessa
- Ympäristön säteilysuojelu
- Säteilysuojelun keskeiset termit ja käsitteet

Seminaari on tarkoitettu säteilyn käyttäjille sairaaloissa, teollisuudessa ja tutkimuksessa, pelastusviranomaisille ja muille, jotka joutuvat työssään tekemisiin ionisoivan säteilyn kanssa, sekä muuten säteilysuojelusta kiinnostuneille.

Ilmoittaudu seminaariin STUKin internetsivujen kautta ja varaa itsellesi mahdollisuus saada hyvissä ajoin uusin tietoa siitä, mihin säteilysuojelu on menossa. Ilmoittautuminen seminaariin tehdään sähköisesti osoitteessa: http://www.stuk.fi/sateilytietoa/koulutus/fi_FI/koulutus/

Seminaarin hinta on 150,00 € (+ alv 22 %). Hinta sisältää luento- ja muun materiaalin, suomenkielisen raportin uusista ICRP:n perussuosituksista sekä lounaan ja kahvitarjoilut. Sitovat ilmoittautumiset tulee tehdä viimeistään 15.5.2009. Lisätietoja käytännön järjestelyistä antaa Raisa Tiililä, puhelinnumero (09) 759 88 597, e-mail: icrp-seminaari2009@stuk.fi