

alara

3 2010

AJANKOHTAISTA SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUDESTA

Hyvä, paha säteily terveydenhuollossa

Ydinjätteiden loppusijoitushanke etenee

- 4** PET-kuvaus paljastaa syövän etäpesäkkeet
- 8** Terveysthuollon röntgentoiminnan valvonta muuttuu
- 10** Hellän kuvauksen kampanjalla lasten säteilyannos pienemmäksi
- 12** Yhä harvempi suomalainen röntgenkuvataan
- 14** Ydinjätteen loppusijoitushanke etenee kohti rakentamislupaa



Sini Silvan

PET-kuva kertoo, mitä ihmisen sisällä tapahtuu.



Ydinjätteen loppusijoitusta tutkitaan vielä.

- 17** Osajien riittävyys haaste ydinalalle
- 18** Valmiusharjoitukset ovat oppimisen paikka
- 20** Kesäharjoittelijat ovat kuin kalat vedessä

- 22** Väitös ei vetänyt vakavaksi
- 24** Usko ydinsulkusopimukseen vahvistui
- 26** Näppituntumasta luotettaviin tarkastuksiin

JOKA NUMEROSSA:

- 4** PÄÄKIRJOITUS
- 7** LYHYESTI
- 9** POLLA SÄTEILEE
- 29** KYSY SÄTEILYSTÄ
- 31** UUDET JULKAISUT



Ohjeita neuvottomille ja neuvoja ohjeettomille

Trooppisen lämmin Suomen kesä on nyt nähty! Viiden viikon kesäloman aikana vain yhtenä lauantaina oli kylmä, muuten oli kuuma kuin Miamiassa. Lähätää piti. Hätä neuvon keksii: Koirapoikamme kävivät suihkussa – niskakarvat märkänä makoilu on paljon coolimpaa.

Osallistuinkin loman jälkeen Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ohjetyöryhmään, johon oli kutsuttu joukko asiantuntijoita muun muassa Intiasta, Pakistanista, Venäjältä, USA:sta, Ruotsista ja Suomesta. Tehtävänämme oli kolmen päivän kokouksessa käsitellä viisikymmenvuvinen ohjeluoennos ydinmateriaalien turvajärjestelyistä. Ohjeemme kanssa oli tehty hyvä esityö, paljon asiaa oli jo paperilla valmiiksi mietittynä. Asiantuntijat käärivät hihat, ja tekstin editoiminen alkoi.

Minua on aina hämmästyttänyt, että alamme sumeasti kommentoimaan ja käsittelemään sitä, mitä meille eteen annetaan. Vain harva miettii tekstin eteen saatuaan, mitä siinä pitäisi lukea. Punakynäily tuntuu olevan geeneissä. Puoli päivää ohjeen kanssa hikoiltuamme pyysimme tietoa ohjeen ”fundamentaaleista”. Perusteiden on hyvä olla kunnossa ennen yksityiskohtien asettelamista. Kauhean työlästä ohjeen tekeminen on: Keskustellaan, kommentoidaan, kinastellaan, unohdetaan välillä, mitä, miksi ja kenelle tehdään. Sitten deletoidaan ja editoidaan, ja seuraava työryhmä pyörittää saman rumban uudestaan. Ohjeita kuitenkin syntyy ja yhä useammin ne ovat oikeasti hyviä neuvoja toimintaa ohjeistamaan.

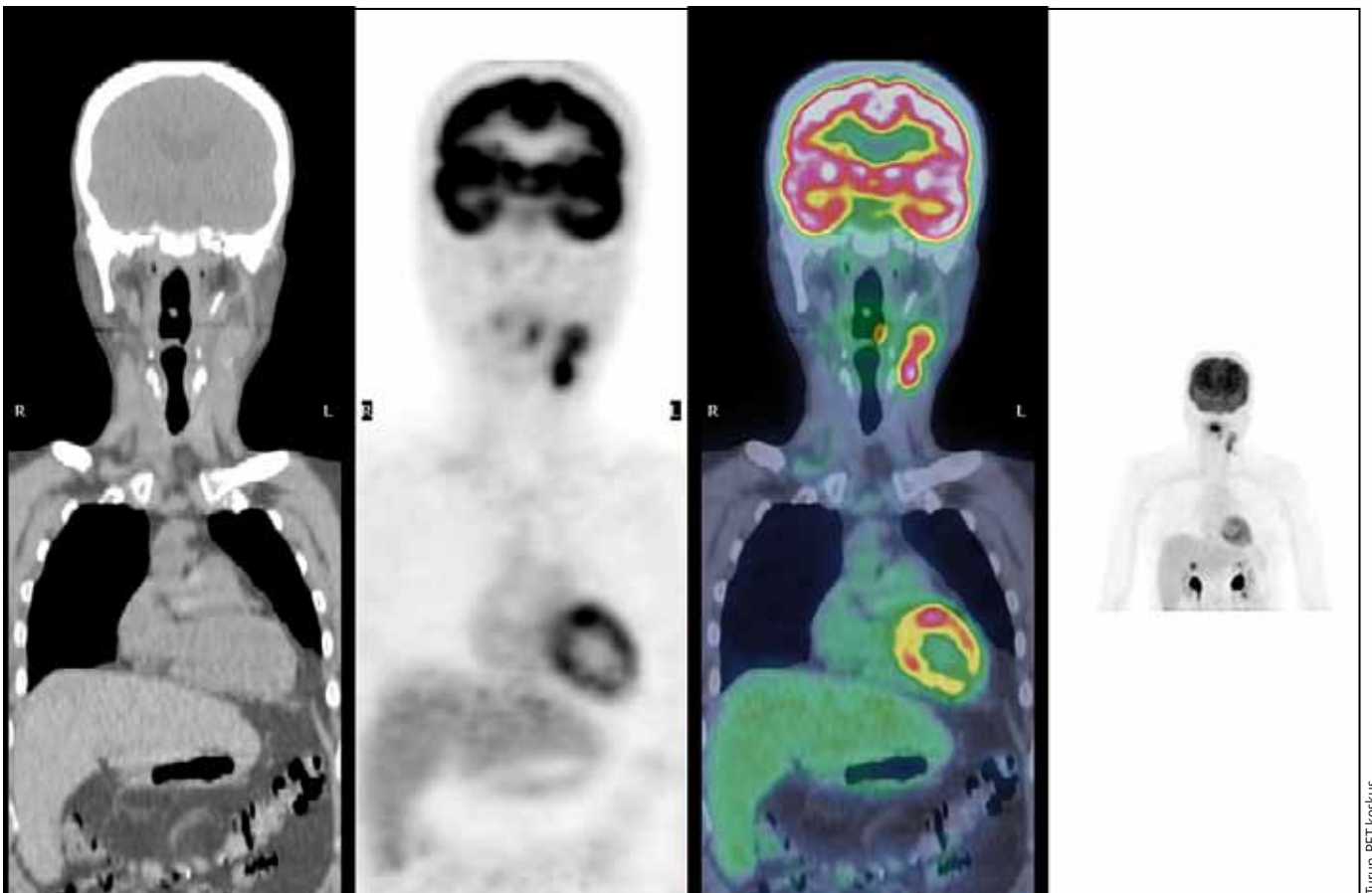
Ohjeistamisen ongelma on, että ohjeita ei aina lueta. Tai niitä luetaan vasta sitten, kun hätä on jo suuri. Toinen ongelma on, että ohjetta ei ymmärretä tai jos mahdollista, se ymmärretään väärin. Jos ohje on sitova, sen pitäisi olla juristilegioonan laatima, kaikilla kielillä. Raastuvassa sitä sitten luetaan sanatarkasti. Muutama vuosi sitten tavailin oman substanssialani suomeksi käännettyä ohjetta ja minun oli tarkistettava englanninkielisestä versiosta, että älysin, mistä on kyse. En heti arvannut, että lauseella ”rypäleet, jotka panostetaan reaktoriin”, tarkoitetaan ydinpolttoainenippujen lataamista reaktoriin.

Hyvä ohje on lyhyt, selkeä ja houkutteleva – kuin mainos. Liian paksu ja pienellä prantäty ohjekirjanen on paras takan sytykkeenä. Laitteiden käyttöohjeet ovat usein huonoja käännöksiä tai muuten kryptisiä. Esimerkkinä erään energiankulutusmittarin ohje: ”Työnnä energiankulutusmittari sopivaan pistorasiaan. Työnnä nyt mitattavan laitteen pistoke pistorasiaan.” Vaadin seuraavan kerran ohjeen blondiversion.

Nyt olen varmaan onnistunut motivoimaan kaikki ohjeiden parissa ahertavat tärkeään ja vaativaan ohjetyöhön? Ohjetyön lomassa Alara piristää säteilevällä ajankohtaistiedon pläjäyksellä.

Elina Martikka

PET-kuvaus paljastaa syövän etäpesäkkeet



Turun PET-keskus

PET-kuvaa pään ja kaulan alueen syövästä. Syöpäkasvain käyttää sokeria muita kudoksia enemmän.

PET-kuvantaminen eli positroniemissiotomografia on suorastaan ällistyttävän hieno tapa tutkia, mitä ihmisen sisällä tapahtuu. Erityisen hyödyllinen PET on syöpähoidoissa, koska sen avulla voidaan paitsi erottaa syöpäkasvain, myös löytää sen etäpesäkkeet.

PET kuuluu isotooppilääketieteen alaan. Se perustuu nopeasti puoliintuviin radioaktiivisiin merkkiaineisiin. Potilaan elimistössä nämä radioaktiiviset aineet hakeutuvat haluttuun kohteeseen.

Esimerkiksi syöpätutkimuksissa hyödynnetään tietoa siitä, että syöpäkasvain käyttää sokeria enemmän kuin muut kudokset. Kun potilaan laskimoon annetaan ainetta, jossa glukoosi-sokeriin on liitetty radioaktiivinen fluori-18-isotooppi, merkkiaine kulkeutuu syöpäkasvaimeen, mistä se havaitaan PET-kameralla. Tämä syöpäkuvauksissa eniten käytetty glukoosijohdannainen on fluori-18-fluorodeoksiglukoosi eli ^{18}F -FDG.

Aivokasvainten kuvantamisessa käytetään paljon hiili-11-leimattua aminohappoa metioniinia, sillä kasvaimen erottaminen sokerijohdannaisella on haasteellista aivojen luontaisesti korkean sokerin kulutuksen takia.

Potilaalle turvallinen

PET-kameralla tutkimukset tehdään potilaaseen koskematta. Potilaalle annetaan ai-noastaan laskimon kautta radioaktiivisella aineella leimattu merkkiaine.

”Yhdisteellä ei ole sivuvaikutuksia”, kertoo dosentti **Heikki Minn** Turun valtakunnallisesta PET-keskuksesta.

Potilaan saama säteilyannos tulee merkkiaineesta. Tutkimuksessa FDG-kuvauksesta saadun säteilyn määrä on noin seitsemän millisievertiä, mikä on noin kaksi kertaa vuotuisen taustasäteilyn määrä.

”Säteilyannos voi jäädä jopa alhaisemmaksi kuin esimerkiksi raskaan sarjan TT-kuvantamisessa.”

Kun käytetään yhdistelmälaitteita, jossa yhdistetään PET ja tietokonetomografia, käytetään low dose -protokollaa. Näin yhdistelmäkuvaustenkin kokonaissäteilyannos jää alle kymmeneen millisievertiin.

”Kuvantaminen voidaan tarvittaessa tehdä syöpäpotilaalle useaan kertaan. Säteily määrä ei ole ongelma potilaan turvallisuudelle.”

Merkkiainetuotanto on automatisoitu

Turussa PETissä käytetyt lääkeaineet tuotetaan PET-keskuksen yhteydessä toimivassa radiofarmasian laboratoriossa, missä radioisotoopit valmistetaan omalla hiukkaskiihdyttimellä. Koska radioaktiivisten merkkiaineiden puoliintumisaika on lyhyt, täytyy merkkiainetuotannon olla lähellä potilasta.

Radioaktiivisella merkkiaineella leimattun aineen valmistaminen rutiinikuvausia varten on täysin automaattista. Kiihdyttimestä saatu radioaktiivinen isotooppi ohjautuu letkua pitkin kuumakemiamioon (hot cell), jossa se yhdistetään kanta-

ja-aineeseen tätä yhdistettä varten kehitetyssä automatisoidussa synteesilaitteessa.

Radiofarmasian laboratorio analysoi jokaisen potilaalle annettavan merkkiaineen laadun, puhtauden ja pitoisuudet.

”Joka kerralla saadaan ensin varmistusotto, että kaikki on analyysissa kunnossa ennen kuin ainetta annetaan potilaalle”, Minn kertoo.

Automatisoitu merkkiainetuotanto on henkilökunnalle turvallista. Sen sijaan radiolääkeaineiden tuotekehitystä ei ole automatisoitu, mikä merkitsee radiokemisteille säteilyaltistusta erityisesti käsille.

PET-kuvauksessa on omat rajoitteensa: tietyt tulehdussairaudet näyttävät siinä syövilä.

Radioisotooppien valmistuksessa ollaan matkalla uuteen kehitysvaiheeseen, kun käyttöön otetaan hiukkaskiihdyttimen rinnalle uudentyyppinen generaattori. Siitä voidaan ”lypsää” positroneja säteilevää isotooppia, tässä tapauksessa gallium-68-radioisotooppia. Gallium-68:lla leimatut radiolääkeaineet otetaan Turussa potilaskäyttöön tämän vuoden loppupuolella.

Vielä vailla nobelia

Ensimmäiset PET-kamerat kehitettiin 1970-luvun puolivälissä.

Uudet laitteet ovat valtaosin PET-TT-yh-



PET-tutkimuksessa potilaalle annetaan laskimon kautta radioaktiivisella aineella leimattu merkkiaine. Se koostuu positroneja lähettävistä radionuklideista, jotka on kiinnitetty tutkimuksen kohteena olevaan yhdisteeseen. Kun positronit törmäävät elimistössä elektroneihin, vapautuu kaksi toisiinsa nähden kohtisuoraan kulkevaa gammakvanttia. Ne pystytään havaitsemaan kehon ulkopuolelta.

PET- ja magneettikuvauslaitteiden yhdistelmä avaa uusia näköaloja aivotutkimukseen ja aivokasvainten hoitoon.

distelmälaitteita. Kun PET-kameraan yhdistetään tietokonetomografia, saadaan tietoa syövän rakenteesta ja aineenvaihdunnasta sekä paikkatietoa kudoksen sijainnista.

”Yhdistelmälaitteet mullistivat kliinisen käytön vajaan 10 vuotta sitten.”

”PET-TT on tämän vuosituhannen suurin keksintö syövän kliinisen kuvantamisen alueella. Seuraava lähiaikoina potilaskäyttöön tuleva innovaatio on PETin ja magneettikuvauslaitteen yhdistelmä. Tämä avaa uusia näköaloja aivotutkimukseen ja aivokasvainten hoitoon. Nobel on tulossa PET-laitteiden kehittäjille, uskallan lyödä siitä vaikka vetoa”, Minn sanoo.

Valtaosa kuvauksista koskee syöpää

Turussa PETiä käytetään 80–90-prosenttisesti syöpien kuvantamiseen. Levinneisyyden selvittämisen lisäksi sillä seurataan hoitovastetta ja taudin uusimista. Sitä käytetään myös sädehoidon suunnitteluun.

Aivokasvainten havaitsemisessa PETiä käytetään neuronavigaatioon. Siinä etsi-

tään kolmiulotteisesti paikkaa edustavan koepalan ottamiseen, jotta vältetään vaurioittamasta tiettyjä motoriikan kannalta tärkeitä alueita.

PET-tutkimusta käytetään myös sepelvaltimotaudissa, jossa voidaan havaita sepelvaltimon tukkeumien rakenne ja verenvirtaus samanaikaisesti. Jonkin verran PETiä käytetään myös tulehdussairauksien, epilepsian ja Alzheimerin taudin diagnosoinnissa.

Lääkkeiden kehitystyössä PET on Minnin arvion mukaan korvaamaton. Lääketutkimuksissa sillä seurataan, miten skitsofrenian yliaktiivisten aivoreseptorien toimintaa voidaan hillitä. Samoin esimerkiksi suoliston harvinaisessa sarkoomassa seurataan, miten lääkeaine torjuu sokean aineenvaihdunnan syöpäkasvaimessa estäen näin sen kasvun.

Kiinteitä laitteita ja rekkoja

Dosentti Heikki Minn korostaa, että asenteet ovat jatkuvasti parantuneet ja tietoisuus PETin käytöstä on kasvanut.

Suomessa kiinteitä PET-kameroita on

kolmessa sairaalassa; Turussa, Tampereella ja Helsingissä. Turun kameroista on yksi kliinisessä käytössä ja kolme tutkimuskäytössä. Helsingissä PET-kamera on myös yksityisellä syövänhoitoklinikalla.

”Ouluun on tulossa PET-TT-kamera lokakuussa. Kuopioon sellainen haluttaisiin myös. Näiden lisäksi rekkaan sijoitettu PET-TT on kiertänyt Kuopiossa ja Oulussa.” ♦



Amerikkalaistutkimuksen mukaan PET täsmentää syöpäpotilaan hoitosuunnitelmaa jopa 30–40 prosentissa tapauksista. ”Väärä hoito on se, mikä on kallista”, dosentti Heikki Minn korostaa.

Isotooppitutkimuksiin vaaditaan aina lääketieteellinen oikeutus

Ylitarkastaja Helinä Korpela Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilyn käytön turvallisuus -osastolta korostaa, että säteilylle altistavan toimenpiteen on oltava oikeutettu ja optimoitu. Näin myös isotooppitutkimuksella täytyy olla lääketieteellinen oikeutus.

Tutkimuksen tavoitteen tulee täytyä niin, että säteilyaltistus on mahdollisimman pieni. Tämä edellyttää muun muassa, että henkilöstö on pätevää, laitteet ovat kunnossa ja tutkimusmenetelmät on optimoitu.

”Radioaktiivisen lääkkeen aktiivisuus on mitattava ennen sen antamista potilaalle. Potilastietoihin on merkittävä tutkimuksessa käytettävä radioaktiivinen lääke ja sen aktiivisuus”, Korpela toteaa.

Röntgen- ja isotooppitutkimuksia varten on käytössä STUKin antamat vertailutasot. PET-tutkimuksista potilaalle aiheutuva säteilyannos on suhteellisen suuri verrattuna muihin isotooppitutkimuksiin ja samaa suuruusluokkaa kuin tietokonetomografiassa.

Yleisimmästä PET-tutkimuksesta eli kasvainten kuvantamisesta ¹⁸F-FDG:llä aiheutuu potilaalle noin 7 millisievertin annos, kun käytetään vertailutason osoittamaa aktiivisuutta. Vastaavasti keuhkojen röntgen-

tutkimus on vain noin 0,1 millisievertiä, kun taas vatsan tietokonetomografiatutkimuksessa annos on 12 millisievertiä.

Vuonna 2006 isotooppitutkimusten lukumäärä oli Suomessa 7,7 tuhatta asukasta kohti, kun se kehittyneissä maissa vuonna 2007 oli keskimäärin 22,1. Tutkimusmäärät vaihtelevat huomattavasti maasta toiseen. Samana vuonna esimerkiksi Saksassa tehtiin 47, Ruotsissa 11 ja Virossa 2 tutkimusta tuhatta asukasta kohden.

Vuonna 2009 Suomessa tehtiin vähän yli 3 000 tutkimusta ¹⁸F:lla leimatuilla radioaktiivisilla lääkkeillä. Lukumäärä on lähes kaksinkertaistunut vuodesta 2006.

Vuonna 2009 PET tutkimuksia tehtiin yhteensä 3 645. Erityisesti työntekijöiden käsien säteilyannokset ovat lisääntyneet ¹⁸F:n käyttöönoton jälkeen.

Säteilyturvakeskus valvoo säteilyn käyttöä. Säteilyn käyttäjältä vaaditaan turvallisuuslupa, käyttöpaikalle tehdään tarkastuksia, ja säteilyn käytöstä vaaditaan erilaisia selvityksiä.



Riikka Laitinen-Sorvari

Kansainvälistä säteilysuojelujärjestöä IRPAA johtaa yhdysvaltalainen Kenneth R. Kase.

IRPA kokosi 850 säteilysuojelun ammattilaista Helsinkiin

Kansainvälinen säteilysuojelujärjestö IRPA (International Radiation Protection Association) muodostuu alan kansallisista tai alueellisista yhdistyksistä, joita jäsenenä on 56 kaikkiaan 45 eri maasta. Kansallisten yhdistysten kautta IRPAan kuuluu kaikkiaan 17 000 henkilöjäsentä.

Kolmas eurooppalainen IRPA-kongressi järjestettiin kesäkuun puolessa välissä Helsingin Finlandia-talossa. Järjestäjänä oli Pohjoismainen säteilysuojaseura, ja käytännön järjestelyistä vastasi Säteilyturvakeskus. Kongressiin osallistui noin 850 säteilysuojelualan ammattilaista.

Harriet Öster

Eurooppalainen verkosto tehostaa pienten säteilyannosten tutkimusta

Säteilysuojelun eräs eniten keskustelua herättävistä aiheista on pienten säteilyannosten vaikutukset ihmisiin. Aihetta tutkivien ryhmien yhteistyön parantamiseksi on vastikään luotu eurooppalainen verkosto DoReMi, jota koordinoi Säteilyturvakeskus.

”Kiinnostuksen kohteina DoReMi-hankkeessa ovat esimerkiksi ympäristön luonnolliset ja keinotekoiset radioaktiiviset aineet, kosminen säteily sekä erilaiset lääketieteen tutkimukset. Toistuva tietokonetomografiatutkimus on huolenaihe, koska tutkimusten määrä on lisääntynyt valtavasti viime vuosina”, toteaa Säteilyturvakeskuksen tutkimusjohtaja **Sisko Salomaa** (kuvassa).

”Kun puhumme pienten säteilyannosten vaikutuksista, tarkoitamme syöpäriskin lisäksi muutakin, esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksia, kognitiivisia sairauksia ja silmän linssin sameutumista eli kaihia.”

Pienten säteilyannosten vaikutuksia koskeva tutkimus on pirstaloitunut moineen tutkimusryhmään. DoReMi-hankkeen (Low Dose Research towards Multi-disciplinary Integration) tarkoituksena on koota ryhmät yhteen tutkimusverkkoon, jotta eurooppalaisia resursseja käytettäisiin mahdollisimman tehokkaasti. Alkuvaiheessa verkostoon kuuluu 12 tutkimusta tekevää organisaatiota kahdeksasta Euroopan maasta.

Yhteistyön taustalla ovat EU:n viime vuonna esittämä asiantuntijaehdotus pienten säteilyannosten tutkimusstrategiaksi ja MELODI-osaamiskeskittymä, jossa ovat mukana keskeiset alalla toimivat eurooppalaiset tutkimuslaitokset ja rahoittajat.

”DoReMi:n puitteissa on tarkoitus tutkia, miten säteily aiheuttaa syöpää. Tutkimme myös, onko olemassa väestöryhmiä, jotka ovat erityisen herkkiä ionisoivalle säteilylle. Keskeinen tavoite on selvittää, aiheuttaako säteily pienilläkin annoksilla muita sairauksia kuin syöpää. Tällä tutkimusalueella eurooppalaiset tutkimusryhmät ovat erityisen vahvoja”, Salomaa sanoo.

Harriet Öster



Riikka Laitinen-Sorvari

Terveystenhuollon röntgen-toiminnan valvonta muuttuu

Röntgenlaitteet ja -toiminnot luokitellaan arvioiden perusteella vaativuusluokkiin. Luokittelu muuttaa valvontakäytäntöä.

”Mitä suurempi säteilyriski, sitä tarkempi valvonta”, on periaate, jota viime vuosina on alettu korostaa kansainvälisessä terveydenhuollon röntgentoiminnan valvonnassa.

Myös Säteilyturvakeskus (STUK) on parin vuoden ajan arvioinut röntgenlaitteiden ja -toimintojen riskejä ja jakanut laitteet arvioiden perusteella vaativuusluokkiin. Luokituksessa on painotettu erityisesti mahdollisen säteilyaltistuksen suuruutta sekä poikkeavien tapahtumien todennäköisyyttä.

Kesäkuusta lähtien arvioinnin ja luokituksen tulokset ovat näkyneet myös röntgentoiminnan valvonnassa.

Määräaikaistarkastukset osatoiminnoittain

Uuden valvontakäytännön mukaan määräaikaistarkastuksissa ei enää automaattisesti käydä läpi käyttöpaikan kaikkia röntgentoimintoja vaan tarkastukset jaksotetaan ja toteutetaan osatoiminnoittain.

Röntgentoiminta onkin nyt jaettu riskiarvioinnin pohjalta kuuteen osatoimintaan: laaja röntgentoiminta, röntgentoiminta, suppea röntgentoiminta, osastokuvaustoiminta, c-kaaritoiminta ja seulon-tatoiminta. Jaossa on otettu huomioon röntgenlaitteiden vaativuus ja käyttötar-koitus.

STUKin määräaikaistarkastukset jak-sottuvat osatoiminnoittain siten, että seulon-tatoiminta tarkastetaan kahden

vuoden välein, laaja röntgentoiminta kolmen vuoden välein, sekä röntgentoiminta, suppea röntgentoiminta, osastokuvaustoiminta ja c-kaaritoiminta viiden vuoden välein.

Ensimmäinen määräaikaistarkastus tehdään, kun uusi toiminta tai toiminta uudella käyttöpaikalla aloitetaan. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä käydään läpi kyseisen käyttöpaikan oleelliset sätei-

lyn käyttöön liittyvät osa-alueet mukaan lukien säteilyn käyttöön osallistuvat eri ammattiryhmät.

Käyttöönottotarkastukset laitteiden vaativuuden mukaan

Käyttöönottotarkastuksessa STUKin valvonta kohdistuu röntgenlaitteeseen ja sen käyttötilaan.

Tarkastuksessa selvitetään kyseisen

Terveystenhuollon röntgentoiminnan osatoiminnot

Laaja röntgentoiminta

- ♦ vaativuusluokan III laitteet

Röntgentoiminta

- ♦ vaativuusluokan II laitteet, pois lukien seulon-taan käytettävä mammografia-laite, kuljetettava läpivalaisulaite ja kuljetettava tavanomainen röntgen-laite

Suppea röntgentoiminta

- ♦ vaativuusluokan I laitteet

Osastokuvaustoiminta

- ♦ kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet

C-kaaritoiminta

- ♦ kuljetettavat läpivalaisulaitteet

Seulon-tatoiminta

- ♦ seulon-taan käytettävät mammografialaitteet

Terveystenhuollon röntgenlaitteiden vaativuusluokat

Vaativuusluokka I

- ♦ luun mineraalipitoisuuden mittaus-laite
- ♦ tavanomaiset hammasröntgenlaitteet (laite, jolla kuvataan suunsisäiselle kuvareseptorille, panoraamatomo-grafiaröntgenlaite ja kefalostaatti)

Vaativuusluokka II

- ♦ tavanomainen röntgenlaite
- ♦ mammografialaite
- ♦ kartiokeilatietokonetomografialaite (KKT-laite)
- ♦ kuljetettava läpivalaisulaite

Vaativuusluokka III

- ♦ tietokonetomografialaite
- ♦ kiinteästi asennettu läpivalaisulaite

laitteen toiminnan laajuus (tutkimustyy-
pit sekä määrä), ja käydään läpi laadun-
varmistus (muun muassa potilasannosten
määrittäminen) ja sen tekninen toteutus. Lisäk-
si varmistetaan käyttötilan säteilysuojau-
sen riittävyys, ja arvioidaan käyttöhenki-
lökunnan säteilyaltistus.

Tähän asti kaikille terveydenhuollon
röntgenlaitteille ja -tiloille on tehty käyt-
töönottotarkastus turvallisuuslupan
myöntämisen jälkeen. Jatkossakin toi-
minnan aloittamista oltava voimassa ole-
va turvallisuuslupa, mutta käyttöönotto-
tarkastukset perustuvat röntgenlaittei-
den uuteen kolmiportaiseen vaativuus-
luokitukseen.

Käyttöönottotarkastus tehdään:

- ♦ vaativuusluokan III laitteille
 - ♦ kartiokeilatietokonetomografialaitteille
 - ♦ kuljetettaville läpivalaisulaitteille
 - ♦ seulontaan käytettäville mammogra-
fialaitteille
 - ♦ tavanomaisille röntgenlaitteille ja mam-
mografialaitteille, jos säteilyn käyttöti-
la on uusi, siihen on tehty merkittäviä
rakenteellisia muutoksia, tai laitteen ku-
vaussuunta on muuttunut merkittävästi.
- Käyttöönottotarkastusta ei tehdä:
- ♦ vaativuusluokan I laitteille
 - ♦ kuljetettaville tavanomaisille röntgen-
laitteille
 - ♦ tavanomaisille röntgenlaitteille ja mam-
mografialaitteille, jos käyttötila pysyy en-

tisellään. STUKille tulee sen sijaan toimit-
taa kyseessä olevan laitteen potilasannos-
keräyksen tulokset puolen vuoden kulu-
essa laitteen käyttöönotosta. Tiedot voi toi-
mittaa joko sähköisesti tai postitse. Lo-
make on sähköisenä STUKin [www-stuk.fi/proinfo/valvonta/](http://www.stuk.fi/proinfo/valvonta/lomakkeet/fi_FI/terveydenhuollossa)
[lomakkeet/fi_FI/terveydenhuollossa](http://www.stuk.fi/proinfo/valvonta/lomakkeet/fi_FI/terveydenhuollossa).

Jos käyttöönottotarkastus tehdään, se
pyritään toteuttamaan vuoden kuluessa
käyttöönotosta. ♦

*Petra Tenkanen-Rautakoski on Säteilyturvakes-
kuksen Terveydenhuollon röntgentoiminta -toi-
miston päällikkö.*

POLLA SÄTEILEE



- NYT, KUN OLETTE SAANUT JO 18 ANNOSTA SÄTEILEVÄÄ VARJOAINETTA,
JOUDEMME SIIRTÄMÄÄN TEIDÄT UUTEEN TUTKIMUKSEEN TÄLLÄ LYNPLAATKOLLA.

Hellän kuvauksen kampanjalla lasten säteilyannos pienemmäksi

Röntgensäteitä hyödyntävät tietokonekerroskuvaukset ovat yleistyneet nopeasti terveydenhuollossa, etenkin Yhdysvalloissa. Huoli potilaiden kasvavasta säteilyaltistuksesta on synnyttänyt Image Gently -kampanjan, jossa tiedotuksen avulla pyritään vähentämään erityisesti lapsiin kohdistuvia säteilyannoksia.

Tietokonetomografiatutkimuksesta (TT) on tullut erottamaton osa kehittyneiden maiden terveydenhuoltoa tutkittaessa niin aikuisia kuin lapsiakin. Kerroskuvauksesta saa monipuolista tietoa, mutta samalla potilas altistuu moninkertaiselle säteilyannokselle verrattuna tavalliseen röntgenkuvaukseen.

”TT-kuvauksista noin kymmenesosa kohdistuu lapsiin. Lapset kestävät radioaktiivista säteilyä aikuisia huonommin, mutta silti on käynyt ilmi, että kuvauksissa lapsiin ja aikuisiin kohdistetaan yleensä sama säteilyannos”, sanoo radiologian ja lastenlääketieteen professori **Kimberly Applegate** yhdysvaltalaisesta Emoryn yliopistosta.

Applegate on Image Gently (”Kuvaa hellästi”) -kampanjan johtohahmoja ja esiteli hankkeen kesäkuussa Helsingissä pidetyssä IRPA-säteilysuojelukongressissa.

Yhdysvalloissa TT-kuvausten kokonaismäärä on viimeisten viiden vuoden aika-

na kaksinkertaistunut. Siellä kansalaisten saaman säteilyn vuotuisesta keskimääräisestä annoksesta jo yli puolet tulee lääketieteellisistä toimenpiteistä.

Yhdysvalloissa asukkaiden vuotuinen säteilyannos on keskimäärin 6,2 millisievertiä. Siitä 3 millisievertiä tulee taustasta, kuten maaperän radonista ja avaruudesta, sekä kehon sisältämistä radioaktiivisista aineista. Lääketieteellisten toimenpiteiden aiheuttama säteilyannos on keskimäärin 3,2 millisievertiä. Suomesa vastaava lääketieteellisten tutkimusten aiheuttama vuosiannos on noin 0,5 millisievertiä.

Säteilyä kertyy koko elämän ajan

”On mahdotonta mitata yksittäisen potilaan TT-kuvauksesta saama säteilyannos. Parhaimmillaankin pystymme tekemään vain arvion, koska kuvauksessa ihmiskehon saama röntgensäteilyn määrä riippuu hyvin monimutkaisesta kokonaisuudesta”, Applegate toteaa.

Joka tapauksessa lapsen keho on selvästi aikuisen kehoa herkempi säteilylle. Lapsen keho on pieni, joten säteilyn määrä suhteessa kehon massaan on suuri. Kasvavan lapsen solut jakautuvat nopeasti ja ovat siten aikuisten soluja alttiimpia säteilyvaurioille. Lapsella on edessään pitkä elämä, jonka aikana mahdolliset säteilyvauriot kertyvät ja kenties ilmaantuvat paljon myöhemmin.

”Kukaan ei tiedä, voivatko runsaat TT-kuvaukset pidemmän päälle aiheuttaa syöpää. Lääketieteessä säteilyn käyttöön pätee kuitenkin sama lähtökohta kuin kirurgiaan: Ellei sitä tarvita, sitä ei pidä käyttää”, Applegate sanoo.

”TT-kuvaus voi pelastaa elämän, mutta se on turha, jos jokin muu hellempi tutkimusmenetelmä antaisi riittävästi tietoa. Meidän pitäisi lisäksi oppia käyttämään vähemmän röntgensäteilyä itse kuvauksessa – kuvan ei tarvitse olla viimeisen päälle terävä, kunhan oleelliset asiat erottuvat.”

Sitoutumaton liitto taustalla

Aloite Image Gently -kampanjaan syntyi vuonna 2006 alan ammattilaisten eli radiologien, lastenlääkärien ja sairaalafysiikoiden välisissä keskusteluissa.

Seuraavana vuonna lasten tarpeettomia kuvantamistutkimuksia ehkäisemään perustettiin kattojärjestö The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging, johon on liittynyt lukuisia alan ammattilais-

järjestöjä sekä Yhdysvalloista että ympäri maailmaa. Mukana ovat myös maailmanlaajuiset järjestöt, kuten Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja Maailman terveysjärjestö WHO.

Liitto toimii tietoa levittävänä sitoutumattomana yhteistyöelimenä, jonka toiminta rahoitetaan jäsenjärjestöjen avustuksella. Yrityksiltä rahaa ei oteta vastaan.

Esite monella kielellä netistä

Image Gently -kampanjan päämääränä on muuttaa TT-kuvausten käytäntöjä levittämällä tietoa säteilyn vaikutuksesta lapsiin. Pyrkimyksenä on, että lääkärit, kun se on mahdollista, mieluummin käyttäisivät muita tutkimusmenetelmiä, kuten magneettikuvausta tai ultraäänitutkimusta.

Radiologeille ja sairaalafyysikoille viestitään kuvaustekniikan optimoinnista erityyppisiä kudoksia varten sekä säteilyannoksen oikean mitoituksen tärkeydestä. Tietoa alan ammattilaisille levitetään konferensseilla ja netin kautta.

Tietoa annetaan myös suurelle yleisölle eli käytännössä lapsipotilaiden vanhemmille. Tarkoituksena ei ole pelotella vaan yksinkertaisella tavalla kertoa perusasiat TT-tutkimuksesta ja sen mahdollisista riskeistä.

”Vanhemmille kerrottavat tiedot olemme keränneet Image Gently -esitteeseen, joka on tulostettavissa netistä. Esite on jo saatavilla 15 eri kielellä, ja uusia kieliversioita on tulossa – nytkin etsin käännösapua suomeksi”, Applegate kertoi kestäkuussa.

”Image Gently -kampanjassa lapset ovat etusijalla. Aiomme kuitenkin jatkaa laajentamalla toimintaa aikuisten puolelle”, Applegate sanoo.

”TT-kuvauksissa aikuisille määrätty säteilyannokset ovat tavallisesti kaikille samansuuruiset – niin pienikokoisille naisille kuin isokokoisille miehillekin. Yleisesti ottaen naiset ovat herkempiä säteilylle kuin miehet.” ♦

Kuvan ei tarvitse olla viimeisen päälle terävä, kunhan oleellinen erottuu.



”Lapset kestävät radioaktiivista säteilyä aikuisia huonommin, mutta kuvauksissa lapsiin ja aikuisiin kohdistetaan yleensä sama säteilyannos”, sanoo IRPA-kongressissa puhunut professori Kimberly Applegate.

Yhä harvempi suomalainen röntgenkuvataan

Suomessa tehtiin vuonna 2008 hieman yli 3,9 miljoonaa röntgentutkimusta eli 717 tutkimusta tuhatta asukasta kohti. Vuonna 2005 luku oli 733. Röntgentutkimusten vuosittainen kokonaismäärä onkin tasaisesti laskenut viime vuosikymmeninä. Samanaikaisesti tietokone-tomografian (TT) osuus röntgentutkimuksista on kasvanut merkittävästi.

Säteilyturvakeskus (STUK) on julkaissut selvityksen vuoden 2008 radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määristä. Luvut selvitettiin erikseen aikuis- ja lapsipotilaista. Röntgentutkimusten kokonaismäärät on edellisen kerran raportoitu vuonna 2005.

Valtaosa yhä natiivitutkimuksia

Vuonna 2008 tehdyistä röntgentutkimuksista lähes 90 prosenttia oli tavanomaisia eli natiiviröntgentutkimuksia, vaikka vuosien mittaan sekä niiden määrä että osuus on jatkuvasti vähentynyt.

Selvästi yleisimpiä natiiviröntgentutkimuksia olivat keuhkojen kuvaukset. Ne olivat kuitenkin vähentyneet lähes kah-

deksan prosenttia vuodesta 2005. Myös kaula-, rinta- ja lannerankatutkimukset sekä vatsan alueen tutkimukset olivat vähentyneet.

Toisaalta seulontamammografiat ja pään alueen natiiviröntgentutkimukset olivat selvästi lisääntyneet. Seulontamammografiatutkimusten lisääntymiseen on vaikuttanut uudistettu seulonta-asetus: 50–59-vuotiaiden lisäksi seulontaan on otettu 60–69-vuotiaat naiset.

Yhä useampi tutkitaan TT:llä

Samalla kun tutkimusten kokonaismäärä ja natiiviröntgentutkimusten määrä ovat laskeneet, ovat tietokonetomografiatutkimukset (TT) yleistyneet. Vuonna 2008 raportoitiin lähes neljännes enemmän TT-tutkimuksia kuin vuonna 2005. Tuhatta asukasta kohti tämä tarkoittaa kymmentä lisätutkimusta.

Esimerkiksi sydämen TT-tutkimukset peräti kymmenkertaistuivat. Syynä lienevät uudet monileikelaatteet, joilla sydän voidaan tietyissä tilanteissa tutkia TT:llä verisuonten varjoainekuvauksen sijaan.

Myös TT-tutkimusten osuus kaikista röntgentutkimuksista oli kasvanut merkittävästi. Osuus oli nyt reilu kahdeksan prosenttia. Lapsille tehtävistä tutkimuksista TT:n osuus oli kaksi prosenttia.

Raportoiduista TT-tutkimuksista noin 47 prosentissa tutkittiin päätä, 23 prosentissa vatsaa ja 14 prosentissa keuhkoja.

TT-tutkimusten yleistymisellä on erityinen merkitys säteilysuojelun kannalta. Potilas altistuu yksittäisessä TT:ssä moninkertaiselle säteilyannokselle tavanomaiseen röntgenkuvaukseen verrattuna. Kaikkien röntgentutkimusten tuottamasta säteilyaltistuksesta TT:n osuus onkin tätä nykyä peräti 58 prosenttia.

Varjoainetutkimuksia kolmannes vähemmän

Varjoaineröntgentutkimusten osuus röntgentutkimuksista on hyvin pieni ja jatkuvasti pienentynyt entisestään. Määrällisesti varjoainetutkimukset olivat vähen-

tyneet vuodesta 2005 vuoteen 2008 lähes kolmanneksen. Tutkimuksista yli puolet kohdistui ruuansulatuskanavaan. Myös virtsateiden, sappiteiden sekä raajojen ja nivelten varjoaineröntgentutkimuksia tehtiin yleisesti.

Verisuonten varjoaineröntgentutkimusia taas tehtiin vuonna 2008 hiukan enemmän kuin 2005. Yleisimpiä tutkimuskohteita olivat sydän, sepelvaltimot sekä alaraajan valtimot ja laskimot. Huomionarvoista on, että sydämen ja/tai sepelvaltimoiden laajoja varjoainetutkimuksia raportoitiin vuonna 2008 yli 40 prosenttia enemmän kuin 2005. Vastaavasti alaraajan valtimoiden varjoainetutkimukset vähentyivät noin 60 prosenttia.

Lasten tutkimukset vaihtelivat ikäryhmittäin

Lasten röntgentutkimusmäärät selvitetiin edellisen kerran erikseen vuonna 1995. Siihen verrattuna lapsille tehtiin vuonna 2008 röntgentutkimuksia 16 prosenttia vähemmän. Lasten röntgentutkimusten määrä on laskenut kokonaistutkimusmäärää enemmän.

On myönteistä, että nimenomaan lasten tutkimuksia on pystytty vähentämään, sillä lasten kudokset ovat aikuisia herkempiä. Mitä nuorempi lapsi on, sitä herkempiä kudokset ovat. Lisäksi tytöt ovat poikia herkempiä säteilylle.

Kaikista vuoden 2008 röntgentutkimuksista 7,5 prosenttia tehtiin 0–16-vuotiaille lapsille.

Lasten natiiviröntgentutkimuksista lähes puolet oli raajojen ja nivelten tutkimuksia, neljäsosa pään alueen ja viidesosa keuhkojen alueen tutkimuksia. Varjoaineella lapsilta tutkittiin yleisimmin virtsarakon toimintaa ja tietokonetomografialla pään aluetta. Verisuonten varjoainetutkimuksista lapsilla yleisimpiä olivat rinta-aortan varjoainetutkimus ja keuhkovaltimoiden selektiivinen varjoainetutkimus.

Lapsille tehty tutkimukset vaihtelivat ikäryhmittäin. Natiiviröntgen- ja TT-tut-

kimukset yleistivät iän myötä, kun taas varjoaineröntgentutkimuksista suurin osa tehtiin alle 6-vuotiaille.

Alle vuoden ikäisille lapsille tehtiin lähinnä keuhkojen alueen natiiviröntgentutkimuksia, 2–6-vuotiaille myös raajojen tutkimuksia. Isompien lasten ikäluokissa 7–12-vuotiaiden yleisin tutkimus on panoraamatomografiakuvaus ja 13–16-vuotiaiden keuhkokuvaus.

Tietokonetomografiaa käytettiin alle vuoden ikäisillä lapsilla lähinnä pään ja keuhkojen alueen tutkimuksiin, 2–6-vuotiailla näiden lisäksi raajojen tutkimuksiin. 7–12- ja 13–16-vuotiailla yleisimmät TT-tutkimukset olivat keskenään kutakuinkin samat. Erona nuorempiin ikäluokkiin olivat hampaiston, leukojen ja nenän sivuonteloiden kuvaukset.

Ultraääni- ja magneetti-tutkimukset yleistivät

Varsinaisten röntgentutkimusten lisäksi selvitykseen koottiin myös suuntaa-antava arvio ultraääni- ja magneettitutkimusten määristä. Ultraäänitutkimuksia raportoitiin hieman yli puoli miljoonaa ja magneettitutkimuksia hieman yli 190 000. Molemmat luvut olivat jonkin verran kasvaneet vuodesta 2005. Hammasröntgentutkimusten määrää ei tässä selvitetty.

Jatkossa tutkimusmäärätietoja tullaan käyttämään määritettäessä väestölle vuosittain lääketieteellisistä röntgentutkimuksista aiheutuvaa säteilyaltistusta.

Selvitys *Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2008* on STUKin internetsivuilla osoitteessa www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/fi_FI/stuk-b121/.

Röntgentutkimusten määrä 1984–2008

1984	4,6 miljoonaa
1995	4,2 miljoonaa
2000	4,1 miljoonaa
2005	3,9 miljoonaa
2008	3,9 miljoonaa

Ydinjätteidä loppusijoitus- hanke etenee kohti rakentamislupaa

Suomen ydinjätteidä loppusijoitusta on suunniteltu jo neljännesvuosisadan ajan; tänään Suomi on alan kansainvälinen edelläkävijä. Loppusijoitusyhtiö Posivan esirakentamisluvan käsittely on parhaillaan menossa. Aikataulun mukaan varsinainen rakentamislupa jätetään vuonna 2012 ja loppusijoitus alkaa vuonna 2020.

Työ- ja elinkeinoministeriössä ja Säteilyturvakeskuksessa käsiteltävä käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen esirakentamislupa ei kuulu lain säätämään lupamenettelyyn vaan on eräänlainen rakentamisluvan harjoituskierrös.

Virallinen lupamenettely on kolmiporainen. Periaatepäätös laitoksen rakentamisesta Olkiluotoon tehtiin vuonna 2000 valtioneuvostossa ja 2001 eduskunnassa. Rakentamislupahakemus on jätettävä valtioneuvostolle vuoden 2012 loppuun mennessä. Käyttöönottoa varten tarvittava käyttöluvan hakemus jätetään 2018.

”Esiluvitus on hyödyllinen, koska materiaalin kokoamisessa ja käsittelyssä osapuolten valmiudet kehittyvät. Loppusijoituslaitos on ainutlaatuinen projekti ja kaikille osapuolille haaste, joten jatkuva keskustelu ja dokumentaatio ovat tarpeen”, sanoo Posivan varatoimitusjohtaja **Timo Äikäs**.

Yhtä aikaa esilupahakemuksen selvitysten kanssa Posiva jätti viime syksynä tutkimus-, kehitys- ja suunnitteluohjelman

(TKS) vuosille 2010–2012. Kolmen vuoden välein laadittava ohjelma on osa jatkuvaa keskustelua ja tiedonvaihtoa Posivan ja viranomaisten välillä.

”Keskusteluissa voimme varmentaa, että kaikki ymmärtävät asiat samalla tavalla,

ja osapuolet voivat esittää kysymyksiä. Näin varsinaisen lupahakemuksen käsittelyaika voidaan käyttää tehokkaasti hyödyksi”, toteaa työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) neuvotteleva virkamies **Jaana Avolahti**.

”Olemme huomanneet, että hyvinkin tehty selvitys voi olla vaikea hahmottaa ja ymmärtää.”

Harjoituskierröksellä ei kansalaismielipiteitä

Esirakentamisluvan aineistoa käsitellään virallisen rakentamisluvan tavoin. Posiva jätti hakemuksen TEMille, joka lähetti sen laajalle lausuntokierrökselle valtion

”Esiluvitus on hyödyllinen, koska materiaalin kokoamisessa ja käsittelyssä osapuolten valmiudet kehittyvät”, sanoo Posivan varatoimitusjohtaja Timo Äikäs.





"Harjoituskierroksella ei ole pyydetty lausuntoja kansalaisilta ja järjestöiltä", toteaa neuvotteleva virkamies Jaana Avolahti työ- ja elinkeinoministeriöstä.

ja aluehallinnon viranomaisille. Turvallisuuden liittyvät asiakirjat sekä TKS-ohjelman TEM lähetti Säteilyturvakeskukseen (STUK) lausuntoa varten.

STUK jättää lausuntonsa syyskuun loppuun mennessä. Posivalle annetaan mahdollisuus vastineeseen. TEMin tavoitteena on koota kaikki lausunnot loppulausuntoa varten vuodenvaihteeseen mennessä.

"Menettelytapa on muuten aivan sama kuin varsinaisen rakentamisluvan käsittelyssä, paitsi että harjoituskierroksella ei ole pyydetty lausuntoja kansalaisilta ja järjestöiltä", Avolahti sanoo.

"Varsinaisen rakentamisluvan yhteydessä kuulutamme asiasta julkisesti ja pyydämme lausuntoja kansalaisilta ja joukosta ympäristö- ja elinkeinojärjestöjä."

Esiluvan aineisto ei myöskään ole yhtä yksityiskohtainen kuin rakentamislupas-

sa vaaditaan. Liitteinen hakemus on nyt joitakin satoja sivuja – parin vuoden päästä jätettävässä hakemuksessa sivuja on jo tuhansia.

"Tässä vaiheessa katsomme, että tutkimus- ja suunnittelutyötä tehdään laadukkaasti", sanoo toimistopäällikkö **Jussi Heinonen** STUKin Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta -osastolta.

"Lausunnoissamme käymme läpi puutteita ja selvittettäviä asioita sekä arvioimme, onko rakennuslupahakemustavoite vuonna 2012 realistinen."

Bentoniittia ja kuparia tutkittava

Maanalaisen Onkalon rakennustöiden aikana STUK on valvonut hanketta Olkiluodossa samalla periaatteella kuin rakennettaessa ydinvoimalaa. Vuodessa tehdään kuudesta kahdeksaan laajempaa tarkastusta, ja tarkastajat käyvät työmaalla pari kertaa kuussa. Seurantakokouksia STUKin ja Posivan välillä pidetään kerran kuussa ja laajempia, lupa-aineistoon liittyviä kokouksia muutamia vuodessa.

"Keskustelemme koko ajan havainnois-

ta, edistymisestä, ongelmista ja niiden ratkaisuista. Muuten varsinaisten hakemuspapereiden läpikäyminen kestäisi monta vuotta", Heinonen sanoo.

"Moni asia on vielä kesken ja tulee tutkittavaksi, kun Onkalo on saavuttanut lopullisen syvyytensä. TKS-ohjelmassa olemme esittäneet sekä rakennuslupaa varten selvittävät että myöhemminkin tutkittavat asiat", Posivan Timo Äikäs sanoo.

"Loppusijoituskapseleiden suojana toimivaa bentoniittipuskuria on tutkittava eri pohjavesiolosuhteissa. Ruotsalaisväitettä, että kuparikapseli voi korrodoitua hapettomissakin olosuhteissa, pitää tutkia tarkemmin. Jääkausiin vaikutusta tulee selvittää", Heinonen luettelee.

Hankalat poliittiset päätökset

Vaikka tutkittavaa vielä riittää, Suomi on loppusijoituksen toteutuksen suhteen kansainvälisessä kärjessä. Ainoastaan Ruotsissa ja Ranskassa on edetty suunnitteen samaa tahtia.

Ruotsissa SKB valmistelee Forsmarkiin



"Keskustelemme koko ajan havainnoista, edistymisestä, ongelmista ja niiden ratkaisuista", sanoo toimistopäällikkö Jussi Heinonen Säteilyturvakeskuksesta.

rakennettavan laitoksen rakentamislupahakemusta. Arvion mukaan loppusijoitus Ruotsissa alkaisi Suomea myöhemmin. Ranskassa rakentaminen alkaa vuonna 2015 ja loppusijoituksen arvioidaan alkavan vuonna 2025.

Monessa maassa on valmisteltu loppusijoituspaikan valintaa jo aikoja sitten. Kaikelle ydinvoimaan liittyvälle tuli kuitenkin 1990-luvulla poliittinen seinä vastaan, eikä päätöksiä enää saatu aikaan.

”Suomessa lähdimme myöhemmin liikkeelle ja olemme koko ajan menneet eteenpäin”, TEMin Jaana Avolahti toteaa.

”Aihe on kovin poliittinen. Ydinvoiman kannalta tilanne on viime vuosina muuttunut positiivisemmaksi, mutta esimerkiksi Saksassa ja Isossa-Britanniassa päätökset ovat vielä tekemättä.”

Yhdysvalloissa päästiin jo loppusijoituslaitoksen rakentamislupavaiheeseen,

mutta poliittisista syistä hanke pysäytettiin. Nyt asiantuntijatyöryhmä alkaa selvittää asiaa uudestaan. Tiheästi asutuissa maissa, kuten Japanissa ja Etelä-Koreassa, paikan valinta on ongelma.

Ydinjätteille yritetään myös löytää muita ratkaisuja kuin loppusijoitus, toistaiseksi laihoin tuloksin.

”Ainakin Ranskassa, Japanissa ja Isossa-Britanniassa käytetty ydinpolttoaine jälleenkäsitellään ja kierrätetään osittain.

Kuparikapseleita ja niitä suojaavaa bentoniittia pitää tutkia lisää. Myös jääkausien vaikutusta tulee selvittää.

Ydinjätteen määrä vähenee, mutta silti jää hankalasti käsiteltäviä korkea-aktiivisia aineita, joita on pakko sijoittaa jonnekin”, Heinonen toteaa.

”Breeder- eli hyötöreaktorit, jotka pystyvät hyödyntämään käytettyä ydinpoltoainetta, ovat edelleen kokeiluasteella. Kiihdytinavusteinen ADS-reaktori, joka voisi käyttää pois vaarallisiakin nuklideja, on vielä tutkimusvaiheessa.” ♦

Loppusijoitushankkeen lyhyt historia

Ydinvoimaloiden rakennusvaiheessa 1970-luvulla Suomessa lähdettiin siitä, että kaikki ydinjätteet vietäisiin pysyvästi ulkomaille. Imatran Voima (nykyinen Fortum) hankki Loviisan voimalat Neuvostoliitosta. Sopimukseen kuului käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen sinne.

Teollisuuden Voima hankki Olkiluodon laitokset Ruotsista mutta ei saanut aikaan käytetyn ydinpolttoaineen vientisopimusta minkään jälleenkäsittely-yhtiön kanssa. Korkea-aktiivinen jäte olisi joka tapauksessa palautettu Suomeen. Olkiluoto 1 saikin vuonna 1978 käyttöluvan vain viideksi vuodeksi, koska ydinjätehuolto oli järjestämättä.

TVO:n käyttöluvahakemuksessa vuonna 1982 suunniteltiin edelleen ensisijaisesti ydinjätteiden vientiä ulkomaille.

Valtioneuvosto teki vuonna 1983 periaatepäätöksen ydinjätteen valmistamisesta loppusijoitukseen. Paikkakunnan piti olla selvillä vuonna 2000 ja loppusijoituksen alkaa vuonna 2020. TVO ryhtyi etsimään sopivaa paikkakuntaa ja jatkoi samalla vientimahdollisuuksien selvittämistä. Olkiluotoon rakennettiin jätteiden välivarasto.

Vientipyrkimyksistä vientikieltoon

Ydinenergialakia muutettiin 1994 ja siitä lähtien ydinjätteiden vienti ja tuonti on ollut kiellettyä. Muutoksella haluttiin varmistaa, ettei Suomesta tulisi ydinjätteiden kansainvälistä loppusijoituspaikkaa.

Vientikiellon myötä IVO ja TVO lähtivät yhdessä selvittämään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamista Suomeen. Sitä varten perustettiin Posiva Oy, jonka toiminta alkoi 1996.

TVO oli jo yli kymmenen vuotta kartoittanut ja tutkinut mahdollisia loppusijoituspaikkakuntia ympäri Suomea. Jäljellä oli neljä hyväksi todettua ehdokasta: Kuhmo ja Äänekoski sekä ydinvoimalapaikkakunnat Loviisa ja Eurajoki. Niistä tehtiin 1997–1999 laaja ympäristövaikutusten arviointi (YVA).

Hyväksyttävyyys ratkaisi paikan

YVAN yhteydessä kävi ilmi, että ydinvoimalapaikkakunnilla hankkeeseen suhtauduttiin myönteisemmin kuin muissa ehdokaskunnissa. Eurajoen Olkiluodossa oli laitokselle enemmän tilaa ja parempi infrastruktuuri kuin Loviisan Hästholmenilla. Lisäksi suurin osa sijoitettavasta jätteestä oli jo Olkiluodossa.

Posiva jätti hakemuksen ydinjätteen loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Olkiluotoon. Valtioneuvosto teki hankkeesta myönteisen periaatepäätöksen vuonna 2000, ja eduskunta hyväksyi päätöksen äänin 159–3.

Periaatepäätöksen mukaan laitoksen rakentamislupaa olisi haettava vuonna 2010. Pian huomattiin, että aikataulu oli liian tiukka. Onkalon rakennustyöt Olkiluodossa alkoivat 2004.

Kauppa- ja teollisuusministeriö myönsi vuonna 2003 lykkäystä aikatauluun: Rakentamislupahakemus on jätettävä valtioneuvostolle vuoden 2012 loppuun mennessä. Samalla KTM päätti, että Posivan tulee 2009 esittää selvitys hankkeen etenemisestä kohti rakentamislupaa.

Osaajien riittävyys haaste ydinalalle

Kahden uuden ydinvoimalan periaatepäätökset lisäävät paineita vahvistaa ydinalan osaamista.

Eri puolilla maailmaa käynnissä olevat uudet ydinvoimalaprojektit ovat herättäneet alan ruusun unestaan. Euroopan maista Suomessa ja Ranskassa uusien laitosten rakentaminen on jo käynnissä.

Suomessa ydinalan korkeakouluopiskelijoiden määrä kääntyi kasvuun jo Olkiluoto 3:n hankkeen takia. Erityisesti sivuaineopiskelijoita on ollut aiempaa enemmän niin Aalto-yliopistossa kuin Lappeenrannan teknillisessä yliopistossakin. Professuureja on kuitenkin vain kaksi, eikä opetuksen voimavaroja ole lisätty.

Suomessa ammattikorkeakoulutasoinen opetus on vielä lapsenkengissä, eikä ydinalan koulutustarjontaa toistaiseksi ole ollut alemmalla asteella.

Eduskunta edellyttää toimia

Eduskunta hyväksyi heinäkuussa periaatepäätökset kahden uuden laitostyöskentelyn rakentamisesta. Edeltäneessä käsittelyssä talousvaliokunta ja työelämä- ja tasa-arvovaliokunta esittivät huolensa suomalaisen ydinalan osaamisen riittävästä ja hyödyntämisestä.

Eduskunnan lausuman mukaan hallituksen tuleekin osaltaan luoda edellytyksiä suomalaisen osaamisen mahdollisimman laajalle hyödyntämiselle hankkeissa.

Alan korkeakoulut ovat ottaneet lausuman vastaan varovaisen toiveikkaasti. Myös muutamat, alalla uudet korkeakoulut, ovat ilmaisseet alustavaa kiinnostus-

ta tarjota ydinalan kursseja. Lausumassa edellytetty osaamisen nykytilan kartoittaminen alkanee vielä tänä vuonna.

Periaatepäätökset lisäävät myös ensi vuonna alkavan ydinturvallisuuden tutkimusohjelman SAFIR2014:n rahoitusta.

Työntekijöitä koulutetaan

Vuonna 2003 käynnistynyt 'Ydinalan kansallinen koulutusohjelma', tuttavallisemmin YK-kurssi, on osaltaan auttanut alan vakiintuneita toimijoita perehdyttämään henkilöstöään. Säteilyturvakeskuksen (STUK) lisäksi kurssin järjestelyihin osallistuvat työ- ja elinkeinoministeriö, VTT, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Aalto-yliopisto ja voimayhtiöt. Kurssin on käynyt jo lähes 400 alalle tullutta, ja tänä syksynä alkaa kahdeksas kurssi.

Myös ydinalalla toimivat muut kuin voimayhtiöt ovat tunnistanee koulutustarpeen. FinNuclear-hanke käynnisti viime keväänä ensisijaisesti toimittajille ja alihankkijoille suunnattuja koulutuksia. Lyhyempiä kursseja on nyt tarjolla myös koulutusyrityksissä.

Lisää tarkastajia

Säteilyturvakeskus on lisännyt henkilöstöä ydinvoimalaitosten valvontaosastolle Olkiluoto 3 -hankkeen aikana. Viime vuosikymmenen aikana ydinvoimaloita valvovien tarkastajien määrä on lähes kaksinkertaistunut. Uusia henkilöitä on palkattu eniten mekaanisten laitteiden ja valmis-

tuksen valvontaan, mutta myös automaatio-osaamista on vahvistettu.

Kasvaneen työ määrän lisäksi uusilla työntekijöillä varaudutaan eläkkeelle siirtymisiin.

Henkilöstömäärän kasvu on myös haaste. Uusien työntekijöiden perehdyttäminen ydinturvallisuusvaatimuksiin, turvallisuuskulttuuriin ja viranomaisen työskentelytapoihin vaatii jatkuvasti panostusta. YK-kurssi antaa hyvän pohjan, mutta sen lisäksi on huolehdittava, että uudet tarkastajat osaavat toimia STUKin arvojen ja periaatteiden mukaan.

STUK valmistautuu uusien hankkeiden valvontaan

Eduskunnan periaatepäätösten jälkeen STUKissa on alettu pohtia tulevista hankkeista selviämistä.

Olkiluoto 3:n rakentaminen jatkuu vielä ja vaatii jatkuvasti valvontaresursseja. Meneillään on myös mittava ydinvoimalaitosohjeiden (YVL) uudistustyö, jolla luodaan pohja myös valvontatoiminnalle.

Olemme STUKissa onnistuneet mielestämme varsin hyvin uusien henkilöiden palkkauksissa. Tarkastajissa on nyt sekä jo alan kokemusta omaavia henkilöitä että vasta asiantuntijuutensa alkutaipaleella olevia nuoria. Erilaisuus ja uudet näkökulmat vahvistavat osaamistamme ja varmasti osaltaan auttavat meitä toteuttamaan paremmin valvontatehtäväämme. ♦

Kaisa Koskinen työskentelee Säteilyturvakeskuksen Ydinvoimalaitosten valvonta-osastolla.

Valmiusharjoitukset ovat oppimisen paikka

Ydinvoimaloiden ja viranomaisten harjoituksissa hiotaan toimintatapoja tositilanteen varalta.

Jokaisessa ydinvoimalaitoksessa järjestetään laajoja valmiusharjoituksia joka kolmas vuosi sisäministeriön vaatimusten mukaisesti. Väli vuosina Säteilyturvakeskus (STUK) harjoittelee hiukan pienemmässä mitta-kaavassa voimalaitosten kanssa ja osallistuu kansainvälisiin harjoituksiin.

Tuorein laaja harjoitus, Loviisa09, järjestettiin nimestään huolimatta tämän vuoden maaliskuussa. Edelliselle syksylle suunniteltua harjoitusta piti siirtää vuoden vaihteen yli viranomaisia kuormittaneen sikainfluenssaepidemian takia. Toisaalta siirto mahdollisti sen, että päästiin harjoittelemaan vuoden alussa perustetun aluehallintoviraston eli AVIn kanssa.

Loviisa09-harjoitukseen osallistui kaikkiaan 375 henkilöä noin 60 organisaatiosta. Säteilyturvakeskus oli harjoituksessa merkittävässä asemassa, sillä osallistujista 104 oli STUKista. Harjoituksen todenmukaisuutta lisäsi mukaan kutsuttu joukko toimittajia, jotka kasvattivat painetta yhteydenottopyynnöillään.

Suunnittelu alkaa vuotta aiemmin

Valmiusharjoituksen suunnittelu aloitetaan vuotta aikaisemmin kutsumalla kokoon suunnitteluryhmä, jossa on edustajia muun muassa STUKista, poliisista, voimalaitokselta, AVIsta, Pelastusopistolta, Ilmatieteen laitokselta ja Itä-Uudenmaan pelastuslaitokselta. Ryhmä sopii harjoit-

tuksen tavoitteet, kehittää siihen sopivan kuvitteellisen onnettomuustapahtuman ja päättää muista käytännön järjestelyistä.

Harjoitukset edellyttävät etukäteisvalmisteluja myös osallistujilta, kertoo Säteilyturvakeskuksen valmiusyksikön ylitarkastaja **Anne Weltner**.

”Aina kun STUKissa saamme tiedon tulevasta harjoituksesta, ihmiset alkavat itsenäisesti valmistautua ja kerrata ohjeita. Tätä myös edellytetään kaikilta harjoitukseen osallistujilta. Lisäksi ennen harjoituksia järjestetään osallistujille koulutusta. Näin ohjeet ja toimintatavat säilyvät mielessä ja uppoavat useiden harjoitusten myötä selkärankaan.”

Harjoituksen aikana useissa tehtävissä on lisäksi kaksoismiehitys, jotta uusi tehtävään koulutettava pääsee seuraamaan vierestä, miten tositilanteessa toimitaan.

Huollot sanelevat ajankohdan

Valmiusharjoitusten ajankohta määrittyy pitkälti voimalaitosten resursseja vaativien vuosihuoltojen mukaan. Siksi harjoituksia ei järjestetä loppukevään ja alkusyksyn välisenä aikana.

Harjoitusten suunnitteluun osallistunut Anne Weltner toivoisi silti, että seuraava harjoitus olisi kesällä. Silloin pitäisi huomioida muun muassa luonnossa liikuminen, matkailu, maataloustuotanto ja sääolot. Vaihtoehtoisesti talvella pidettävään harjoitukseen voitaisiin keino-

sesti luoda kesää, jonka perusteella esimerkiksi leviämisen nusteet laskettaisiin.

Weltnerin toivelistalta löytyy myös toinen pyyntö:

”Kaikkien osallistuvien organisaatioiden tulisi käyttää harjoituksen aikana oikeita yhteystietojaan ja oikeaa onnettomuusorganisaatiota.”

Tähän saakka käytössä on ollut suuri määrä harjoitusta varten luotuja yhteystietoja, joita on jouduttu muuttamaan hälytystietolistoihin jopa vielä edellisenä iltana.

Kehitysideoita palautteesta ja arvioista

Kaikilta harjoitukseen osallistuneilta kerätään palautetta, jonka pohjalta toimintaa ja ohjeita kehitetään. Palautteesta on vuosien varrella noussut loistavia kehitysideoita.

”Aiemmin kukin ryhmä kirjasi tapahtumia omaan Word-dokumenttiinsa, josta sitten lähetettiin edestakaisin. Nyt käytössä on tietokantapohjainen tilannekirjanpito, jota kaikki pääsevät lukemaan ja päivittämään samanaikaisesti.”

Valmiusharjoituksissa on mukana myös arvioitsijoita, jotka tekevät huomioita organisaatioiden toiminnasta onnettomuustilanteessa. Arvioijat kutsutaan tehtävään ja heille järjestetään koulutus, jossa perehdytään ennakolta tilanteeseen ja toivottaviin toimintatapoihin sekä neuvotaan, millaisiin seikkoihin arvioinnissa kannattaa kiinnittää huomiota. Tärkeää on, että arvioijat tuntevat organisaatioiden tehtävät ja yhteydenpitomenet-lyt muiden toimijoiden kanssa.

STUKin valmiusorganisaatio jakautuu toimintaryhmiin, joissa asiantuntijat hoitavat omaa osuuttaan kokonaisuudesta.

Tilannearvioryhmässä pohditaan tapahtuman kehittymistä ja tehdään arvio mahdollisesti vapautuvista radioaktiivisista aineista.



Kuvat Hannu Viritanen



Säteilyvaikutusten arviointiryhmässä selvitetään säteilytilanteen kehittymistä ja arvioidaan terveysvaikutuksia.

Tiedotus hoitaa mediapalvelua ja kerää tietoja tapahtuman uutisoinnista ja siitä käytävistä keskusteluista.



Johtoryhmässä tehdään päätökset STUKin antamista suosituksista suojelutoimiksi.

Arviot kootaan raportiksi, jossa ilmenevät niin hyvin sujuneet asiat kuin kehityskohteetkin. Samalla kun arvioitsija auttaa palautteellaan kehittämään toisten toimintaa, hän ja hänen organisaationsakin hyötyvät arvioinnista.

Harjoitus vai tositilanne?

Harjoituksen aikana kaikessa viestinnässä käytetään harjoituskoodia. Joskus viestien lähettäjät ovat unohtaneet tämän, jolloin sekaannusta on syntynyt siitä, onko kyseessä harjoitus vai tositilanne.

Anne Weltnerin mukaan näistä on kuitenkin otettu opiksi.

”Aina on opittavaa ja parannettavaa, siksihän me harjoittelemme.” ♦

Kesäharjoittelijat ovat kuin kalat vedessä

Säteilyturvakeskuksen työntekijöiden keski-ikä laskee aina kesäksi. "Syyllisiä" ovat kesäharjoittelijat, joita kuhisi tänä kesänä käytävillä aiempaa enemmän – peräti 21. Määrä on noussut, mutta nousu saattaa tyrehtyä valtion tuottavuusohjelmaan. Nuoria se ei näytä huolettavan, vaan mielessä siintää pesti myös ensi kesäksi.

Veri vetää ulkomaille

Suvi-Leena Lehtinen, 21, tuli kesätöihin Säteilyturvakeskukseen Lontoosta saakka, jossa hän opiskelee fysiikkaa Imperial Collegessa. Hellekesä kului vanhempien luona asuen, sillä kolmen kuukauden pesti kesti kesäkuusta syyskuulle asti.

Lehtinen ahersi Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta -osastolla STUKin ja Tullin yhteisessä RADAR-projektissa. Pääosa työajasta kului Roihupellon toimipisteellä, mutta hän pääsi kesän aikana tekemään myös joitakin työmatkoja muun muassa Nuijamaalle. Työn parhaisi puoliksi paljastuikin juuri vapaus ja se, että töitä sai tehdä omaan tahtiin.

Työsuhteen aikana kesälomaa ehti kertyä viikon verran, ja lomakohteeksi valikoitui Englannin maaseutu.

Kesätyörahoille sopivaa käyttöä Suvi-Leena Lehtisen ei juuri tarvitse miettiä, sillä tienestit kuluvat lukukausimaksuihin ja elämiseen.

RADAR-projekti jatkuu vielä muutama vuosi, joten Lehtinen palaisi mielellään seuraavana kesänä jatkamaan.

"Saatan työskennellä myöhemmin joko ulkomailla tai Suomessa, mutta ainakin teen tutkijan hommia."

Lontoo valikoitui opiskelupaikaksi monien ulkomaisten vaihtoehtojen joukosta, joten on mahdollista, että veri vetää Lehtisen myös jatkossa ulkomaille. Lehtisen opinnot jatkuvat kuitenkin vielä muutama vuosi, joten aivan heti muutto Lontoosta ei ole ajankohtainen.

Haaveissa tutkijan ura

Suvi-Leena Lehtisen sukunimikaima, 26-vuotias **Arttu Lehtinen** on konkari niin ikänsä kuin kokemuksensa puolesta, sillä hänellä on takanaan jo toinen kesä samoissa hommissa. Kesällä hän vastasi Nuklidianalytiikka-laboratoriossa gammalaboratorion mittauksista ja työstä siinä ohella kandidaatintutkielmaa.

Syksymmällä Lehtinen siirtyy takaisin opintojen pariin Helsingin yliopistolle tekemään graduaan materiaalfysiikasta.

Arttu Lehtinen pitää useamman kesän kokemustaan sekä etuna että haittana: Työtehtävät olivat entuudestaan tuttuja, mutta toisaalta uutuudenviehätystä ei päässyt tänä kesänä syntymään. Hän kertoo kuitenkin olevansa äärimmäisen tyytyväinen, että tuli STUKiin toiseksi perättäiseksi kesäksi.

Lehtinen olisi omien sanojensa mukaan

pärjännyt tällä kertaa vähemmällä koulutuksella. Koulutukset osoittautuivat kuitenkin oivaksi tilaisuudeksi tutustua muihin kesätyöntekijöihin. Heidän kanssaan järjestettiin muutamia illanviettoja.

Mukavaa puuhaa riitti myös kahvitauoilla, sillä Lehtinen tovereineen otti tavoitteeksi koota isohkon palapelin kesän aikana. Kesän kohokohdaksi Lehtinen nimeää kuitenkin elokuisen Espanjan-matkan, johon hän käytti lomapäivänsä.

Säteilyturvakeskuksen parhaat puolet tulevat kuin liukuhihnalta:

"Parasta on hyvä henki, palkkaus ja liukuva työaika."

Hän kertoo, että palkkaus oli houkuttelevampi STUKissa kuin yliopistolla. Lehtinen ei pistä myöskään pahakseen kesätyöpaikan sijaintia, sillä hän asuu kivenheiton päässä Latokartanossa.

Ensimmäisenä STUK-kesänään Lehtinen työskenteli yliopiston työharjoitteluapurahan turvin, mutta tälle kesälle tukea ei herunut. Harjoitteluapuraha tarkoittaa sitä, että yliopisto maksaa peruspalkkaa, jonka lisäksi rekrytoiva yritys tai virasto maksaa mahdollisuuksiensa mukaan ylimääräistä. STUKissa korkeakouluharjoittelijoiden palkkaus määräytyy opinto-



Säteilyturvakeskuksen kesäharjoittelijat Suvi-Leena Lehtinen, Ellen Hakala ja Arttu Lehtinen monimetrisen kala-aiheisen taideteoksen edessä. Teoksen nimi on The Big Bang Revolution Parade ja myös sen tekijät edustavat nuorta voimaa: teoksen ovat tehneet Helsingin kuvataidelukion oppilaat tänä vuonna.

pisteiden määrän mukaan, joten pitkälle edenneistä opinnoista on tässäkin etua.

Arttu Lehtisen haaveena on, että jatkossa työtehtävät liittyisivät vielä enemmän hänen materiaalfysiikan opintoihinsa ja hän saisi laittaa kätensä likoon perustutkimuksessa, tulevaisuudessa kun siintää tutkijan ura. Osa-aikatyö STUKissa kuulostaisi sangen houkuttelevalta, mutta hän epäilee, ettei taloon palkata tuottavuusohjelman aikana uusia osa-aikaisia työntekijöitä.

Pääkaupunkiseudun hurmaama

Ellen Hakala puursi kesäharjoittelijana Ydinvoimalaitosten valvonta -osaston Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät -yksikössä. Elämä on kuljettanut 22-vuotiaan Hakalan ensin Hämeenkyröstä Lappeen-

rantaan ja nyt viimeisimpänä kesätöihin Helsinkiin. Lappeenrannassa Hakalaa pitivät ympäristö- ja ydinvoimatekniikan opinnot ja poikaystävä. Kesän viikonloput kuluivatkin pääasiassa Lappeenrannassa tai Suomea kiertäen.

Hakala keksi muiden harjoittelijoiden tapaan hakea Säteilyturvakeskukseen seilaillessaan eri yritysten ja virastojen verkkosivuja. Hakemuksia hän lähetti useampaan paikkaan. STUK oli sen verran houkutteleva työpaikka, että Hakala hankki itselleen soluasunnon Kontulasta heti valinnastaan kuultuaan.

Hakala kertoo tulleen valituksi ilman haastattelua – liekö syynä pitkä välimatka vai loistokas hakemus.

”STUKissa kiinnosti erityisesti se, että täällä on töissä paljon Lappeenrannas-

ta valmistuneita ja tämä liittyy suoraan omaan alaan. Nämä asiat ovat aina kiinnostaneet.”

Hakala on viihtynyt Säteilyturvakeskuksessa ja kertoo sulautuneensa muiden työntekijöiden porukkaan hyvin. Ainakin innokkuudesta kertoo se, että Hakala palaisi mielellään seuraavaksi kesäksi töihin tai tekemään diplomityötään.

Helsinki on näyttänyt kesän aikana Hakalalle parastaan, sillä hän pitää mahdollisena, että työskentelisi valmistumisen jälkeen pääkaupunkiseudulla. Mutta matkassa on yksi mutta – poikaystävä on saatava ensi kerralla mukaan! ♦

Katja Repo työskenteli kesäharjoittelijana Säteilyturvakeskuksen tiedotusyksikössä.

Väitös ei vetänyt vakavaksi



Kuvassa vasemmalta kustos Anssi Auvinen, väittelijä Anna Lahkola ja vastaväittäjä Jukka Juutilainen.

Säteilyturvakeskuksen tarkastaja Anna Lahkola väitteli matkapuhelimen käytön aivokasvainriskistä Tampereen yliopistossa kesäkuussa. Väittelijä ja hänen esimiehensä Elina Martikka kertaavat väitöspäivän kulun.

Anna kertoo:

Kevät 2010 oli hyvin kiireinen työn suhteen, joten niin sanottu valmistautumiseni väitökseen tapahtui vasta väitöstä edeltävänä yönä hotelli Ilveksen sängyssä. Siellä luin kiireellä väitöskirjaani läpi yrittäen palauttaa asioita mieleeni samalla kun puoliso veteli sikeitä vieressä.

Ruhtinaallisten neljän tunnin yönunien jälkeen mielestäni oli sopiva aika nousta, joten kävin kaikessa rauhassa aamusau-nassa ja aamiaisella, minkä jälkeen laittau-duin valmiiksi ja käväisin antamassa YLE Tampereelle tv-haastattelun ulkona hotel-lin edessä. Tein merkillisen havainnon, et-tä minua ei ollut vielääkään alkanut jännit-tää! Tapasin myös nopeasti vastaväittäjäni

ja vaihdoin hänen kanssaan pari sanaa tu-levast, ikään kuin siitä enää minulle mi-tään apua olisi ollut.

Reilu tunti ennen h-hetkeä ohjaajani tu-li hakemaan minut ja vastaväittäjäni yli-opistolle, jossa meillä kolmella oli hetki yhteistä aikaa päivän tunnelmaan virit-täytymistä varten.

Elina kertoo:

Saavuvin Tampereen yliopiston lääketie-teellisen tiedekunnan terveystieteen lai-toksen kahvilaan hyvissä ajoin ennen väi-töstilaisuuden alkua. Laitoksen lasioves-sa oli ilmoitus kahdesta väitöstilaisuudes-ta, toinen 4.6. Anna Lahkolan ja toinen 11.6. jonkun toisen, joten olin siis oikeas-sa paikassa. Kylmiä väreitä ensimmäisen

kerran: ”meidän Anna” väittelee tänään! Otin kupin kahvia ja ruisleivän ja nautin niitä vihreäpukuisten lääketieteen opiske-lijoiden seurassa.

Kahvilaan tupsahti tuttu, Säteilyturva-keskuksen tarkastaja **Milka Holopainen** raskassarjalaisen näköisen herrasmiehen seurassa. Lähdin heidän mukaansa ja löy-simme auditorion, jossa Annan väitösti-laisuus pidettiin. Raskassarjalainen her-rasmies esitteli olevansa ”Kari Lahkola”, mutta varmaan hämäläisten vanhempie-ni takia tajusin vasta väitöstilaisuuden keitettyä puolisen tuntia, että tämä her-rasmies on se ”Annan Pulu” eli aviomies.

Auditoriossa ei ollut paljon väkeä. Etu-osassa istui vanhempi pariskunta, joka

ihan ensi näkemältä näytti Annan vanhemmilta. Vanhemmat he olivatkin. Heidän vieressään istui Annan isosisko perheineen.

Anna kertoo:

Viimeinen tunti ennen tilaisuutta sujui kahvikupposen äärellä rennon keskustelun merkeissä laitoksen kokoushuoneessa. Vaikka ohjaajani sanojen mukaan minä ”en ole mitenkään kunnostautunut alkoholin juomisessa”, otin vastaan hänen tarjoamansa lasillisen sherryä, ja skoolasimme yhdessä tulevalle akateemiselle keskustelulle. Varmistelin vielä sisäänmenoon liittyviä rutiineja, ja tunnelmani oli – yllättävää kyllä – iloisen odottavainen, eikä jännitys iskenyt vielääkään.

Minuutti ennen väitöstilaisuuden alkua kysyin salin ulkopuolella leikkisästi ohjaajaltani, että jos nyt lähtisin, koska mahtaisin olla kotona. Ohjaajani vastasi, että hän on treenannut juoksua aika paljon ja saisi minut kyllä kiinni aika nopeasti, johon totesin, että enhän minä nyt ole mihinkään lähdessä...

Elina kertoo:

Väitöstilaisuus alkoi. Olin hieman kummastunut, että kustos **Anssi Auvinen**, jonka piti olla Annan tukena, vain avasi tilaisuuden ja oli sitten ihan hiljaa.

Anna kertoo:

Alkurituaalien jälkeen oli vuorossa lektiio, jota en itselleni tyypillisesti tietenkään ollut harjoitellut, vaikka en esiintymisestä erityisesti pidäkään. Kykenin vain toivomaan, että en ylittäisi esitykselle annettua aikarajaa ja että onnistuisin esittämään asiani mahdollisimman selkeästi. Tämähän oli se tilanne, jossa minun piti ”kertoa äidille, mihin tänään käsiteltävä asiani liittyy”, eli esitykseni piti olla hyvin kansantajuinen, mikä on tieteentekijälle aika vaikeaa.

Jälkikäteen ohjaajani kertoi, että lektiio oli kestänyt tasan 19 minuuttia, kun 20 minuuttia oli yläraja. Eli aivan sopivasti!

Elina kertoo:

Vastaväittäjä **Jukka Juutilainen** kyseli

Annalta mitä kummallisimpia asioita. Ensiksi ”rentouttavan” kysymyksen, että kuvaako tämä väitöskirjan ulkoasun sinisen osion kuviohässäkkä säteilyä? Anna vastasi kaikkeen reippaasti ja asiallisesti. Joskus tuntui, että Anna on liian rauhallinen, kun ei tunnu hermostuvan mistään. Minä sen sijaan yleisön joukossa meinasin hikeentyä: Miksi se vastaväittäjä kyselee tuollaisia juttuja, eihän meidän Anna niitä ole ehtinyt moneen vuoteen tutkia, kun olemme täyttäneet hänen päivänsä ydinmateriaalien valvonnalla. No, Anna kuitenkin selvitti kaikki kysymykset kylmän rauhallisesti, ja vastaväittäjä sai todeta, että näin se on.

Oman toimiston väki laittoi tekstiviestiä, että vieläkö Annaa piinataan. Vastasin varttia vaille kaksi, että tämä on ihan vaiheessa vielä, ei loppua näkyvissä ollenkaan. Mutta sitten kaikki loppui noin kahdelta kuin seinään, ja vastaväittäjä julisti tuomionsa. Annasta tulee tohtori Lahkola!

Anna kertoo:

Vastaväittäjän kysymykset eivät tuntuneet erityisen pahoilta ja osasin mielestä-

ni melko hyvin vastatakin niihin. Pakolliset vuorosanat ”arvoisa vastaväittäjä” tulivat myös suustani kuten pitikin.

Sisäinen tunnelmani oli erikoisen epätodellinen, kovin onnellinen, ja luulen, että hymyilin lähestulkoon koko väitöksen ajan. Se tuntui kummalliselta, sillä olin etukäteen luullut, että ammatillisen elämäni kovimmassa paikassa olisin kaikkea muuta kuin onnellinen ja rento. Olin pelännyt, että en muistaisi nimeäni, kunnes keksin, että senhän voin luntata kirjastani, kun se kuitenkin olisi väitöstilaisuudessa nenäni edessä.

Vastaväittäjän loppulausunnon lukemisen aikana taisikin olla ainoa hetki, kun olin naama peruslukemilla, sillä se taisi jännittää minua eniten. Mutta kyllähän sitten taas irtosi hymy, kun sai kuulla puolustaneensa kirjaansa erinomaisesti. Jos olisin tiennyt, kuinka hyvältä väittelemineen tuntuu, olisin tehnyt sen jo aiemmin! ♦

Anna Lahkola ja Elina Martikka työskentelevät Säteilyturvakeskuksen Ydinmateriaalivalvonta-toimistossa.

Kännykän käyttö ei näytä lisäävän aivokasvainriskiä

Anna Lahkolan väitöstutkimuksen mukaan matkapuhelimen käyttö ei näyttäisi aiheuttavan aivokasvaimia.

Kahden yleisimmän aivokasvaimen, pahanlaatuisen gliooman ja hyvänlaatuisen meningeooman, vaaraa tutkittiin väestöpohjaisissa tapaus-verrokkitutkimuksissa. Ne tehtiin osana monikansallista Interphone-tutkimusta.

Tutkimuksissa havaittiin, että matkapuhelinta säännöllisesti käyttävillä oli pienentynyt vaara sairastua glioomaan tai meningeoomaan. Tulokset saattavat aiheutua harhasta, sillä ainakin suomalaiset matkapuhelimen käyttäjät olivat hieman innokkaampia osallistumaan Interphone-tutkimukseen kuin ne, jotka eivät käyttäneet matkapuhelinta. Lisäksi matkapuhelimen käytöstä kysyttiin takautuvasti.

Meta-analyysiin sisällytetyt 12 aiempaa tutkimustakaan eivät antaneet viitteitä siitä, että matkapuhelimen käytöllä olisi yhteyttä aivokasvainten vaaraan.

Anna Lahkolan väitöskirja *Mobile phone use and risk of brain tumours* (Matkapuhelinten käyttö ja aivokasvainten vaara) on julkaistu raporttina STUK-A 246.

Usko ydinsulkusopimukseen vahvistui

Salaisten ydinaseohjelmien paljastuminen on koetellut ydinsulkusopimukseen perustuvan valvontajärjestelmän uskottavuutta. Järjestelmän toimivuutta arvioidaan viiden vuoden välein seurantakokouksessa. Edellinen kokous epäonnistui, joten tänä keväänä pidetyn kokouksen täytyi onnistua.

Vuonna 1970 voimaan tullut ydinsulkusopimus (Nuclear Non-Proliferation Treaty) on ainutlaatuinen kansainvälinen valtioita sitova sopimusjärjestelmä. Viisi ydinasevaltiota; Venäjä, Englanti, Ranska, Kiina ja Yhdysvallat sekä 181 ydinaseetonta valtiota ovat sitoutuneet huolehtimaan ydinaseriisunnasta, estämään ydinaseiden leviämisen sekä edistämään ydinenergian rauhanomaista käyttöä.

Uudella vuosituhannella ydinaseiden riisunnassa ei ole edistytty toivotusti. Konkreettisiin toimiin sitouduttiin vuosien 1995 ja 2000 seurantakokouksissa, mutta täydellistä ydinkoekieltosopimusta ei saatu voimaan, eikä ydinasekelpoisen materiaalin tuotannon lopettamista koskevasta sopimuksesta päästy neuvottelemaan. Myöskään Lähi-idän ydinaseettoman vyöhykkeen perustamisessa ei edetty. Pohjois-Korea, Iran ja eräät muut maat rikkoivat sopimusvelvoitteita.

Toisaalta, 1990-luvulla syntyi myös useita ydinaseettomia vyöhykkeitä, ja esimerkiksi Argentiina, Brasilia ja Kuuba liittyivät atomisulkusopimukseen. Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) toimintaa kehitettiin. IAEA ja YK:n turvallisuusneuvosto pysyivät rooleissaan ja tehtävien

sä tasalla tässä myllerryksessä. Järjestelmä kesti, mutta paineet sovittujen toimenpiteiden käynnistämiseksi ovat kasvaneet.

Eri intressien ristivetoa

Tänä keväänä järjestetyssä ydinsulkusopimuksen seurantakonferenssissa oli edustettuina yli 170 valtiota, lukuisia hallitustenvälisiä organisaatioita ja kansalaisjärjestöjä. Ulkopuolella olivat Intia ja Pakistan, jotka vuonna 1998 demonstroivat omistavansa ydinaseen sekä Pohjois-Korea, joka sanoutui irti sopimuksesta vuonna 2003 ja räjäytti ydinpomminsa vuosina 2006 ja 2009. Israel, jolla ymmärretään olevan ydinaseita, ei ole liittynyt sopimukseen eikä salli näin muodoin IAEA:n valvoa sen laitoksia.

Ydinasevaltojen ja ydinaseettomien maiden erilaiset intressit sävyttivät tätäkin kokousta. Ydinasevallat halusivat edetä aseistariisunnassa omilla ehdoillaan ja omalla aikataulullaan. Ne halusivat varmistaa sen, että uusia ydinasevaltioita ei synny ja että ydinenergiaa ei missään muodossa käytetä terroritarkoituksiin.

Ydinaseettomat valtiot, esimerkiksi sitoutumattomien maiden puhemiehenä toiminut Egypti, ajoivat ponnekkaasti ydinaseriisuntaa.

Suomelle ja Euroopan unionille oli tärkeää, että edetään kaikilla kolmella rintamalla, myös ydinenergian rauhanomaisessa käytössä.

Yksittäiselläkin valtiolla, erityisesti Iranilla, oli kokouksen onnistumisessa keskeinen osuus, koska loppuasiakirja on kaikkien yhteisesti hyväksyttävä.

Kokous synnytti toivotun loppuasiakirjan

Loppuasiakirjassa on 64 toimenpidettä ja toimintasuunnitelma Lähi-idän ydinaseetonta vyöhykettä koskevasta konferenssista. Sovitut toimet pohjaavat vuosien 1995 ja 2000 konferenssien aikaansaannoksiin. Varsinaisia uusia aloitteita ei tarvittu. Sen sijaan kannustusta ja poliittista johtajuutta tarvitaan, jotta toiminta käynnistyy tehokkaasti.

Pohjois-Korean asiassa konferenssi tuki diplomaattisin keinoin saavutettavaa ratkaisua ja kehotti maata täyttämään ne velvoitteet, jotka sille on annettu kuuden osapuolen keskustelujen tuloksena.

Lisäksi kokous tuotti kaikkiaan 122 havaintoa, jotka koskivat järjestelmän toimivuutta. Ydinasevaltioita kritisoitiin, ja Pohjois-Korean ja Iranin käyttäytyminen tuomittiin. Sopimuksen eri artiklojen sisältämien velvoitteiden ehdotonta noudattamista korostettiin, toimeenpanon tehostamista edellytettiin, ja sopimuksesta irtautumiseen liittyviä menettelyjä käsiteltiin. Sanamuodoista ei päästy yhteisymmärrykseen, joten puheenjohtaja otti tämän osion omalle vastuulleen. Kaikki tarpeellinen on nostettu pöydälle, ja jos poliittista tahtoa riittää, asiat voidaan saatua kuntoon.

Diplomatian ja sovittelun taidonnäyte

Keskeisinä vaikuttajina itse konferenssissa, pienryhmien neuvotteluissa ja salien ulkopuolella toimivat USA, Venäjä, Egypti ja Iran.

Viimeisellä viikolla parikymmentä delegaatiota työsti kompromisseja. Suomi oli mukana muun muassa järjestelmän rakenteita käsittelevässä ryhmässä.

Iranilla oli oma roolinsa sen varmistamisessa, ettei sitä arvostella nimeltä loppuasiakirjassa. Iran piti muita maita epävarmuudessa, kunnes loppumetreillä Venäjän ja Egyptin patistamana hyväksyi sen.

Yhdysvallat puolestaan huolehti siitä, että Israel ja arabivaltiot saattoivat hyväksyä Lähi-itää koskevan ehdotuksen.

Pohja seurantakokouksen onnistumiselle ja päätösten tehokkaalle toimeenpanolle luotiin jo ennen kokousta. Onnistumiseen vaikuttivat Yhdysvaltain presidentin kesällä 2009 pitämä puhe, jossa hän vakuutti Yhdysvaltain sitoutuneen huolehtimaan rauhasta ja turvallisuudesta ilman ydinaseita, YK:n turvallisuusneuvoston erityisistunto syksyllä 2009, Venäjän ja Yhdysvaltojen uusi, ydinaseiden vähentämistä koskeva START-sopimus sekä 47 valtiomiehen ydinturvakokous huhtikuussa.

Järjestelmä kesti paineet

Ydinsulkusopimuksen toimivuutta arvioivia kokouksia on pidetty kahdeksan kertaa. Näistä puolesta ei ole onnistuttu saamaan aikaan yhteistä loppuasiakirjaa. Kuitenkin valmistelun ja itse konferenssin aikana käydyt keskustelut, neuvottelut ja sovittelut ovat osaltaan huolehtineet siitä, että ydinsulkusopimus ja sen mukainen valvontajärjestelmä on osoittanut luotavuutensa ja kestävyytensä sekä kylmän sodan aikana että sen päättymisen jälkeisessä myllerryksessä. ♦

Juha Rautjärvi toimii projektipäällikkönä Säteilyturvakeskuksen Asiantuntijapalvelut-yksikössä.

Kokous linjasi tulevaa toimintaohjelmaa

Ydinaseriisuntatoimille kunnianhimoisia tavoitteita:

- Ensimmäistä kertaa tavoitteena maailma ilman ydinaseita; kaikentyyppisten ydinaseiden vähentäminen, ydinaseiden roolin pienentäminen, strategisia ydinaseita rajoittavan START-sopimuksen pikainen voimaansaattaminen, sitovat turvatakuut ydinaseettomille valtioille, YK:n korkean tason kokous jo syyskuussa.
- Valtioita kehoitettiin ratifioimaan ydinkoekieltosopimus ja pidättäytymään testauksesta.
- Ydinasekelpoisen materiaalin tuotantokieltosopimuksen neuvotteluun vauhtia.
- YK:n pääsihteerin viiden kohdan ohjelma ydinaseiden kieltosopimuksen aikaansaamiseksi otettiin tiedoksi.

Ydinsulkuvalvontaa terävöitetään:

- Sopimuksen ulkopuolisten valtioiden tulisi liittyä ydinsulkusopimukseen.
- IAEA:n pitäisi panna kattava valvonta tehokkaasti täytäntöön.
- Ydinasevaltioiden rauhanomaisessa käytössä olevat ydinaineet IAEA:n valvontaan.
- Valtioiden on huolehdittava, että ydinalan vienti ei tue suoraan eikä epäsuorasti ydinaseohjelmia ja että kansallista valvontaa ja kansainvälistä yhteistyötä tehostetaan.

Rauhanomaista käyttöä edistetään:

- Sopimus luo luottamusta ja puitteet yhteistyölle, ydinaineiden rauhanomaiselle käytölle, mukaan lukien monikansalliset polttoainekierron järjestelyt.
- Sitoudutaan kaikkiin kansainvälisiin sopimuksiin ydinaineiden käytön turvallisuudesta.
- Kaikkien maiden tulisi sitoutua IAEA:n yleiskokouksen päätöslauselmaan, joka kieltää aseellisen hyökkäyksen kohdistamisen käytössä tai rakenteilla olevaan ydinlaitokseen.

Lähi-idän ydinaseeton vyöhyke keskeinen hanke:

- Kaikki viisi ydinasevaltaa sitoutuivat toimeenpanemaan vuoden 1995 päätöksen.
- Kokous vahvisti hankkeen toimintasuunnitelman.

Iran-Turkki-Brasilia-sopimuksen lyhyt elinkaari

Toukokuussa, hieman ennen ydinsulkukokouksen alkamista, Turkki ilmoitti yllättäen, että se ja Brasilia olivat käyneet neuvotteluja Iranin kanssa uraanin rikastusohjelman aiheuttamista kiistoista. Turkin mukaan neuvottelujen tulos tekisi Iranin vastaiset pakotteet tarpeettomiksi.

Maailmalla uutisesta aluksi vallinnut innostus laimeni huomattavasti, kun sopimuksen yksityiskohdat selvisivät. Sopimuksen mukaan Iran olisi toimittanut 1 200 kiloa matalasti rikastettua uraaniaan Turkkiin pantiksi, kunnes Wienin ryhmä (USA, Ranska, Venäjä ja Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA) olisi toimittanut vastaavan määrän polttoainetta Iranin tutkimusreaktoriin.

Sopimuksessa oli kolme suurta ongelmaa, jotka käytännössä varmistivat sen kaatumisen: Ehdotuksesta ei ollut neuvoteltu – eikä ilmeisesti edes keskusteltu – Wienin ryhmän kanssa, sopimus ei ottanut lainkaan kantaa uraanin rikastamisen jatkamiseen, eikä mainittu 1 200 kilon määrä ollut kuin puolet Iranin matalarikasteisesta uraanista. Wienin ryhmän kannalta Turkin sopimuksella ei olisi tässä vaiheessa siis saavutettu yhtään mitään, ja ryhmä ilmoittikin, ettei se suostu sopimukseen. YK:n turvallisuusneuvosto päätti Iraniin kohdistuvista lisäsanktioista kesäkuussa.

Antero Kuusi, Säteilyturvakeskuksen Ydinmateriaalivalvonta-toimisto

Näppituntumasta luotettaviin tarkastuksiin

Ylitarkastaja Olavi Valkeajärvi on Säteilyturvakeskuksen erikoisasiantuntija siinä, miten ydinvoimaloiden rakenteiden ja laitteiden vikoja voidaan tutkia niitä rikkomatta.

Ylitarkastaja Olavi Valkeajärvi Säteilyturvakeskuksen Ydinvoimalaitosten valvonta -osastolta on suomalaisen pätevöintityön edelläkävijä. Ennen pätevöintiä tarkastukset perustuivat kärjistetysti sanottuna näppituntumaan: "Kun oli tarkastettu, ei tiedetty, oliko löydetty se, mitä oli etsitty. Eikä aina sitäkään, mitä oltiin etsimässä".

Valkeajärvi on tehnyt sinnikästä työtä päteväinnissä. Sillä varmistetaan, että ydinvoimaloiden määräaikaistarkastuksissa ollaan varmalla pohjalla ja rakenteiden sisällä olevat viat löydetään.

Edellytyksenä on, että testauslaitosten käyttämät ohjeet, laitteet ja testaushenkilökunta on päteväity tietyn kohteen tutkimiseen.

Tae testin luotettavuudesta

Pätevöintityön kehitys alkoi 1970-luvun puolivälissä, kun ydinvoimaloiden painelaitteiden rikkomattomia määräaikaistarkastusmenetelmiä ryhdyttiin testaamaan luotettavuustutkimuksin.

Koekappaleina oli esimerkiksi reaktori-paineastioiden osia, joiden vikojen havaittavuutta haluttiin selvittää. Viat oli aiheutettu tarkoituksellisesti tutkimuksia varten. Koekappaleita kierrätettiin ympäri Eurooppaa testauslaitoksissa, jotka yrittivät etsiä vikoja parhaalla tekniikallaan. Lopulta kappaleet rikottiin ja todellisia vikoja verrattiin testauslaitosten antamiin tarkastustuloksiin.

”Ilmeni, että testaukset olivat aika epäluotettavia. Isoja vikoja jäi huomaamatta.”

Ratkaisuksi keksittiin tarkastusjärjestelmien päteväinti. Ensimmäinen standardi kehitettiin Yhdysvalloissa 1980-luvun lopussa. Englannissa päteväintielin Inspection Validation Centre (IVC) kehitti oman urauurtavan menettelynsä jo 1980-luvun puolivälissä. 1990-luvun alussa perustettiin voimayhtiöiden ja viranomaisien työryhmät eurooppalaisen päteväintijärjestelmän kehittämiseksi. Ensimmäiset raporttiversiot julkaistiin 1995.

Suomessa kivikkoinen alkua

Kun tarkastusten luotettavuusjulkaisu alkoi ilmestyä, Olavi Valkeajärvi oivalsi, että Suomessakin pitäisi tehdä jotain.

Päteväinti vaaditaan niin ydinvoimaloita tarkastavilta testauslaitoksilta, tarkastusohjeilta ja -laitteistoilta kuin henkilöstöltäkin.

”Se ei ollut helppoa. Asenneongelmia oli vähän kaikissa organisaatioissa.”

Koskaan aiemmin ei ollut tehty päteväintiä, ja katsottiin, että silti oli pärjätty.

”Päteväinti on myös tavattoman työlästä ja kallista.”

Suomessa vuonna 1993 perustettu työryhmä alkoi ajaa asiaa. Säteilyturvakeskusta (STUK) edustanut Valkeajärvi toimi ryhmässä tarkkailijana.

Sitten STUKiin alkoi tulla voimalaitosten ensimmäisiä päteväintiraportteja suoraan hyväksyttäväksi – vaikka ideana oli, että päteväintiin tarvitaan riippumaton erillinen asiantuntijaelin. STUK hankki avukseen IVC:n.

Konsultin kokemus ja asiantuntemus herättivät Suomessa vastahakoisuutta vielä 2000-luvullakin. Yli kymmenvuotisella konsulttisuhteella on kuitenkin ollut suuri merkitys suomalaiselle päteväinnille.

STUK julkaisi YVL-ohjeensa päteväinneistä syyskuussa 2003, ja kehitystyö nyt kähti tämän jälkeen merkittävästi eteenpäin. Vuosituhannen alkupuolelta lähtien Suomessa päteväintielimenä on toiminut Inspecta Sertifiointi Oy.

Vaurioitumistavat tunnettava

Käytännössä päteväinti lähtee siitä, että tunnetaan kohde, jonka rakenteista etsitään vikoja.

Tarkastuskohteet ovat yleensä hitsaus-saumoja. Niistä on esimerkiksi löydettävä särö, joka on korkeudeltaan 10 ja pituudeltaan 30 millimetriä.

”Pitäisi ensin arvioida mahdolliset vaurioitumismekanismit. Miten rakenne on voinut vaurioitua ja mistä kohtaa? Mitä vikoja voisi olla, ja toisaalta, mitkä viat ovat niin suuria, että ne pitäisi löytää?”, Valkeajärvi kuvailee.

Viallisen koekappaleen teko on haaste

Rakenteen sisällä olevia säröjä tutkitaan yleisimmin ultraäänellä. Pintatarkastuksia tehdään tunkeumaneste-, magneettijauhe- ja pyörrevirtatarkastusmenetelmillä. Röntgenkuvausta käytetään kohteen valmistusvikojen selvittämiseen, ei niinkään määräaikaistutkimuksiin.

Tarkastusohje ja henkilökunta on päteväitävä. Osana päteväintiä tutkitaan testauslaitoksen käyttämien välineiden, ku-

Päteväinnillä varmistetaan, että vika löydetään tarkastuksessa.

ten ultraäänilaitteistojen, toiminta.

Pätevöinnissä käytetään koekappaleita, joihin pitää ensin saada tekemällä tehtyä vikoja. Se vaatiikin erityisosaamista.

Pätevöinnin *avoimena kokeena* nämä viallisiksi tiedetyt koekappaleet tutkitaan päteväntielimen valvonnassa testauslaitoksissa. Teknisessä perustelussa selvitetään fysiikkaan nojaten esimerkiksi ultraäänien kulkeminen rakenteessa, sen heijastuminen ja taittuminen. Lisäksi tukeudutaan erilaisiin laboratoriotuloksiin ja dokumentoituihin kokemuksiin.

”Tekninen perustelu voi olla mitä tahansa relevanttia perusteltua todistelua, mutta sen pitää olla jäljitettävää”, Valkeajärvi sanoo.

”Toisena osuutena tarkastushenkilöstön pitää tehdä *sokkokoe*; tutkia sellainen koekappale, jonka viat eivät ole ennalta tiedossa.”

Lopputuloksena päteväntielin laatii pätevöinnin arviointiraportin ja myöntää päteväntitodistuksen tarkastusohjeel-

le, -laitteistolle ja -henkilöstölle. Voimayhtiö toimittaa ne muun aineiston ohella STUKille lopullista pätevöinnin hyväksyntää varten.

Joka kohde vaatii oman päteväntiänsä

Pätevöidyt testauslaitokset tekevät parhaillaankin töitä esimerkiksi Loviisa 2:n laajassa vuosi- ja vuosihuollossa. Määräaikaistarkastuksia tekee viidestä kymmeneen eri testauslaitosta eri kohteissa. Tarkastuksilta vaaditaan päteväntiä.

”Harmonisointi on pätevöinnin kaunis ajatus; se, että sama pätevänti toimisi maassa kuin maassa. Käytännössä pätevöinnin lähtökohta riippuu kohteesta. Esimerkiksi hitsausliitoksesta täytyy tietää siihen käytetty valmistustekniikka, sen kuormitus, materiaalit, mitat ja vaurioitumismekanismit.”

Ydinvoimalat eivät ole ihan samanlaisia eivätkä näin pätevöinnin kannalta suoraan verrannollisia. Aiemmin tehty pätevänti voi kuitenkin helpottaa uuteen kohteeseen päteväntiä. ♦

Tulevien ydinvoimaloiden kannalta on ongelmallista, että pätevöinnin suomalaiset henkilöstöresurssit ovat jo käytössä.

Suomalainen pätevänti on nyt Euroopan kärkeä

STUKin strategiasuunnitelmaan 2007–2011 merkittiin erääksi tavoitteeksi selvittää suomalaisen päteväntikäytännön tila. Tätä varten pyydettiin ulkopuolista asiantuntijalausuntoa. Arvion teki IVC, nykyiseltä nimeltään Serco Assurance, Inspection Validation Centre.

”Arvosana oli erittäin hyvä”, Olavi Valkeajärvi kertoo.

”Ilman päteväntiä ei olisi tietoa luotettavuudesta. Pulassa oltaisiin myös uusien ydinvoimalaitosten rakentamisessa, jos ei olisi toimivaa päteväntijärjestelmää.”

Valkeajärvi toteaa, että Suomen pätevöinnin korkea vaatimustaso rakenteilla olevassa Olkiluoto 3:ssa on yllättänyt ranskalaistoimittajan.

”Heillä ei ollut käsitystä siitä, mitä kaikkea se vaatii.”

Yksi pätevänti vie toista vuotta. Olkiluoto 3:ssa lähtötiedoiltaan erilaisia tarkastuskohteita on yli 50. Vaikka niitä yhdistetään, vaaditaan silti noin 30 päteväntiä.

”Jos ne tehtäisiin peräkkäin, se veisi 30 vuotta.”

Tulevat voimalaitokset ovatkin suuri ongelma: pätevöinnin suomalaiset henkilöstöresurssit ovat jo käytössä. On haaste löytää asiantuntijoita edes koko Euroopasta.

Olavi Valkeajärvelle päteväntityö oli useita vuosia yksinäistä puurtamista. Viime vuosina keskustelukumppaneita on löytynyt.

”Alkuun asia oli vaikea, se poikkesi aikaisemmasta ajattelutavasta ja vaatii syventymistä.”

”Pätevänti on tutkimusprosessi, jossa mennään edestakaisin ja poimitaan: Jos yrittää oikaista, menee pieleen. Lähtötiedot tarvitaan luvanhaltijalta eli voimayhtiöltä, ja päteväntiohjeen suunnittelu on tehtävä huolellisesti. Lopuksi kaiken, kuten käytännön kokeiden ja teknisten perustelujen, pitää olla tasapainossa ja antaa uskottava näyttö pätevytydestä.”

Konsultin huhtikuudesta loppuraportista voi päätellä Suomen olevan nyt Euroopan johtavia maita pätevöinnissä.

”Se oli näitä uran huippuhetkiä”, Olavi Valkeajärvi kertoo.

KYSY SÄTEILYSTÄ!



säteilytieteen
professori
vastaa

Kysy ja kommentoi!

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

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

Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen mukaan asunnon huoneilman radonpitoisuuden vuosikeskiarvo ei saisi ylittää arvoa 400 Bq/m³ eikä uusien asuntojen osalta arvoa 200 Bq/m³. Radonmittaukset tehdään kuitenkin talvella. Kuinka paljon talvella mitattu pitoisuus poikkeaa vuosikeskiarvosta?

Huoneilman radonmittaukset suoritetaan talvella, koska radonpitoisuus on tällöin yleensä korkeampi kuin kesällä, eikä kesällä mitatusta arvosta pystytä arvioimaan talvella vallitsevaa pitoisuutta. Luotettava tulos saadaan vähintään kahden kuukauden pituisella mittauksella 1.11.–30.4. välisenä aikana.

Radonpitoisuus talvella on keskimäärin 20 prosenttia korkeampi kuin pitoisuuden vuosikeskiarvo. Jos talvella mitattu pitoisuus ylittää 240 Bq/m³, on arvioitu vuosikeskiarvo yli 200 Bq/m³. Vastaavasti jos pitoisuus talvella ylittää 480 Bq/m³, on vuosikeskiarvo yli 400 Bq/m³. Jos talo sijaitsee hyvin ilmaa läpäisevällä soraharjulla, vuodenaikavaihtelu voi olla erittäin voimakasta. Harjualueilla on joskus syytä tehdä uusintamittaus kesällä tai käyttää ympärivuotista mittausta, jotta voidaan varmistua vuosikeskiarvon enimmäisarvon alittumisesta.

Radonpitoisuus on talvella korkeampi kuin kesällä.



Mistä tiedän, pitääkö työpaikallani mitata radonpitoisuus?

Radonpitoisuus tulee mitata kunnissa, joissa on mitattu korkeita radonpitoisuuksia. Lista tällaisista kunnista löytyy STUKin nettisivuilta: www.stuk.fi/proinfo/valvonta/luonnonsateily/radon_tyopaikoilla/fi_FI/kuntalista/.

Lisäksi radonpitoisuus tulee mitata työpaikoilla, jotka sijaitsevat harju- tai muilla vastaavilla alueilla. Radonpitoisuus tulee mitata myös kaikissa maan alla sijaitsevilla työtiloissa, joissa työskennellään pysyvästi.

Meillä on omakotitalossa 2 000 litran vesivaraaja, joka lämpenee pääasiassa yösähköllä. Varaaja on kellarissa ja juuri sen yläpuolella on makuuhuoneemme. Voiko vesivaraaja synnyttää niin suuria magneetti- tai sähkökenttiä, että ne vaikuttavat kehoon?

Vesivaraajan vastukset ja syöttökaapelit eivät synnytä sen suurempia sähkö- tai magneettikenttiä kuin muutkaan kodin normaalit sähkölaitteet. Kentät ovat siis niin pieniä, etteivät ne aiheuta terveysvaikutuksia.



Markkinoille on viime vuosina tullut paljon mineraalimeikkejä, jotka koostuvat maaperän luonnollisista mineraaleista. Maaperässä on kuitenkin myös paljon säteileviä aineksia. Miten näiden joutumista kosmetiikkaan estetään? Altistavatko näitä meikkejä käyttävät naiset päivittäin kasvonsa suurillekin säteilyannoksille?

Maaperän mineraalien lisääminen meikkeihin tai meikin valmistaminen maaperän mineraaleista ei aiheuta haitallista säteilyannosta meikin käyttäjälle. Maaperän mineraalit ja kiviaines sisältävät aina luonnon radioaktiivisia aineita. Meikeissä tai voiteissa olevien radioaktiivisten aineiden määrät ovat kuitenkin niin häviävän pieniä, että säteilyannoksen kannalta niillä ei ole merkitystä.

Käyttipä näitä meikkejä tai ei, me kaikki saamme luonnon radioaktiivisista aineista pienen säteilyannoksen ulkoisena säteilynä, kun aineita on joka puolella elinympäristössämme.

Useat meikit, voiteet ja ihonhoitotuotteet ovat aina sisältäneet luonnon mineraaleja, vaikka niitä ei ole aikaisemmin markkinoitukaan tällä perusteella.

**Mineraali-
meikeistä
ei tule
haitallista
säteilyannosta.**

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



JULKAISIJA

Säteilyturvakeskus ■ www.stuk.fi

PÄÄTOIMITTAJA

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

TOIMITUSSIHTEERI

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

TAITTO

Annu Pörhönen, Stellatum Oy

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 2010

(neljä numeroa/vuosi)
Kestotilaus 43 € (laskutusväli 12 kk), 12 kk:n määräaikaistilaus 46 €, 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 ti-loissa. Tilaajan tietoja käytetään asiakassuhteen ylläpitoon ja hoitoon. Yhteydenotot tulee tehdä kirjallisina ja allekirjoitetuina em. osoitteeseen tai henkilökohtaisesti rekisterinpitäjän luona. Tilaaja voi kieltää tietojensa käytön markkinointitarkoituksiin ja markkinatutkimuksiin ilmoittamalla asiasta tilaaja-palveluun.

19. vuosikerta
ISSN 1235-1970

PAINOTYÖ

Hämeen Kirjapaino Oy



Aikakauslehtien liiton jäsenlehti

Kansikuva: Rodeo Oy/Tero Sivula

OHJEET

YVL 1.15

Mechanical equipment and structures of nuclear facilities. Construction inspection.

YVL 1.6

Qualification of control room operators for nuclear power plants.

ST 1.6

Operational radiation safety.

VALVONTARAPORTIT

STUK-B 118

Regulatory oversight of nuclear safety in Finland.

Annual report 2009.

Kainulainen E. (ed.)

STUK-B 119

Ydinturvallisuus. Neljännes-vuosiraportti 1/2010.

Kainulainen E. (toim.)

STUK-B 120

Finnish report on nuclear safe-

ty. Finnish 5th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety.

STUK-B 121

Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2008.

Tenkanen-Rautakoski P. (toim.)

STUK-B 122

Radiation practices. Annual report 2009.

Rantanen E. (ed.)

STUK-B 123

Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2010.

Weltner A. (toim.)

STUK TIEDOTTAA

STUK tiedottaa 1/2010

Isotooppitutkimuslaitteiden laadunvalvontaopas.

Lue ajankohtaista asiaa säteily- ja ydinturvallisuudesta – tilaa Alara!

♦ www.stellatum.fi

♦ tilaaajapalvelu@stellatum.fi

♦ puhelin: 03 4246 5301

Tilaukshinnat Suomessa 2010 (neljä numeroa vuodessa):
kestotilaus 43 € (laskutusväli 12 kuukautta),
12 kuukauden määräaikaistilaus 46 €.

Säteilyn lumo

TAIDETTA, TIEDETTÄ JA TEKNIKKAA.

NÄYTTELYT 2010

Säteilyn lumo - taidetta, tiedettä ja tekniikkaa 28.4.2010-9.1.2011

1900-luvun vaihteessa tiedemaailmassa kuhistiin uusista alkuaineista, jotka hohtivat! Ilmiötä alettiin kutsua radioaktiivisuudeksi. Seuraavina vuosikymmeninä sitä opittiin soveltamaan tavalla, jota ei voitu edes kuvitella.

Ristiriitaisia tunteita herättävää aihetta lähestytään näyttelyssä nykytaiteen ja dokumenttielokuvien kautta.

Tekniikan museo, Viikintie 1, 00560 Helsinki
www.tekniikanmuseo.fi

Avoinna: tiistaista - perjantaihin 9 - 17 ja lauantaista - sunnuntaihin 12 - 16