

YTTIMEKÄS

1

TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ:N YHTIÖLEHTI

2014



Ydinturvallisuuden
uudet johtajat

Ennätysvuodesta
eteenpäin tiukan
euron ehdoilla

Vain turvallinen
loppusijoitus on
mahdollinen

Uudet johtajat, tuttua turvallisuutta

Hyvä Ytimekkään lukija. Kädessäsi on nyt lehti, jonka sivuilta jo kannesta lähtien voi havaita tiettyä historian havinaa ydinturvallisuudessa. Suomessa ydinturvallisuuden johtaminen sekä meillä Teollisuuden Voimassa että Säteilyturvakeskuksessa on siirtynyt uuden sukupolven käsiin. Historiallista on se, että molemmat tuoreet johtajat ovat naisia.

Molemmat vastaanimitetyt johtajat ovat keränneet kannuksensa haastavissa ydinturvallisuutta vaalivissa tehtävissä. Ydinvoima-alalla kaiken tekemisen lähtökohtana on turvallisuus, eikä tämä ole jatkossakaan mitenkään muuttumassa. Tämän voi hyvin havaita myös tässä lehdessä haastateltujen uusien johtajien puheista ja prioriteeteista.

Uudet nimitykset voikin nähdä merkkinä siitä, että ydinvoima-alalla ollaan totuttu muutoksiin ja parantamaan omaa toimintaa, ja haasteista huolimatta ollaan siirtymässä kohti uusia valoisampia aikoja. Myös EU-komission tuore energialinjaus sitovine päästötavoitteineen vahvistaa ydinvoiman asemaa merkittävänä päästöttömänä energiatuotannon muotona.

Uskoa tulevaan olemme voineet ammentaa myös päättyneestä vuo-

desta 2013. Toimivat laitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat saavuttaneet virstanpylväitä ja ilmastomuutoksen hillintä on noussut yhä näkyvämmiin julkiseen keskusteluun.

Ydinvoiman tulevaisuus näyttääkin juuri nyt kohtuullisen hyvältä: se on avain ilmastomuutoksen hillintään ja energiainvestoinnit toimivat vahvoina kansantaloutemme primusmoottoreina.

Huoli ydinvoiman kilpailukyvyyn säilymisestä on kuitenkin otettava vakavasti. Meillä on omat ongelmamme Olkiluoto 3 -projektin viivästymisen kanssa. Tärkein tehtävämme on juuri nyt tehdä kaikki mahdollinen auttaaksemme laitostoimittajaamme saamaan kriittisimmät suunnittelu- ja työvaiheensa valmiiksi ja laitoksen varmaan sähköntuotantoon.

Ja kuten tätä lehteä lukiessa jokainen voi havaita ja varmistua, kaikki tehdään ydinturvallisuus edellä. —

Valoisaa kevättä,
Jarmo Tanhua



YTIMEKÄS

**Teollisuuden Voima Oyj:n
yhtiölehti 1/2014**

Seuraava numero ilmestyy
kesäkuussa 2014.

Päätoimittaja:
Anna Lehtiranta

Toimittajat:

Johanna Aho
Juhani Ikonen
Tiina Kuusimäki
Pasi Tuohimaa

Toimitussihteerit:

Elina Heikkilä
Eija Tommola

Julkaisija:

Teollisuuden Voima Oyj
Olkiluoto
27160 EURAJOKI
Puh. (02) 83 811
Faksi (02) 8381 5209

Ulkoasu:

Mainostoimisto RED

Kansikuva:

Hannu Huovila

Taitto:

Ground Communications

Paino:

Eura Print Oy

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa käytettävää kupari-valurautakapselia on kehitetty jo vuosikymmenien ajan. Yksityiskohtien hiominen jatkuu, kunnes loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudesta voidaan varmentua.

TÄSSÄ NUMEROSSA

- 8 Sukupolvi vaihtui myös STUK:n ylimmässä johdossa
[Pasi Tuohimaa](#)
- 13 Vuoden 2013 säteilyannos ennätysalhainen
[Juhani Ikonen](#)
- 17 Kuparikorroosio tutkimuskohteena
[Johanna Aho](#)
- 18 Monipuolisen osaamisen projekti
[Johanna Aho](#)
- 20 Olkiluoto 3:n suojarakennus suoriutui paine- ja tiiveystesteistä hyvin arvosanoin
[Tiina Kuusimäki](#)
- 22 Tekniikanurkka: Turvallisuus syntyy tekemällä
[Tiina Kuusimäki](#)
- 26 Kolme vuotta onnettomuuden jälkeen
[Jukka-Pekka Paajanen](#)
- 30 Nelisilmäisistä kaloista muovipuihin
[Johanna Aho](#)
- 31 Järjellä vai tunteella?
[Voimamies](#)

4

Ydinturvallisuuden uudet johtajat

Ei ydinturvallisuus ole eikä voikaan olla mitään kissa-hiiri-leikkiä, jossa toinen yrittää päästä helpolla ja toinen tarkistaa, että suoritus täyttää vaatimukset. Vastuu laitoksen turvallisuudesta on jakamattomasti TVO:lla. STUKin tehtävänä on ohjeistaa ja varmistua siitä, että vaatimukset täyttyvät.
[Pasi Tuohimaa](#)

10

Ennätysvuodesta eteenpäin tiukan euron ehdoilla

Viime vuoden kaikkien aikojen suurin tuotantomäärä kertoo sekä TVO:laisten että yhteistyökumppaneiden hyvästä osaamisesta. Turvallisuus on aina ykkösasia, mutta sen rinnalla tulee myös taloudellisuus. Siksi on äärimmäisen tärkeitä miettiä jokaisen euron kohdalla, että se sijoitetaan kokonaisturvallisuuden kannalta parhaaseen paikkaan.
[Juhani Ikonen](#)

14

Vain turvallinen loppusijoitus on mahdollinen

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta on tutkittu yli 30 vuotta. – Periaatteenamme on palata asioihin aina uudelleen, mikäli uusia turvallisuuteen kohdistuvia väitteitä tai havaintoja ilmaantuu, johtava asiantuntija Juhani Vira Posivalta kertoo.
[Johanna Aho](#)



Uusi syntyy pienistä aluista.
Kirsi Alm-Lytz (vas.) ja Marjo
Mustonen haluavat kehittää
ydinturvallisuuden toimintatapoja
tulevaisuutta varten.

Ydinturvallisuuden uudet johtajat

Suomen ydinturvallisuuden johto on siirtynyt vahvasti uuden sukupolven käsiin. DI, eMBA Marjo Mustonen, 45, aloitti Teollisuuden Voiman ydinturvallisuudesta vastaavana johtajana vuoden alussa. Tekniikan lisensiaatti Kirsi Alm-Lytz, 38, taas siirtyi Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosten valvontaosaston johtoon marraskuussa.

Yliopiston kasvitieteellisen puutarhan tropiikkihuoneessa Helsingin Kaisaniemessä on kostean kuuma, vaikka ulkona paukkuu liki viidentoista asteen pakkanen. Katto sataa vettä ja kosteus kylmästä sisään tuodusta kamerasta vaatii kuivattelua. Puutarhan muilla vierailija ei ole aavistustakaan, miksi juuri näitä naisia asetellaan täällä erilaisiin asentoihin kuvauspaikoissa.

Täytyy myöntää: aasinsilta tropiikkihuoneesta ydinvoiman merkitykseen ilmastonmuutoksen hillinnässä ja ydinturvallisuuteen on ehkä hieman haettu, mutta totta ja aasinsillaksi eksoottinen.

Kummallakin on työssään missio

Lämmön pakottaessa riisumaan päällysvaatteita käyvät Mustonen ja Alm-Lytz toimittajan pyynnöstä keskustelua ydinturvallisuudesta. Heti alkuun käy selväksi, että kummallakin on työssään missio.

– Se on yksinkertaisesti varmistaa, että laitoksen käyttö on turvallista. Ydinenergian tuottamisen on oltava yhteiskunnan kokonaisedun mukaista, eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle, Marjo Mustonen sanoo.

– Minulle tärkeintä on tehdä oikea-aikaisesti ydin- ja säteilyturvallisuuteen tähtääviä päätöksiä. Eli kehittää edelleen toimintatapoja tulevaisuutta varten, varautua riittävän ajoissa uusiin haasteisiin ja pohdita mikä on turvallisuuden kannalta tärkeää, Kirsi Alm-Lytz kuvailee misiotaan.

Yhdensuuntaisia sanoja. Molemmilla on siis selkeä tavoite: pitää huolta ja varmistaa, että kaikki voitava on tehty laitosten ydinturvallisuuden eteen. Mutta millainen on ydinturvallisuuden ylimmän valvojan viranomaisen ja valvottavan suhde? Miksi valvojaa ylipäätään tarvitaan?

– STUK ei ole laadunvalvoja, vaan oma riippumaton tarkastaja. Ei ydinturvallisuus ole eikä voikaan olla mitään kissa-hiiri -leikkiä, jossa toinen yrittää päästä helpolla ja toinen tarkistaa, että suoritus täyttää vaatimukset. Vastuu laitoksen turvallisuudesta on jakamattomasti TVO:lla. STUKin tehtävänä on ohjeistaa ja varmistua siitä, että vaatimukset täyttyvät, Mustonen sanoo.

– Me taas luomme ja varmistamme jo lähtökohtaisesti prosessimme ja alihankintaketjumme siten, että turvallisuus on kaikessa tekemisessä ykkössijalla.



Kirsi Alm-Lytz

- syntynyt 20.7.1975 Helsingissä
- dipl. ins. 1999 Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu
- tekn. lis. 2003 Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu
- 1997–1999 apulaistutkija, Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu, energiateknologiat-laboratorio
- 1999 STUK tarkastaja, ydinvoimalaitosten valvontaosaston säteilysuojelutoimisto
- 2003 STUK tarkastaja ja ylitarkastaja ydinvoimalaitosten valvontaosaston projektit-toimistossa
- 2009 STUK ydinvoimalaitosten valvontaosaston projektit-toimiston päällikkö
- 2011 STUK ydinvoimalaitosten valvontaosaston projektit ja käyttöturvallisuus -ryhmän päällikkö
- 2013 STUK ydinvoimalaitosten valvontaosaston määräaikainen johtaja

Marjo Mustonen

- syntynyt 26.9.1968 Imatralla
- dipl. ins. 1994 Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu
- TVO:n palveluksessa vuodesta 1993
- 1994 Reaktoriturvallisuusjaoksen turvallisuusinsinööri
- 2003 OL3-projektin ydinturvallisuuskoordinaattori
- 2005 OL3 Käyttövalmius ja turvallisuus -jaoksen päällikkö
- 2008 Käyttöturvallisuustoimiston päällikkö sekä OL3 ydinturvallisuuspäällikkö
- 2014 TVO:n ydinturvallisuudesta vastaava johtaja ja OL3:n rakentamisesta vastaava johtaja



Alm-Lytz on asiasta samaa mieltä. STUKin tehtävä on varmistua turvallisuusvaatimusten täyttymisestä ja edesauttaa ydinturvallisuutta.

– Meidän tehtävämme on varmistaa, että kaikki on TVO:n puolelta kunnossa jo turvallisuuskulttuuriajattelusta lähtien ennen kuin lähemme toimimaan riippumattomana tarkastajana. Varmistamme myös, että sama ajattelu on mukana kaikissa ydinturvallisuuteen liittyvissä toimitusketjuissa maailmalta laitokseen. Erilaisten komponenttien ja

osien valmistuksen valvonta maailmalla onkin meille iso työ, Alm-Lytz sanoo.

Oikiluoto 3 työllistää molempia

Mustonen ja Alm-Lytz tapaavat toisinaan kokouksissa ja arvioivat olevansa toistensa kanssa tekemisissä lähes viikoittain. Vakiokokouskäytäntö, jossa TVO:n ydinturvallisuusjohtaja tapaa STUK:in johtoa, tapahtuu kolmesti vuodessa. Käytännössä tieto erilaisista asioista kulkee TVO:ssa ja

STUKissa erilaisten asiantuntijoiden kautta, josta se sitten jalostuu näihin kokouksiin sovittavaksi.

– Meillä on myös ollut ja on erittäin paljon valvontatyötä liittyen Oikiluoto 3:n rakentamiseen. STUKin työvoimassa se näkyy siten, että kun käyvät laitokset OL1, OL2 ja LO1 ja LO2 työllistävät meitä noin 10-15 henkilötyövuotta per laitos, niin OL3 työllistää meitä koko ajan noin 25-30 henkilötyövuotta, Alm-Lytz sanoo.

Ydinturvallisuustyö OL3:lla pitää sisällään luvituksia, joihin liit-

tyy valtava määrä dokumentaatiota sekä laitospaikalla ja laitteiden valmistuspaikoilla tehtäviä tarkastuksia.

Kirsi Alm-Lytzin isoja haasteita onkin kehittää edelleen tarkastustointaan liittyviä toimintatapoja. Uudet ydinvoimalaitoksia koskevat ohjeet eli niin sanotut YVL-ohjeet ovat myös valmistuneet.

– Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että yhä enemmän alemman turvallisuusluokan laitteita annetaan STUKista tarkastuslaitosten tarkastettaviksi, Alm-Lytz sanoo.

Alm-Lytz aikoo jatkaa ydinvoimalaitosten valvontaosaston organisaatiouudistuksen loppuun viemistä. Myös Mustosen johtamalla ydinturvallisuusosastolla on tapahtunut muutoksia, jotka tähtäävät muun muassa ydinturvallisuusresurssien ja osaamisen keskittämiseen hyödynnettäväksi TVO:n monissa tehtävissä ja hankkeissa.

Mikä on riittävästi?

Ydinturvallisuutta pitää jatkuvasti kehittää, mutta mikä on riittävästi? Mikä on nykytrendi ydinturvallisuudessa? Uusilta johtajilta on ihan pakko kysyä, mikä ydinturvallisuudessa nyt puhuttaa alan sisällä?

– Oikeastaan koko keskustelu ydinturvallisuudesta perustuu siihen, mikä on riittävä, Marjo Mustonen aloittaa.

– Ja paras tapa on aina käydä tätä keskustelua etukäteen, eikä enää sitten kun jotain on tapahtunut.

Hyvänä esimerkkinä tästä Mustonen pitää sitä, että TVO:n laitosten yksiköissä otettiin jo 1980-luvulla käyttöön niin sanotut vakavien reaktorionnettomuuksien hallintajärjestelmät.

– Tosiasia on, että jossain vaiheessa meidän vain pitää hyväksyä jonkinlainen pieni riskitaso. On hyvä käydä jatkuvaa keskustelua siitä, missä rajalliset resurssit hyödyttävät eniten ydin- ja säteilyturvallisuutta, Alm-Lytz sanoo.

Uusia trendejä ydinturvallisuudessa ovat kuitenkin kummankin mielestä uuden teknologian tuomat haasteet sekä Fukushima onnetto-

muuden jälkeisiin laitosparannuksiin liittyvät asiat.

– Ohjelmoitava automaatio on tuonut runsaasti haasteita niin meille kuin viranomaisillekin, Mustonen kuvailee.

Sukupolvenvaihdos meneillään

Kummankin mielestä koko ydinvoima-alalla, ei pelkästään ydinturvallisuudesta vastaavien johtajien kohdalla, on nyt meneillään sukupolvenvaihdos.

– Olkiluoto 3 on ollut erittäin hyvä hanke, koska sen myötä on pystytty siirtämään paljon alan osaamista uusille sukupolville. 1970-luvulla laitoksia rakentamassa ollutta sukupolvea



Oikeastaan koko keskustelu ydinturvallisuudesta perustuu siihen, mikä on riittävä. Ja paras tapa on aina käydä tätä keskustelua etukäteen, eikä enää sitten kun jotain on tapahtunut.

ei enää ole kovin paljon alalla. Mutta he ehtivät OL3:n myötä siirtää kokemuksiaan nuoremmille, Alm-Lytz kuvailee.

– Olemme pystyneet rekrytoimaan uutta väkeä alalle TVO:llakin. On hieno asia, että uusien projektien myötä myös opiskelijoiden määrät ovat kasvaneet. Ja tämä tarkoittaa aika monia koulutusohjelmia, Mustonen laskee.

Tällaisia aloja ovat Mustosen mukaan ainakin: energiatekniikka, ydinvoimatekniikka, teknillinen fysiikka ja maisterifysiikka. Ala tarvitsee myös runsaasti kaikenlaista osaamista, esimerkiksi automaatio-osaajia, kemistejä sekä materiaali- ja sähkötekniikan osaajia.

Raikas ja rento tuulahdus

Ydinvoima-alaa on perinteisesti totuttu pitämään miesten valtakuntana. Suurin osa insinööreistä on aina ollut ja on yhä edelleen miehiä. Marjo Mustonen ja Kirsi Alm-Lytz ovat esimerkkejä muutoksesta, joka on ollut havaittavissa jo jonkin aikaa: alalle hakeutuu entistä enemmän naisia.

Muutoksesta kertoo ehkä erilainen, aavistuksen aikaisempaa modernimpi ote asioihin. Mustonen tunnustaa suosikkiahmokseen tv:n viihdeohjelma Putouksen ja näyttelijä Jussi Vatasen esittämän sketsi-hahmon Antskun. Antsku kun on Imatralta, mistä Mustonen jo 1990-luvulla kotiutui Raumalle.

– Mie romahan, saa kyllä minutkin nauramaan. Itse tosin harrastan neulomista, ja kokemus on osoittanut, että mitä enemmän työstressi painaa päälle, sitä enemmän sukkaa syntyy, Mustonen nauraa. Ja liikunnalla saa myös vastapainoa työlle.

Mustonen hauskutti yhtiönsä väkeä ensimmäisessä johtajana pitämässään puheessa Olkiluodossa tammikuun alussa. Hän nimittäin totesi, että jos joku ei aina ymmärrä, mitä hän sanoo, se johtuu vain hänen oudosta Imatran murteen ja Rauman giälen yhdistävästä puhetavastaan.

Kirsi Alm-Lytz valottaa hänkin hieman siviilipuoltaan.

– Minulla on 6- ja 12-vuotiaat lapset sekä mies, joka puolestaan on opiskellut ja työskentelee naisvaltaisella alalla. Tämä tasapainottaa sopivasti elämää näiden kovien asioiden eli insinööritaidon ja ydinturvallisuuden valvonnan rinnalla, Alm-Lytz sanoo.

Haastattelun jo lähes päättyessä kuvaajamme Hannu Huovila on vihdoin saanut kameransa kuivumaan niin, että kuvaukset Kaisaniemessä saadaan käyntiin. Odottelun ja jutustelun aikana ehdimme kiertää puutarhan aavikkohuoneen, savanihuoneen, lummehuoneen ja monet muut mielenkiintoiset tilat. Hieno paikka.

Jäimmekin kaikki pohtimaan, miten iso osa Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan tarvitsemasta energiasta tuotetaan ydinvoimalla, puhtaasti ilman hiilidioksidipäästöjä. —

Sukupolvi vaihtui myös STUKin ylimmässä johdossa

Kun Suomen hallitus elokuussa nimitti diplomi-insinööri Petteri Tiippanan, 41, Säteilyturvakeskuksen (STUK) pääjohtajaksi, vaihtui sukupolvi myös ylimmän säteily- ja ydinturvallisuusvalvojan johdossa. Tiippana seuraa tehtävässä Tero Varjorantaa, joka nimitettiin Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n apulaispääjohtajaksi.



Petteri Tiippanan mukaan ulkoiset uhat ja niiden torjuminen on nyt maailmalla trendi ydinturvallisuudessa. Lähinnä nämä ovat luonnon uhkia, kuten tulvia, maanjäristyksiä, kylmyyttä, kuumuutta ja rankkasateita.

Petteri Tiippana, miltä maailma nyt näyttää ydinturvallisuuden kannalta?

– Fukushima seurauksena ydinturvallisuus on parane-
massa maailmassa. Kaikissa ydinvoimamaissa on nyt
käynnissä ydinturvallisuuden tason nostaminen. Myös
sellaiset maat, joissa turvallisuuden jatkuvan parantami-
sen periaatetta ei ole noudatettu, ovat käynnistäneet tur-
vallisuusparannuksia. Keskeinen trendi on varmistua sii-
tä, miten hyvin laitokset on suojattu äärimmäisiä ulkoisia
uhkia vastaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sähkön- ja
vedensaantijärjestelmien parempaa turvaamista ja vara-
järjestelmien lisäämistä.

Maailmassa rakennetaan tai ainakin suunnitellaan rakennettavan paljon ydinvoimaa sellaisiinkin maihin, joissa sitä ei aikaisemmin ole ollut. Miten ydinturvallisuus näissä maissa varmistetaan?

– Laitostoimittajan vastuu on korkea ja korostuu uusis-
sa ydinvoimamaissa. Olennaista on lisäksi, että maassa

on olemassa lainsäädäntö ja sitä valvomassa itsenäinen päätöksiin kykenevä viranomainen. Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA pyrkii juuri vaikuttamaan laitostoimittajiin ja tukee myös uusia viranomaisia. Itse pidän huolestuttavana kehityksenä sitä, että monissa maissa pyritään pidentämään vanhojen laitosten käyttöä jatkuvasti. Nyt puhutaan jopa 80 vuoden käyttöiästä.

Mitä trendejä maailman ydinturvallisuudessa on juuri nyt?

– Ulkoiset uhat ja niiden torjuminen on nyt ajankohtaista. Lähinnä nämä ovat luonnon uhkia ja ovat hyvin paikkasidonnaisia. Uhat voivat olla tulvia, maanjäristyksiä, kylmyyttä, kuumuutta, rankkasateita, jne. Myös vertaisarviointit ovat alalla jonkinlainen trendi, ja yleisestikin kansainvälisen yhteistyön lisääntyminen kokemusten jakamiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi muun muassa vaatimustasoa kehittämällä. Fukushima jälkeen tehdyt turvallisuusarviointit ovat osoittaneet, että meillä ei ole



Petteri Tiippana

- syntynyt 11.7.1972 Joensuussa
- dipl. ins. Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu 1997
- STUKissa vuodesta 1997
- 2003–2009 STUKin OL3:n projektipäällikkönä
- 2009 STUKin ydinvoimalaitosten valvontaosaston johtaja
- 2013 STUKin pääjohtaja
- paljon kokemusta kansainvälisestä yhteistyöstä mm. IAEA:ssa ja OECD/NEA:ssa. Ollut mukana myös EU:n komission EU:n laajenemisneuvotteluissa 2000–2001 ja 2001–2002 töissä Yhdysvalloissa NRC:ssä.

kansainvälisesti sovittuja konkreettisia turvallisuuskriteereitä. Jonkinlaiseksi trendiksi Fukushimaa jälkeen nimittäisin myös kasvaneen halun kehittää valmiustoimintaa ja -viestintää alueellisesti ja kansainvälisesti.

Onko EU:ssa tarvetta harmonisoida ydinturvallisuutta?

– Harmonisointia on jo tehty paljon ja mielestäni toimijoilla pitäisi olla samanlaiset kriteerit ydinturvallisuudessa. Harmonisoinnin tavoitteena on kuitenkin oltava turvallisuuden parantaminen, ei kompromisseihin päätyminen. Mikäli kompromissina haettu turvallisuustaso asetettaisiin jäsenmaita sitovaksi, johtaisi se joissakin maissa jopa turvallisuusvaatimusten keventämiseen.

Millainen suhde on EU:lla ja kansallisella ydinturvallisuudella?

– Tällä hetkellä suhde on ihan hyvä. Aika ajoin esiin nousee ajatus siitä, että EU:hun luotaisiin ylikansallinen viranomainen muun muassa edellä mainitusta harmonisointitarpeesta johtuen. En kuitenkaan pidä ajatuksesta, koska aikaisemmat kokemukseni muun muassa EU:n laajenemisneuvotteluista 2000-luvun alussa ja stressiteistäkin ovat osoittaneet EU-tason toimintaan liittyvän politiikkaa. Poliitiikan ja ydinturvallisuuden valvonnan sotkiminen on vastoin viranomaistoiminnan riippumattomuutta.

Mitä ydinturvallisuuteen liittyvät kansainväliset järjestöt (ENSREG, WENRA, IAEA ja OECD:n NEA) tekevät?

– Hyvä kysymys. Kaikilla on tavoite parantaa turvallisuutta ja aika paljon päällekkäisiä töitäkin tehdään. ENSREG on muodollinen EU-tason ryhmä, johon kuuluvat kaikki EU:n jäsenvaltiot ja komissio. WENRA taas on viranomaisten muodostama epämuodollisempi ryhmä, johon kuuluvat kaikki samat maat kuin edelliseenkin, mutta ei komissio. Sen lisäksi siihen kuuluu myös muita Euroopan maita kuten Sveitsi ja Ukraina. IAEA taas on maailmanlaajuinen järjestö ja OECD teollisuusmaiden järjestö. Ryhmien ketteryydet ja dynamiikat ovat edellä mainituista syistä erilaisia ja voisi kuvata, että WENRA toimii ketterästi kuin pikkubussi, OECD kuin bussi ja IAEA taas kuin juna, joka pysähtyy kaikilla asemilla.

Voidaanko ydinturvallisuus viedä niin pitkälle, että alan kannattavuus vaarantuu?

– Vastaan tuohon kysymykseen siten, että turvallisuutta pitää parantaa jatkuvasti. Sitä työtä ei saa pysäyttää. Suomessa filosofiamme on, että turvallisuus pitää kyseenalaistaa ja uusia parannuskohteita pitää etsiä jatkuvasti. Työn ja vaatimusten kiristämisen on oltava pragmaattista ja

uusilta laitoksilta pitää pystyä vaatimaan enemmän kuin vanhoilta.

Mikä on oma henkilökohtainen missiosi?

– Se on sama kuin STUKilla. Eli pystyä estämään säteilyn haitalliset vaikutukset ihmisiin, yhteiskuntaan ja ympäristöön tulevat sukupolvet huomioiden ottaen.

Miten ydinturvallisuutta johdetaan?

– Sitä pitää johtaa määrätietoisesti pitkällä aikajänteellä yhdessä sidosryhmien kanssa. Turvallisuuden pitää olla yhteinen tavoite. Vastuun turvallisuudesta on aina oltava luvanhaltijalla.

Miksi ilmastokeskustelussa ei ole mukana ydinvoimaa? Johtuuko se siitä, ettei ydinturvallisuus ole tarpeeksi hyvällä tasolla?

– Tuskin se siitä johtuu, mutta onneksi minun ei tarvitse miettiä energia-poliittisia asioita.

Lopuksi vielä kysymys viitaten TVO:n lähettämään joulutervehdykseen. Voiko ydinvoimalaitos räjähtää?

– Se ei voi räjähtää samalla tavalla kuten ydinpommi. Räjähtäviä kaasuja laitokseen voi kuitenkin kerääntyä ja ne voivat räjähtää kuten Fukushimaa. —

Ennätysvuodesta eteenpäin tiukan euron ehdoilla

Olkiluodon ydinvoimalaitos teki vuonna 2013 kaikkien aikojen parhaan tuotantotuloksen, 14,6 TWh (miljardia kilowattituntia) sähköä. Viime vuosina tehdyt laitosyksiköiden modernisoinnit kantavat nyt hedelmää. TVO:n johtaja

Risto Siilos katselee ennätyslukuja tyytyväisenä, mutta muistuttaa samalla kokonaisuuksien hallinnan tärkeydestä.

Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla vietiin vuosina 2010-2012 läpi laaja modernisointiohjelma. Sen tuloksena kummankin yksikön nettosähköteho kasvoi noin 20 megawatilla turbiinilaitoksen hyötysuhteen paranemisen myötä. Laitosparannusten ansiosta myös laitosyksiköiden turvallisuus parani entisestään.

Modernisoinnit olivat myös merkittäviä ympäristöhankkeita, sillä energiatehokkuuden kasvaessa sama määrä polttoainetta tuottaa aikaisempaa enemmän sähköä. Samalla mereen menevän jäähdytysveden lämpökuorma pienenee.

Laitosyksiköt nyt parhaimmillaan

Siiloksen mukaan kaikkien aikojen suurin tuotantomäärä kertoo sekä TVO:laisten että yhteistyökumppaneiden hyvästä osaamisesta.

– Me tiedämme, kuinka käyvät laitosyksikkömme pidetään vielä neljännellä vuosikymmenelläänkin uudenveroisina. Voikin sanoa, että Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat laitosyksikköinä nyt parhaimmillaan. Ne ovat teknisiltä perusratkaisuiltaan vieläkin moderneja, ja niitä on uudistettu suunnitelmallisesti vuosikymmenten aikana jatkuvan parantamisen periaatteella, Siilos tähdentää.

Uudistustyö jatkuu myös tulevina vuosina.

Vuosina 2016–2020 on edessä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen tähän mennessä suurin yksittäinen laitosmuutos.



Diesलगeneraattoreiden uusiminen on Olkiluodon voimalaitoshistorian suurin yksittäinen muutostyö.

Kuva: TVO / Kari Sarkkinen





Silloin uusitaan kaikki varavoimadieselgeneraattorit, joita on neljä kummallakin laitosyksiköllä. Toimitukseen kuuluu yhdeksäskin dieselgeneraattori, jota käytetään vaihtotyön aikana uusittavan generaattorin korvaajana ja myöhemmin varavoimakapasiteettina. Dieselgeneraattorit toimittaa Wärtsilä Finland Oy, ja uusintaprojektin kokonaisinvestointi TVO:lle on yli 100 miljoonaa euroa.

Kokonaisuuksien hallinta kaiken A ja O

Siiloksen puheessa toistuvat tiheästi sanat kokonaisturvallisuus, kokonaistaloudellisuus ja kokonaisuusien hallinta.

– Rajattomia resursseja ei ole missään, ja tänä päivänä on entistäkin tärkeämpää osata käyttää jokainen euro viisaasti ja niin, että siitä on mahdollisimman suuri hyöty kokonaisuuden kannalta. Mielestäni meillä on vielä kehitettävää siinä, että suuret muutosprojektit toteutettaisiin myös taloudellisesti optimaalisella tavalla. Turvallisuus on aina ykkösasia, mutta sen rinnalla tulee myös taloudellisuus. Siksi on äärimmäisen tärkeätä miettiä jokaisen euron kohdalla, että se sijoitetaan kokonaisturvallisuuden kannalta parhaaseen paikkaan.

Kokonaisharkinta koskee yhtä lailla myös käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitosta, jonka rakentamislupahakemuksen Posiva jätti viranomaisille vuonna 2012. Loppusijoitus tehdään parhaalla mahdollisella tavalla niin, että ratkaisun pitkäaikaisturvallisuus varmistetaan.

– Silti tässäkin on varottava eksymästä liian pitkälle yksittäisten osa-alueiden kehittelemiseen kokonaisuuden kustannuksella, Siilos varoittelee.

Siilos muistuttaa myös viranomaisvalvonnan merkityksestä ydinvoimalaitoksen toiminnan kannalta.



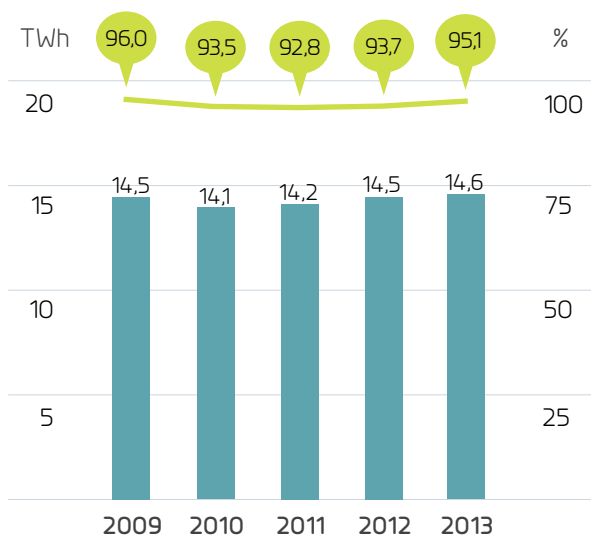
On entistäkin tärkeämpää osata käyttää jokainen euro viisaasti ja niin, että siitä on mahdollisimman suuri hyöty kokonaisuuden kannalta.

– Risto Siilos

OL1:N JA OL2:N SÄHKÖTUOTANTO

TWh VUOSINA 2009–2013

— OL1:n ja OL2:n yhteinen käyttökerroin, %



Laitosyksiköiden hyötysuhteen paraneminen on merkinnyt myös mereen menevän jäähdytysveden lämpökuorman pienenemistä.



Uudet ydinvoimalaitosyksiköt vähentävät sähkön tuontia kilpailukykyisellä tavalla ja korvaavat samalla käytöstä poistuvaa kapasiteettia.

– Säteilyturvakeskus on asiantunteva, tiukka ja vaativa viranomainen. Turvallisuudesta ei tingitä koskaan, mutta yhteistyö heidän kanssaan on silti joustavaa, ja häiriötilanteisakin on yleensä voitu toimia hyvässä hengessä ilman tarpeetonta byrokratiaa. Ainahan asiat toki voidaan tehdä vieläkin paremmin, ja myös tässä kohdassa asioita on hyvä ajatella kokonaisturvallisuuden kannalta.

Osakslainalla turvataan OL3-projektin loppuunsaattaminen

TVO:n osakkaat allekirjoittivat viime vuoden kesäkuussa yhteensä 300 miljoonan euron suuriset osakslainasopimukset Olkiluoto 3 -projektin turvaamiseksi. TVO varautuu osakslainasitoumuksella pitämään OL3-projektilla riittävän omavaraisuusasteen sekä selviytymään mahdollisista lisäviiveistä ja mahdollisista lisäkustannuksista projektin loppuunsaattamisessa.

– On tosi harmillista, että olemme joutuneet hakemaan osakkailta tällaista lisäsatsausta, mutta se on välttämätöntä viiveeseen varautumista. Missään nimessä emme voi olla tyytyväisiä projektin etenemiseen. Aikataulun jatkuva venyminen on

luonnollisesti niin meille kuin osakkeillekin valtava pettymys. Tärkeintä nyt on, että Olkiluoto 3 valmistuu mahdollisimman nopeasti ja että jäljellä olevat työt tehdään tehokkaasti ja viivyttelämättä. Laitostoimittajan on esitettävä selkeä suunnitelma lopputöistä ja niiden aikataulusta. Me TVO:lla autamme laitostoimittajaa, jotta kolmosyksikkömme saadaan tuottamaan sähköä niin pian kuin suinkin, Siilos sanoo.

Riippuvuus tuontisähköstä huolestuttaa

Suomessa sähkön kulutus on jatkanut maltillista kasvuaan.

– Energiankäytön tehostaminen on lisännyt ja lisää osaltaan sähkön kulutuksen suhteellista osuutta energian kokonaiskäytöstä. Uskoin saman trendin jatkuvan, sillä esimerkiksi asumisen ja palvelujen sähkönkäytön monipuolistuminen lisää sähkönkulutuksen osuutta. Toinen vahvasti kasvava sektori on varmasti sähkön käyttö liikenteessä. Kun säh-

könkulutuksemme edelleen kasvaa, on aika huolestuttavaa, että Suomi on edelleen erittäin riippuvainen tuontisähköstä. Viime vuonna tuontisähkön osuus sähkön kokonaishankinnasta Suomessa oli lähes viidennes, Siilos pohjaa.

Ydinsähkön merkitys korostuu

Nyt tarvitaan kotimaisia sähkön tuotantoinvestointeja, ja ennen kaikkea investointeja päästöttömään tuotantoon. Tähän suuntaan kehitystä ohjaa myös EU:n komission tammikuussa julkistama energialinjaus. Komission ehdotus ilmasto- ja energiapolitiikan tavoitteiksi vuoteen 2030 asettaa pää-tavoitteeksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen 40 prosentilla.

– Kun jäsenmaita ei enää pakoteta uusiutuvan energian lisäämiseen, päästötön ydinvoima saa taas mahdollisuuden uutta tuotantokapasiteettia pohdittaessa. Uudet ydinvoimalaitosyksiköt vähentävät sähkön tuontia kilpailukykyisellä tavalla ja korvaavat samalla käytöstä poistuvaa kapasiteettia. Suuret energiainvestoinnit tuovat myös kansantalouteen vahvaa nostetta. Minä uskon vakaasti TVO:n tuottaman ydinsähkön tulevaisuuteen, Siilos sanoo. —

Vuoden 2013 säteilyannos ennätysalhainen

Viime vuoden ennätysellisiä sähköntuotantolukuja täydentämään sopii hienosti säteilyannostilasto, joka kertoo, että Olkiluodon voimalaitoksella henkilöstön kokonaisannos oli viime vuonna pienin sitten laitousyksiköiden käyttöönottovuosien. Myös radioaktiiviset päästöt ympäristöön olivat tuttuun tapaan vain murto-osia viranomaisten asettamista rajoista.

TVO:lla pyritään kaikessa toiminnassa siihen, että työntekijät altistuvat säteilylle mahdollisimman vähän. Säteilyltä pystytään suojautumaan tehokkaasti hyvän ennakkosuunnittelun ja suojarustuksen avulla. Kaikki työvaiheet suunnitellaan niin, että säteilyaltistus pysyy mahdollisimman pienenä optimointiperiaatteen mukaisesti. Normaalin käytön aikana laitousyksiköiden toimintaa ohjataan valvomoista, ja säteilevissä tiloissa työskennellään vain hyvin rajoitetusti. TVO on asettanut säteilyaltistukselle omat huomiorajansa, jotka ovat huomattavasti tiukemmat kuin viranomaisen asettamat raja-arvot.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen viime vuoden kokonaisannos työntekijöille, 649 manmillisievertiä (manSv), oli pienempi kuin kertaakaan aivan ensimmäisten tuotantovuosien jälkeen ja 9,5 % pienempi kuin vuoden 2012 kokonaisannos.

Myös voimalaitoksen vuosihuollon ja käytönajan annokset sekä OL1-laitousyksikön kokonais- ja vuosihuoltoannos olivat ennätysellisen alhaiset. Suurin henkilökohtainen vuosiannos oli 8,1 mSv, joka on reilusti alle viidesosan säteilylainsäädännön sallimasta vuosiannosrajasta. —



Olkiluodon voimalaitoksella säteilyltä suojautuminen on oleellinen osa kaikkea toimintaa. Vuosihuollossa säteilevän kohteen suojaus tehdään esimerkiksi lyijymatoilla.



Posivan johtava
asiantuntija Juhani Vira.

TEKSTI: JOHANNA AHO

Vain turvallinen loppusijoitus on mahdollinen

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuus perustellaan tieteellisten tutkimusten, mallien, kokeiden ja teknisten testien avulla. Tärkeintä on tutkimuksen avoimuus. Ilman vuosikymmeniä jatkunutta avointa ja julkista kansainvälisen tiedeyhteisön keskustelua ja sitä kautta aina uusien havaintojen ja tutkimustulosten huomioon ottamista, loppusijoituksen turvallisuusperusteluja tuskin voisi pitää luotettavina.

Olkoon ydinjätehuolto-yhtiö Posivan slogan ”Vain turvallinen loppusijoitus on mahdollinen” kuinka kliseinen hyvänsä, ei sen sisältämää ajatusta voi vähätellä. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus toteutuu vain, jos se voidaan todeta turvalliseksi. Tutkimukset jatkuvat, kunnes turvallisuudesta voidaan vakuuttua. Lopullisen päätök-

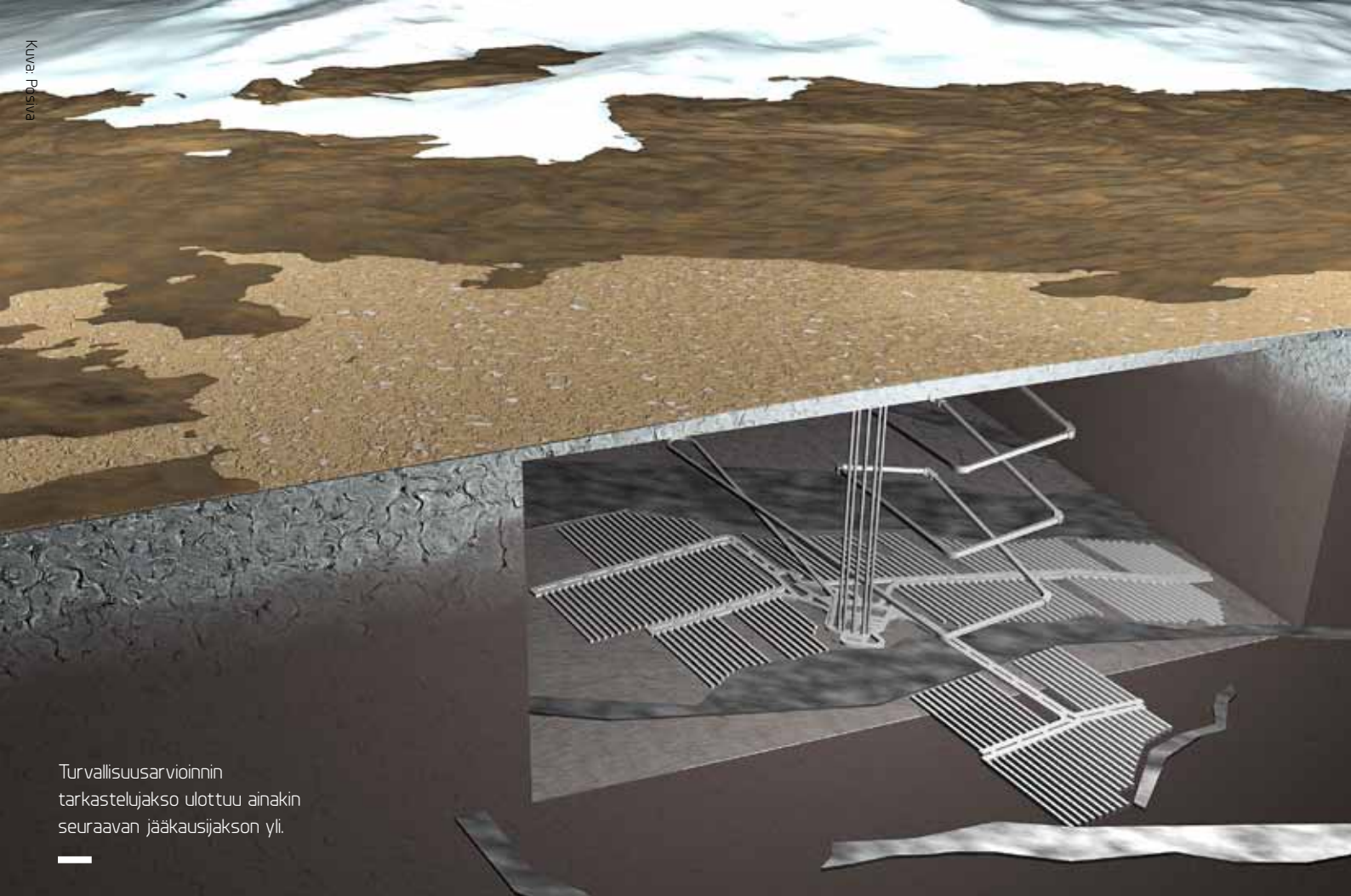
sen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja sen käyttöönotosta tekee valtioneuvosto Säteilyturvakeskuksen turvallisuusarvioon perustuen.

Asiantuntijoiden käsissä

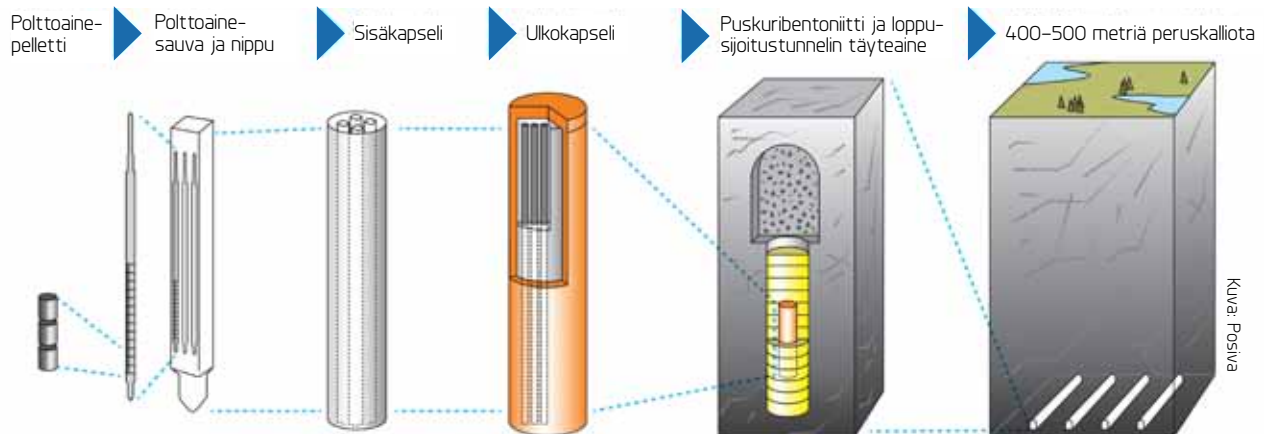
– Minua lähestyneiden ihmisten huoli tuntuu useimpien olevan se, voiko turvallisuudesta oikeasti sanoa mitään, koska arvioitava ajanjakso on niin pitkä, johtava asiantuntija **Juhani Vira** Posivalta kertoo. Vira on tutkinut loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta jo useita vuosikymmeniä.

Hän ymmärtää epäilijöiden huolen. Kaikki perustuu lopulta luottamukseen. Turvallisuusperustelut ovat kansalaisten luottavissa, mutta suurelta osin vain asiantuntijoiden ymmärrettävissä. Yksittäisen kansalaisen voi olla vaikea hahmottaa kokonaisuutta tai ymmärtää malleihin ja tekniikkaan liittyviä yksityiskohtia.

– Minä väitän, että tutkimukset ja niiden perusteella tehdyt johtopäätökset ovat luottamuksen arvoisia. Jääkauden yli ulottuvia testejä on kuitenkin mahdoton toteuttaa, ja siksi epävarmuus kasvaa mitä pidemmälle tulevaisuuteen mennään. Emme voi tietää, mitä tarkkaan ottaen tapahtuu kymmenien tuhansien vuosien päästä, mutta voimme silti luottaa, että luonnontieteen peruslait pätevät. Oletamme esimerkiksi, että kivi putoaa painovoiman vuoksi kädestä maahan, eikä nouse ilmaan. Selvitämme erityisesti, mitä loppusijoituksessa pahimmillaan voi tapahtua, ja onko se vielä tällöinkin turvallista ihmisille ja ympäristölle, Vira selvittää.



Turvallisuusarvioinnin tarkastelujakso ulottuu ainakin seuraavan jääkausijakson yli.



Kuva: Posiva

Pitkäaikaisturvallisuuden lähtökohtana on moniesteperiaate. Toisistaan mahdollisimman riippumattomat vapautumisesteet ehkäisevät radioaktiivisen aineen vapautumisen elolliseen luontoon.

Viidentuhannen sivun raporttisalkku

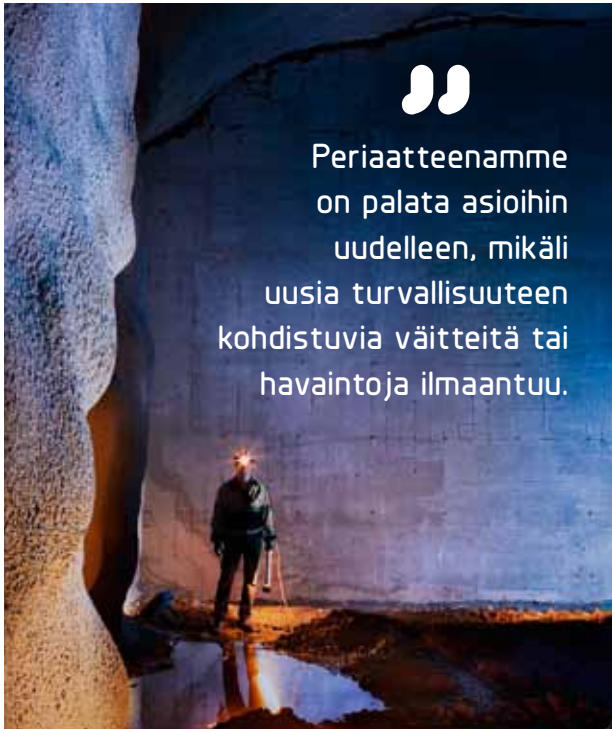
Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusperustelut on koottu noin 5 000 sivua kattavaan raporttikokonaisuuteen (TURVA-2012), joka luovutettiin vuoden 2012 lopulla työ- ja elinkeinoministeriölle loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen yhteydessä. Turvallisuuspe-

rustelulla osoitetaan miten tekniset vapautumisesteet – kapseli, bentoniittipuskuri ja tunnelien täyttemateriaali – toimivat Olkiluodon kallio-peräolosuhteissa satojen tuhansien vuosien aikana ja millaisia säteilyannoksia ympäristöön aiheutuisi teknisten vapautumisesteiden eristyskyvyn heikentyessä.

Loppusijoituksen pitkäaikaistur-

vallisuutta on tutkittu yli 30 vuotta. Turvallisuusperustelujen laatimiseen on osallistunut kymmeniä tutkijoita eri tieteenaloilta, taustatyötä on tehnyt satoja asiantuntijoita. Myös kansainvälisellä yhteistyöllä, esimerkiksi Ruotsin SKB:n kanssa, on ollut merkittävä rooli turvallisuusperustelujen valmistumisen suhteen. Posiva on lisäksi arvioituttanut tutkimuksia eri

Kuva: Posiva



”
Periaatteenamme
on palata asioihin
uudelleen, mikäli
uusia turvallisuuden
kohdistuvia väitteitä tai
havaintoja ilmaantuu.

asiantuntijajoukoissa ja pyrkinyt sitä kautta aktivoimaan tiedeyhteisön keskustelua.

– Periaatteenamme on palata asioihin uudelleen, mikäli uusia turvallisuuden kohdistuvia väitteitä tai havaintoja ilmaantuu. Tiedeyhteisön keskustelu on aikaa vievää, joten olemme pyrkineet nopeuttamaan keskustelua palkkaamalla asiantuntijoita arvioimaan työtämme. On myös tärkeätä, että teemme kansainvälistä yhteistyötä koko ”ydinjäteyhteisön” kanssa. Vain laajalla ja avoimella yhteistyöllä voimme vakuuttua loppusijoituksen turvallisuudesta, Vira toteaa.

Tarkastustekniikka, kuparikorroosio ja bentonittipuskuri

Turvallisuusarvio sisältää myös arvion epävarmuuksista. Epävarmuuksia tulee aina olemaan, mutta niistä huolimatta turvallisuuskriteerien pitää täytyä. Esimerkiksi kapselin tarkastustekniikan luotettavuudesta on voitava varmistua, jotta alun perin vialliset loppusijoituskapselit voidaan havaita. Kapselin kuparisen ulkokuoren mahdolliset korroosimuodot on tunnettava.

Lisäksi bentonittipuskurin käyttäytymisestä jääkauden jälkeisissä olosuhteissa hankitaan edelleen kokeellista lisätietoa. Meneillään olevien tutkimusten on määrä valmistua loppusijoituslaitoksen käyttöluvahakemuksen jättämiseen mennessä.

– Voimme silti olla vakuuttuneita siitä, että loppusijoitus on turvallista ja vastuullista. Arviossa esiintyvät epävarmuudet eivät muuta perustietämystämme loppusijoituksesta, mutta ne on huomioitava ja tutkittava perusteellisesti ennen loppusijoitustoiminnan aloittamista, Vira selvittää. —

Käytetty ydinpolttoaine pakataan loppusijoitettaessa tiiviiseen kupari-valurautakapseliin, joka on yksi radioaktiivisten aineiden vapautumisesta.

Kuparikorroosio tutkimuskohteena

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapselin ulkokuoren materiaaliksi valittu kupari teettää vielä lisäselvityksiä.

Tutkimuksilla halutaan varmentaa kuparin pitkän ajan kestävyys hapettomissa olosuhteissa.

Kupari valittiin aikoinaan kapselimateriaaliksi sen pitkäaikaiskestävyyden vuoksi. Eri puolilta maailmaa on löydetty kupariesiintymiä, joiden tiedetään säilyneen loppusijoituksen kaltaisissa olosuhteissa hyvinkin pitkiä aikoja. Esimerkiksi Suomen Hyrkkölässä kuparia esiintyy graniittikivissä alkuperäisessä muodossaan, vaikka kupari on todennäköisesti altistunut pohjaveden vaikutuksille. Kuparin käyttämistä loppusijoituskapselin ulkokuoren materiaalina on tutkittu vuosikymmeniä. Tutkimustyö on keskittynyt pitkälti kuparikorroosioon liittyviin kysymyksiin.

Tutkimus- ja kehityspäällikkö **Marjut Vähänen** on tutkinut kuparikorroosiota Posivalla jo kymmenisen vuotta.

– Korroosioon liittyvää tutkimustyötä tekee tälläkin hetkellä Suomessa ja Ruotsissa noin parinkymmenen hengen porukka. Teemme Posivalla tiivistä yhteistyötä Ruotsin SKB:n kanssa. Lisäksi tutkimuksia ja selvityksiä tehdään mm. VTT:llä ja Tampereen teknillisessä yliopistossa, Vähänen kertoo.

Aiempien tutkimusten mukaan kuparin korrodoituminen hapettomissa olosuhteissa ei ole mahdollista. Nyt nuo tulokset halutaan varmentaa, sillä niiden luotettavuudesta on esitetty epäilyjä. Meneillään olevissa selvityksissä käydään läpi palanen palaselta kaikki ne tekijät, jotka mahdollisesti voisivat käynnistää vedyn muodostumisen, ja siten korrodoitumisen, hapettomissa olosuhteissa. Tähän mennessä toistetuissa kokeissa on havaittu vedynmuodostumista, mutta suuria korroosionopeuksia ei ole havaittu.

VTT:llä ja mahdollisesti Tampereen teknillisessä yliopistossa alkavissa lisätutkimuksissa selvitetään myös mahdolliset epäpuhtaustekijät, jotka voisivat käynnistää korroosiosprosessin. Nyt alkavien tutkimusten on määrä jatkua muutamia vuosia.

– Kun tiedämme, mikä vedyn muodostumisen laukaisee, tiedämme, vaikuttavatko kyseiset muuttujat myös loppusijoitusolosuhteissa. Tärkeintä on tutkia kaikki eri osa-alueet niin, että voimme varmentua loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudesta, Vähänen toteaa yksiselitteisesti. —



Teemme Posivalla tiivistä yhteistyötä Ruotsin SKB:n kanssa.

– Marjut Vähänen



Kuva: Hannu Huovila

Monipuolisen osaamisen projekti

Kuvitelkaapa projekti, johon liittyy tuhansia työtunteja hitsauskammion rakentamisesta kallion louhintaan.

Projekti, jonka aikataulusta ei ole täyttä varmuutta, mutta jonka julkisuusarvo on aivan omaa luokkaansa. Projektin avainsanat ovat turvallisuus ja laatu, joita myös jatkuva viranomaisvalvonta säestää. Projekti, jonka lopputuloksena valmistuu ainutlaatuinen ydinlaitos. Ja kuvitelkaapa projektin johtaja.

– Työ haastaa, mutta sen erityiset piirteet myös motivoivat. Eihän tällaiseen projektiin pääse mukaan kuin kerran elämässä, projektijohtaja **Erkki Palonen** Posivalta toteaa hymyillen.

Palonen johtaa maailman ensimmäisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisprojektia. Kokemus, luja usko ja innostus paistavat hänen kasvoiltaan, mutta toisaalta aivan pienen hetken aistittavissa on myös suuri vastuu ja sen mukanaan tuomat haasteet.

Muutos vaatii ponnisteluja

Ydinjäteyhtiö Posivassa eletään muutoksen aikaa. Työ muuttaa luonnetaan teknisestä mallinnuksesta konkreettiseen testaamiseen sekä pitkään jatkuneesta kehittämisestä ja suunnittelusta valmistukseen ja rakentamiseen. Vuosikymmeniä jatkunutta tutkimus- ja kehitysvaihetta seuraa varsinainen ydinlaitosrakentaminen.

Laitosprojektiin kuuluvat sekä maan pinnalle sijoittuvan kapselointilaitoksen, että maanalaisen loppusijoituslaitoksen ensimmäisen vaiheen

rakentaminen. Lopulta edessä on laitoksen käyttöluvan hakeminen ja 2020-luvun alkupuolelta alkaen varsinainen käyttövaihe.

Erkki Palonen lähti vetämään loppusijoituslaitosprojektia vuonna 2011. Työ on vaatinut tarkkuutta ja järjestelmällisyyttä, mutta toisaalta myös paljon luovuutta. Yksityiskohdat on hiottu yksi toisensa jälkeen, mitään ei jätetä epäilyksen varaan.

Ennustettavuutta käytännön kokemuksilla

– Projektin pitää mahdollisten muutostenkin uhalla edetä mahdollisimman vakaasti ja olla edelleen ennustettava. Tähän emme olisi pelkillä teknisillä suunnitelmilla kyenneet. Onneksi olemme saaneet käytännön harjoitusta jo viimeiset kymmenen vuotta, Palonen kertoo.

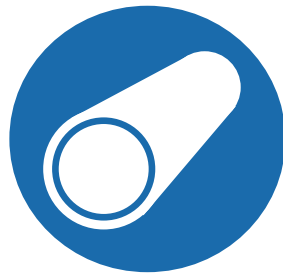
Maanalaisen tutkimustilan ONKALON rakentamisesta on saatu kokemuksia vuodesta 2004. ONKALOA on toteutettu alusta lähtien ydinlaitoksen rakentamisen ehdoin, joten viranomaisvalvonta, suunnittelu ja toteutus toimivat jo hyvin yhteen.

Kapselointilaitos ensimmäisenä työn alle

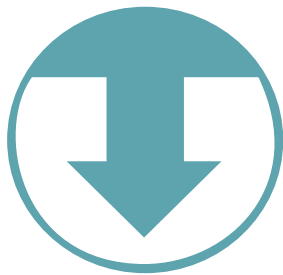
Tällä hetkellä suunnittelutyö etenee kiivaassa tahdissa, jotta loppusijoituslaitoksen rakentamiseen voidaan edetä luvan saamisen jälkeen viivytyksettä. Lisäksi ensimmäisiä urakatarjouksia on pyydyttävä ja alue-



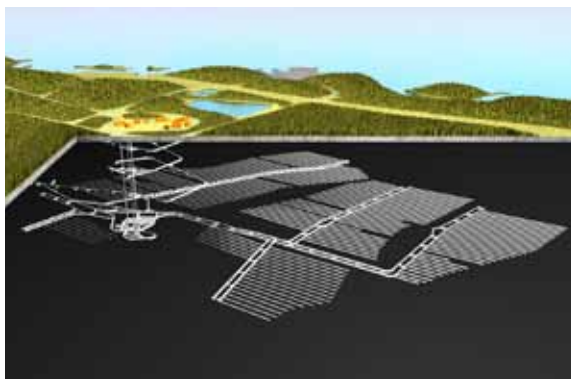
Projektin pitää mahdollisten muutostenkin uhalla edetä mahdollisimman vakaasti ja olla edelleen ennustettava. Tähän emme olisi pelkillä teknisillä suunnitelmilla kyenneet.



LOPPUSIJOITUSLAITOSPROJEKTI



Maanalaiset loppusijoitustilat



Kapselointilaitos



järjestelyt saatava valmiiksi vuoden 2015 alkuun mennessä.

Luvan myöntämistä seuraa noin puoli vuotta kestävä investointipäättövaihe, jossa päätetään varsinaiseen toteutusvaiheeseen siirtymisestä. Rakentaminen alkaa maan pinnalle sijoittuvan kapselointilaitoksen perustuksista. Maanalaisten loppusijoitustilojen ja loppusijoitustunnelien louhintatyöt alkavat vasta muutaman vuoden kuluttua.

Koulutusta, perehdytystä ja osaamisen varmistamista

Loppusijoituslaitoksen rakentamisprojektin eteneminen vaatii paitsi hyvää johtamista, myös ison joukon asi-

antuntevia toteuttajia. Projektiin on laskettu Posivalta kuluvan 545 henkilötyövuotta, joista maanalaisiin töihin 256 000 ja kapselointilaitoksen rakentamiseen 300 000 tuntia. Tämän päälle tulee vielä valtaisa määrä urakoitsijoiden työpanosta. Mukana on ydinalan osaajien lisäksi sekä rakennusalan osaajia että loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden tutkijoita. Ydinlaitoksen rakentamisessa monipuolinen asiantuntemus ja eri alojen osaajien yhteen pelaaminen ovat avainasemassa.

Projekti työllistää kymmeniä henkilöitä. Rekrytoinnit, koulutus, perehdytys ja osaamisen varmistaminen ovat osa Posivan arkea vielä pitkään.

Parisenkymmentä uutta osaajaa aloittaa työnsä tämän kevään aikana, ja lisää henkilöstöä tarvitaan vielä loppuvuoden aikana. Murrosvaihe vaatii myös nykyiseltä henkilöstöltä uuden oppimista ja toimintatapojen muuttamista.

– Suppean suunnitteluporukan järjestelmällisestä työstä on tullut melko nopeasti koko henkilöstön asia. Avoimuuden merkitystä ei voi tässäkään yhteydessä liikaa korostaa, ja siinä meillä varmasti riittää haasteita vielä pitkään, Palonen pohtii.

Ja kuvitelkaapa, että kaikilla osaajilla on projektivaiheen jälkeen edessään reilun sadan vuoden mittainen uraputki laitoksen käyttövaiheessa. —

Olkiluoto 3:n suojarakennus suoriutui paine- ja tiivestesteistä hyvin arvosanoin

Rakenteilla olevalla Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä tehtiin helmikuun alussa reaktorin suojarakennuksen paine- ja tiiveyskokeet, jotka ovat merkittävä osa ydinteknistä käyttöönottoaihetta.

Kokeista saadut hyvät tulokset osoittavat, että suojarakennukselle asetetut tiukat laatuvaatimukset täyttyvät.

Olkiluoto 3:n primääripiirin ympärillä olevan reaktorin suojarakennuksen tiiveydelle ja paineenkestolle on asetettu korkeat laatuvaatimukset. Suojarakennuksen on estettävä radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön mahdollisessa, mutta hyvin epätodennäköisessä onnettomuustilanteessa. Helmikuussa tehdyillä paine- ja tiiveyskokeilla osoitettiin, että suojarakennuksen rakenteet käyttäytyvät suunnitellusti ja tiiveydelle asetetut vaatimukset täyttyvät.

Paine- ja tiiveyskokeiden yksityiskohtainen valmistelu aloitettiin yhteistyössä laitostoimittajan ja Säteilyturvakeskuksen kanssa jo vuonna 2012. OL3-ryhmäpäällikkö **Mika Hassisen** mukaan yhteistyö sujui hyvin ja selkeät toimintatavat edesauttoivat päämäärän saavuttamista.

– TVO:lta kokeessa oli mukana kymmenen käyttöönottoinsinööriä, jotka työskentelivät vuoroissa ympäri vuorokauden tehden mittauksia ja tarkastuksia. Kaiken kaikkiaan kokeen vaatimissa tehtävissä oli mukana yhteensä noin viisikymmentä henkilöä TVO:lta ja AREVALta.

Testi tehtiin useassa vaiheessa

Ennen testausta suojarakennuksesta poistettiin sinne kuulumattomat materiaalit.

– Suojarakennus oli käytännöllisesti lähes samanlaisessa tilanteessa kuin käytön aikana. Tila suljettiin huolellisesti ja siellä ei testin aikana työskennelty, Hassinen kertoo.

Kokeeseen kuului yhteensä kuusi mittausvaihetta absoluuttisilla testipaineilla. Kokeen alussa suojarakennukseen imettiin 0,1 baarin alipaine. Alipainekokeen jälkeen painetta nostettiin esitiiveyskokeen vaatimaan 2 baariin. Tä-



män jälkeen paineen nostoa jatkettiin vakavaa jäähdytysmenetyssonnettomuutta simuloivaan 4,9 baarin, jossa tehtiin ensimmäinen varsinainen tiiveyskoe. Toisen tiiveyskokeen tekemiseksi painetta lisättiin 5,3 baariin. Painekoe toteutettiin 6 baarin paineessa.

– Suojarakennus joutui tiukkaan testiin. Esimerkiksi suurin testipaine 6 baaria vastaa kuormitusta, joka on sama kuin 50 henkilöauton massa neliömetrillä eli noin 50 000 kg/m², Hassinen laskeskelee.

Paineen lasku tapahtui vähitellen takaisin 4,9 baariin, jossa tehtiin kolmas tiiveyskoe. Näin osoitettiin, että suojarakennus on tiivis myös painekokeen jälkeen.

Paineistus kesti pisimmillään yhtäjaksoisesti noin 30 tuntia ja siinä käytettiin isoja kompressoreita. Tiiveyskokeen mittaukseen käytettiin noin 90 eri anturia, jotka mittasivat suojarakennuksen lämpötilaa, painetta ja kosteutta.



Suojarakennus joutui tiukkaan testiin. Esimerkiksi suurin testipaine 6 baaria vastaa kuormitusta, joka on sama kuin 50 henkilöauton massa neliömetrillä.

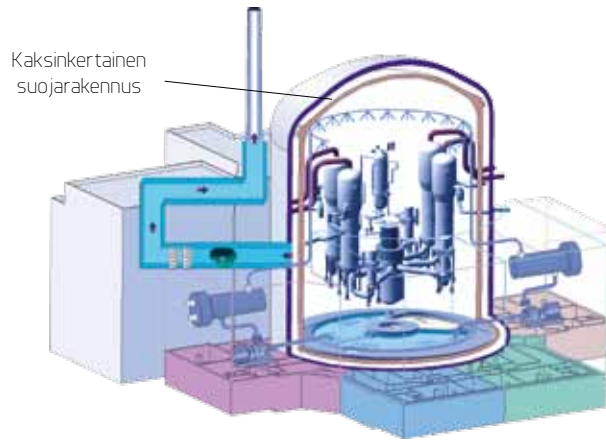
Mittaustulokset hyvät

Hassinen on tyytyväinen saatuihin tuloksiin. Hänen mukaansa alustavat mittaukset osoittavat, että suojarakennus toimii kuten pitääkin.

– Jatkamme mittaustulosten analysointia, ja kokeiden lopulliset tulokset valmistuvat lähitulevaisuudessa. Uskon kuitenkin, että ne eivät muuta tilannetta. Kokeita voidaan pitää hyväksytyinä, Hassinen kiteyttää tyytyväisenä.

Kokeen sujuvuutta seurasivat Säteilyturvakeskuksen tarkastajat. Tiiveyskoe on uusittava kolme kertaa aina 15 vuodessa. —

OLKILUOTO 3:N SUOJARAKENNUS



OL3:n reaktori on varustettu teräsbetonisella, kaksikuorisella suojarakennuksella. Sisempi suojarakennus on valmistettu esijännitetystä teräsbetonista, ja se on mitoitettu kestämään mahdollisista putkikatkoista aiheutuvat paine- ja lämpötilakuormat. Massiivinen ulompi suojarakennus on raudoitettu teräsbetonisylinteri. Ulompi suojarakennus suojaa sisempää suojarakennusta ulkoisilta häiriötekijöiltä. Rakennus on suunniteltu kestämään suuren lentokoneen törmäyksen.



AREVAN paine- ja tiiveyskokeesta vastaava käyttöönottoinsinööri **Guillaume Douet** (vas.) pitää tehtyä koetta erittäin tärkeänä vaiheena projektin etenemiselle.

– Tehty koe oli ensimmäinen paine- ja tiiveyskoe, joka toteutettiin EPR™ (European Pressurized Water Reactor) -laitosyksikölle, sekä ensimmäinen käyttöönottokoe reaktorin suojarakennukselle, joka toteutettiin Euroopassa vuoden 2001 jälkeen. Olemme erittäin tyytyväisiä hyviin tuloksiin, yhteistyöhön TVO:n ja viranomaisen kanssa, sekä siihen, että ensimmäinen paine- ja tiiveyskoe tehtiin juuri OL3-laitosyksiköllä, toteaa Douet.

Kokeen etenemistä seurasivat myös Tomi Koskeniemi (toinen vas.) STUKista sekä Kyösti Ovaska (oik.) VTT:ltä.



TVO:n
turvalliustuimiston
päällikkö Risto Himanen.

TEKSTIT: TIINA KUUSIMÄKI KUVAT: HANNU HUOVILA

Turvallisuus syntyy tekemällä

Ydinvoimalaitoksen turvallinen käyttö nojaa syvyydspuolustukseen perustuvaan laitosyksikön suunnitteluun, suunnitteluperusteiden ja toimintatapojen jatkuvaan kyseenalaistamiseen sekä osaavaan ja vastuuntuntoiseen henkilöstöön.

TVO:n turvalliustuimiston päällikkö **Risto Himasen** mukaan ydinvoimalaitoksen turvallisuus on kokonaisuus, johon vaikuttavat ennen kaikkea laitosyksikön suunnittelu ja käyttötapa.

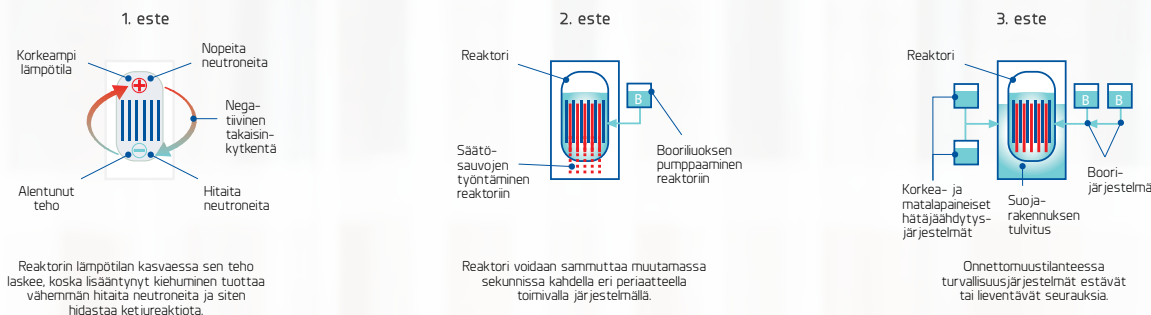
– Ketjureaktion hallinta, reaktorin jäähdyttäminen sekä radioaktiivisten aineiden eristäminen ympäristöstä ovat vaatimuksia, jotka on täytettävä kaikissa mahdollisissa tilanteissa. Tämän vuoksi Olkiluodon ydinvoimalaitosyksikköjen kaikki turvallisuuden kannalta merkitykselliset toiminnot on varmistettu useilla rinnakkaisil-

MONINKERTAISET VAPAUTUMISESTEET

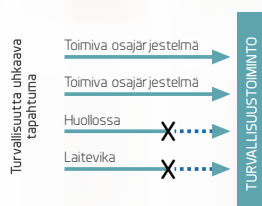


Yksi ydinturvallisuuden keskeisiä periaatteita on moninkertaisten esteiden järjestäminen radioaktiivisten aineiden ja ympäristön välillä.

ESIMERKKEJÄ SYVYSSUUNTAISESTA TURVALLISUUSAJATELUSTA

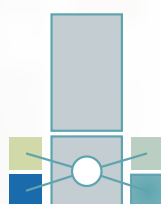


Rinnakkaisuus



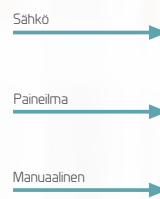
Turvallisuusjärjestelmät koostuvat useista toisiaan korvaavista rinnakkaisista osajärjestelmistä.

Erottelu



Turvallisuusjärjestelmien rinnakkaiset osajärjestelmät sijoitetaan siten, että niiden yhtäaikainen vaurioituminen esimerkiksi tulipalossa on epätodennäköistä.

Erilaisuus



Sama toiminto toteutetaan eri toimintaperiaatteisiin perustuvilla järjestelmillä.



Järjestelmän menettäessä käyttövoimansa se joutuu laitoksen turvallisuuden kannalta mahdollisimman edulliseen tilaan.

la ja eri periaatteilla toimivilla järjestelmillä ja laitteilla. Häiriötilanteessa automaattinen pikasulku pysäyttää reaktorin toiminnan muutamassa sekunnissa.

Ydinturvallisuuden konkreettisina peruspilareina ovat laitossyksikön fyysiset vapautumisesteet, joilla estetään radioaktiivisen aineen leviäminen ympäristöön. Näitä täydentävät toisistaan riippumattomat turvallisuusjärjestelmät ja hallinnolliset esteet, kuten laitossyksikköä käyttävän operaattorin oikeat ja systemaattiset toimintatavat.

Analyytit ovat merkittävä osa turvallisuusajattelua

Ydinvoimalaitoksen syvyysajattelussa laitteet ja toiminnot suunnitellaan ja rakennetaan korkeiden laatuvaatimusten sekä turvallisuusmarginaalien mukaan. Deterministisillä eli laitossyksikön teknisten ratkaisujen perusteiksi laadituilla häiriö- ja onnettomuusanalyysillä osoitetaan, että suunnitellut suojaus- ja turvallisuusjärjestelmät sekä mahdollisen radioaktiivisen päästön esteet täyttävät suunnitellut vaatimukset. Pahimpaan ajateltavissa olevaan varaudutaan.



Häiriötilanteessa automaattinen pikasulku pysäyttää reaktorin toiminnan muutamassa sekunnissa.



OL3:lla tulee olemaan uusinta tekniikkaa ydinturvallisuuden varmistamiseksi.

Ydinvoimaonnettomuudet ovat kuitenkin osoittaneet, että deterministiset analyysit vaativat rinnalleen riskianalyysijä, joilla tarkistetaan suunnitteluperusteiden riittävyys käyttökokemusten kertyessä.

– Ei pidä tuudittautua siihen, että suunnitteluperusteet, käyttöohjeet ja toimintatavat ovat kaikkiin tilanteisiin riittävät. On ajateltava riskitietoisesti ja jatkuvasti kyseenalaistettava asioita arvioimalla niiden vaikutuksia

mahdollisesti eteen tulevissa epätodennäköisissäkin tilanteissa. Yhä uusien riskitekijöiden etsiminen, niiden vaikutusten analysointi ja eliminointi, sekä ajantasainen tietoisuus laitosyksiköiden turvallisuuden tilasta on ydinturvallisuuden perusta. Näin toimien saadaan lisätietoja myös uusien yksiköiden suunnitteluun jatkuvan parantamisen hengessä. Ydinturvallisuus, kuten muukin tekniikka, kehittyy koko ajan, Himanen kiteyttää.

Varautumista yllättäviin tilanteisiin

Riskitietoinen turvallisuuden ylläpito on jatkuvaa työtä. Laitoksen turvallisuusseloste ja siihen kuuluvat onnettomuusanalyysit pidetään ajan tasalla. Käyttökokemuksia analysoimalla syntyy mahdollinen tarve muuttaa toimintaa tai laitosyksikön järjestelmiä.

– Olemme jo 90-luvun alkupuolelta lähtien selvittelleet suunnitteluperusteiden riittävyttä erilaisten luon-

Turvallisuutta arvioidaan todennäköisyysperusteisesti

Olkiluodon laitosyksiköiden turvallisuutta ja mahdollisia riskitekijöitä analysoidaan monin tavoin. Yksi näistä menetelmistä on todennäköisyysperustainen riskianalyysi PRA (Probabilistic Risk Assessment), jolla voidaan tunnistaa ja arvioida reaktorisydämen vakavaan vaurioitumiseen mahdollisesti johtavia onnettomuustilanteita sekä niiden todennäköisyyksiä ja seurauksia.

Arviontia eri tasoilla

Riskianalyysijä tehdään Olkiluodossa kahdella tasolla, joista ensimmäisellä määritetään reaktorisydämen vaurioitumiseen johtavat onnettomuusketjut ja niiden todennäköisyydet. Analyysin perusteella lasketaan niin sanottu sydänvauriotaajuus, joka kertoo todennäköisyyden yhden käyttövuoden aikana tapahtuvalle reaktorisydämen vakavalle onnettomuudelle.

– Analyysin pitää osoittaa, että sydänvauriotaajuuden on oltava pienempi kuin 1E-5/vuosi. Tämä tarkoittaa, että sydänvaurioon johtava onnettomuus tapahtuu harvemmin kuin kerran sadasatuhannessa vuodessa, TVO:n turvallisuustoimiston päällikkö Risto Himanen kertoo.

nonilmiöiden suhteen. Varautuminen esimerkiksi maanjäristyksiin on aiheuttanut lukuisia laitosmuutoksia.

Muita tarkemmin tutkittuja ilmiöitä ovat muun muassa myrskyt, sateet, suppo sekä muut meriveden saatavuuteen ja pinnankorkeuteen vaikuttavat tekijät.

– Tähän asti merkittävin muiden laitosyksiköiden käyttökokemuksiin perustuva suunnitteluperusteiden muutos on ollut SAM (Severe Accident Mitigation)-suodattimen ja muiden vakavien onnettomuuksien hallintajärjestelmien rakentaminen 1980-luvulla.

Himanan pitää Olkiluodon käyvi- en laitosyksiköiden turvallisuustasoa ja sen kehittämisprosessia hyvänä.

– OL3:lla tulee olemaan uusinta tekniikkaa ydinturvallisuuden varmistamiseksi. Pidämme laitosyksiköidemme korkeasta turvallisuustasosta kiinni kaikin mahdollisin tavoin, Himanan summaa. —

Mikäli reaktorin suojarakennuksen paine nousee vakavassa onnettomuudessa yli sallitun, voidaan syntyneitä kaasuja johtaa tehokkaan SAM-suodatuksen kautta ulkoilmaan. Näin voidaan välttää suojarakennuksen vaurioituminen ja radioaktiivisen päästön leviäminen.



PRA:n tasolla kaksi analysoidaan vakavien onnettomuuksien lieventämiseen tarkoitettujen järjestelmien, kuten suojarakennuksen toimivuutta sydänvaurion jälkeen. Arvioitavana kohteena on myös ympäristöön vapautuneiden nuklidien määrä erilaisissa onnettomuustilanteissa. Tulokseksi osoitetaan, että suuren radioaktiivisen päästön taajuuden tulee olla pienempi kuin 5E-7/vuosi eli vähemmän kuin kerran kahdessakymmenessä miljoonassa käyttövuodessa.

PRA:han kuuluu myös kolmas taso, jossa arvioidaan onnettomuuden kehittymistä ja radioaktiivisen päästön aiheuttamaa seurausta ihmisille ja ympäristölle sekä kyseisen tilanteen tapahtumataajuutta. TVO:lla tason kolme PRA-analyyysiä valmistellaan parhaillaan.

Tehdyt ajan tasalla olevat analyysit tarkistaa ja hyväksyy Säteilyturvakeskus. Suomessa laitoskohtaiset tason yksi ja kaksi analyysit ovat osa käyttöluvan ehtoja. Tason kolme PRA-analyyysiä ei Suomen säteilyturvallisuusviranomaisen edellytä voimayhtiöiltä.

PRA-tulosten hyödyntäminen

PRA-analyysien tuloksia käytetään laitosyksikön kaikissa elinkaaren vaiheissa. Tavallisempia käyttökohteita ovat muun muassa suunnitteilla olevien laitosmuutosten turvallisuusvaikutusten vertailut, erilaisten häiriötilanteiden riskivaikutusten arviointi, huolto- ja tarkastusohjelmien teko sekä käyttöhenkilökunnan koulutuksen kehittäminen.

Himanan mukaan PRA-analyysejä

taajuus
x
seuraukset
=
riski

tehtaessä on pystyttävä hahmottamaan tapahtumaketjuja moniulotteisesti ja abstraktisti.

– Uteliaisuus, ennakkoluulottomuus, suunnitteluperusteiden kyseenalaistaminen ja halu varmistua jo varmistetusta ovat ominaisuuksia, joita analyysien tekijöiltä vaaditaan. —



TEKSTIT: JUKKA-PEKKA PAAJANEN

Kolme vuotta onnettomuuden jälkeen

Fukushiman ydinonnettomuudesta on kulunut kolme vuotta. Millainen tilanne on alueella tällä hetkellä ja mitä onnettomuudesta on opittu? Suomalainen delegaatio kävi Japanissa hankkimassa arvokasta oppia maamme omaan ydinturvallisuustyöhön.

Fukushiman laitosalueella tekee päivittäin töitä 3 000 ihmistä, ja kokonaisuudessaan alueella on työskennellyt jopa 8 000 ihmistä kuukaudessa. Kolmen vuoden aikana on saatu paljon aikaiseksi, mutta miljardiluokan urakka on silti vasta alkutekijöissään.

– Siellä on tehty mielestäni oikeita asioita ensimmäisten vuosien aikana. Tekemistä kuitenkin riittää vielä vuosikymmeniksi. Esimerkiksi kolmen sulaneen reaktorin purkutyöt on suunniteltu aloitettavaksi vasta kymmenen vuoden kuluttua, STUKin johtaja **Tarja K. Ikäheimonen** kertoo.

Tsunamin ja ydinonnettomuuden alta evakuoitiin 140 000 ihmistä. Nyt laitoksen ympäristö on eristetty 20 kilometrin säteeltä ja pitkälle luoteissuuntaan levinneen laskeuman takia osittain myös kauempaa.

Asukkaiden paluu joillekin alueille on jo mahdollista. Paluuta hidastaa kuitenkin se, että sähkö ja vesiputket eivät toimi alueilla ja työpaikat ja peruspalvelut puuttuvat.

– Vanhempi väestö on selvästi halukkainta tekemään paluun. Lapsiperheet taas ymmärrettävästi ovat vähiten kiinnostuneita muutosta takaisin. Puhdistustyötä onkin järkevästi painotettu lasten hoitoon ja koulutukseen tarkoitettuihin rakennuksiin ja alueisiin.

Miljoonia tonneja matala-aktiivista jätettä

Liikenne suljetulla alueella on melko vilkasta puhdistus- ja purkutöiden takia. Ikäheimoisen mukaan matkan yllättävintä antia oli nähdä, kuinka valtavan määrän japanilaiset ovat kuorineet maan pinnalta matala-aktiivista jätettä ja kuljettaneet sitä säilytyspaikkoihin.

– He ovat tehneet puhdistustyötä erittäin ahkerasti ja tarkasti. Kun puhutaan miljoonista tonneista jätettä, on vaikea käsittää, kuinka valtavasta määrästä on kyse, ennen kuin sen näkee.

Säteilyä on levinnyt myös mereen. Ikäheimonen on tutkinut tarkasti meren säteilypitoisuuksia onnettomuuden jälkeen. Arvot ovat selvästi nousseet, mutta Ikäheimonen ei pidä säteilyä meressä niin suurena ongelmana kuin julkisuudessa on välillä esitetty.

– Kahden kilometrin säteellä arvot ovat reilusti nousseet, mutta ne ovat silti melko maltillisella tasolla. Kauempana rannasta pitoisuudet eivät ole merkittävästi kohonneet. Japanissa ja maailmalla ollaan tieteenkin herkkiä kaikille Fukushiman päästöille, ja siinä saattaa unohtua suhteellisuudentaju.

Sulaneita reaktoreja jäähdytetään jatkuvasti vedellä, ja reaktorin läpi kulkeva jäähdytysvesi muuttuu radioaktiiviseksi. Lisäksi laitoksen vaurioituneisiin kellarikerrok-

Kysymyksiä matkasta

Tarja K. Ikäheimonen, kävit Fukushimassa myös syksyllä 2011. Mikä alueella oli muuttunut viime kerrasta?

Laitosalueella oli puhdistettu ja kuorittu pintoja todella tarkasti, ja aluetta oli päällystetty uudestaan. Säteilyarvot on saatu laskettua sen verran, että laitosalueella pystyy työskentelemään paremmin. Säteilytaso yleisesti on myös laskenut jonkin verran.

Millainen suojarustus teillä oli päällä?

Meillä oli omat vaatteet ja kevyt suojarustus: paperinen hengityssuoja, kenkäsuojat, kevyt liivi ja säteilyannosmittari. Emme saaneet nousta ulos bussista, jolla liikuimme. Säteilyannokset jäivät mittarissa melko alhaisiksi, vaikka kävimme kaikkien yksiköiden lähellä.

Toiko matka uusia ajatuksia Suomen ydinturvallisuuden kehitystyöhön?

Ajatuksia tuli moneenkin asiaan. Ainakin puhdistusmenetelmiin meidän täytyy kiinnittää lisää huomiota. Meillä on niiden soveltuvuudesta liian vähän tietoa ja valmiita suunnitelmia. Eli miten erilaiset materiaalien puhdistusmenetelmät toimivat? Millaisia puhdistusmenetelmiä ja resursseja meiltä ylipäätään löytyy? Ja miten eri menetelmät toimivat Suomen ääriolosuhteissa?



Kuva: STUK

ONNETTOMUUDEN VAIHEET



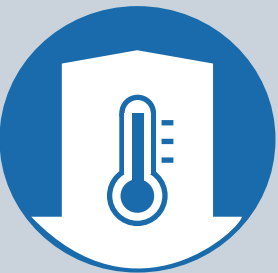
1. Maanjäristys

- Ulkoinen sähköverkko menetettiin
- Reaktorit sammuvat automaattisesti



2. Tsunami

- Korkeat hyökyaallot saivat laitosalueen tulvimaan
- Sähkösytönlaitteet ja -järjestelmät menetettiin



3. Reaktorionnettomuudet

- Reaktorin jäädytys menetettiin sähkökatkon takia
- Polttoaine ylikuumentunut ja sulanut
- Vetyräjähdykset rikkoivat suojarakenteita
- Ympäristöön pääsi säteilyä

Lähde: STUK

siin valuu pohjavettä, joka sekoittuu saastuneeseen jäädytysveteen.

Kellarikerrosten vettä kerätään jatkuvasti ja puhdistetaan niistä radioaktiivisista aineista, jotka nykyteknikalla on eriteltävissä. Tämän jälkeen osittain puhdistettu vesi varastoidaan laitosalueen suuriin vesisäiliöihin.

Suomella annettavaa japanilaisille

STUKin Ikäheimonen pitää tärkeänä, että Fukushima ydinonnettomuudesta otetaan kaikki oppi irti Japanissa ja muualla maailmassa. Myös Suomen ydinvoimaloissa on Fukushimaa jälkeen tehty turvallisuusparannuksia ja tarkennettu valmiussuunnitel-

mia. Ikäheimosen mukaan Suomella olisi paljon sellaista asiantuntemusta, josta on apua japanilaisille.

– Meillä on aina ollut vahva valmiusharjoittelukulttuuri. Japanissa sitä taas ei ole ollut ennen Fukushimaa oikeastaan ollenkaan, koska onnettomuuksiin ei uskottu. Tässä meillä on paljon tietoa ja kokemuksia jaettavaksi japanilaisille.

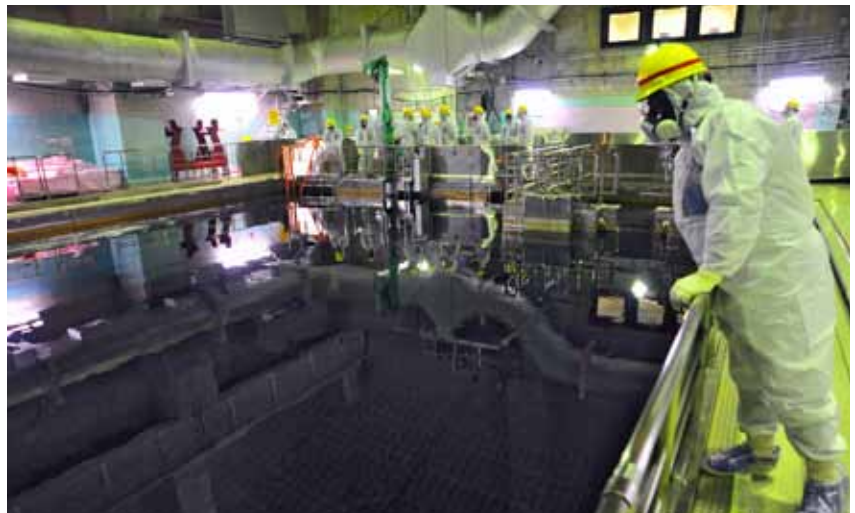
Japanin kaikki yli 50 reaktoria sammutettiin onnettomuuden jälkeen, eikä niitä ole vielä käynnistetty uudestaan. Ydinvoimaloissa on tehty vaadittuja parannuksia, ja osa toimijoista on lähettänyt viranomaisille lupahakemuksen reaktorien käynnistämiseksi. Valtion kanta ja päätösten ajankohta on toistaiseksi auki. —

Kuva: IAEA



Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ja Fukushima laitoksen omistavan TEPCO:n asiantuntijat keräävät vesinäytteitä merestä.

Kuva: IAEA



Fukushiman nelosyksikkö oli onnettomuuden aikaan huoltoseisokissa, jolloin polttoaine oli siirretty reaktorista polttoainealtaaseen. Siellä purkutyöt on käynnistetty ensimmäisenä.



Kuva: STUK

Massiiviset puhdistustyöt

- ympäristön puhdistustyöt on aloitettu asutusalueista, teistä, pelloista ja tärkeistä rakennuksista
- matala-aktiivista jätettä on kuorittu ja kerätty ympäristöstä jo huimat 30 000 000 kuutiometriä, ja määrä tulee vielä nousemaan
- laitosalueen lisäksi puhdistusta on keskitetty alueisiin, joille palaaminen lähiaikoina on mahdollista
- jäte kerätään kuution kokoisiin säkkeihin ja varastoidaan noin kolmeksi vuodeksi
- kolmen vuoden jälkeen säkit viedään maan alle 30 vuodeksi välivarastoon
- välivarastoinnin paikka valitaan lähiaikoina Fukushiman alueelta
- lopullinen jätteen sijoituspaikka päätetään ja rakennetaan 30 vuoden kuluessa tämänhetkisten suunnitelmien mukaan muualle kuin Fukushiman alueelle

TEKSTI: PASI TUOHIMAA

Fukushiman onnettomuus vaikutti myös Olkiluodossa

TVO on tehnyt pitkäjänteistä työtä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen teknisen kehittämisen, turvallisuuden ja eliniänhallinnan parantamiseksi. Ydinturvallisuusriskejä on analysoitu ja turvallisuutta parannettu koko laitoksen toiminnan ajan muun muassa maanjäristyskestoisuudessa, jäähdytysveden saatavuuden varmistamisessa, sähkönsyötön varmistamisessa ja vakavien onnettomuuksien hallintajärjestelmässä.

Fukushiman onnettomuuden seurauksena EU-maissa käynnistettiin niin sanotut ydinvoimalaitosten stressitestit. Stressitesteissä selvitettiin miten ydinvoimalaitokset selviävät poikkeuksellisten luonnonilmiöiden ja ääriolosuhteiden aiheuttamista tapahtumista.

Olkiluodon osalta esille ei tullut sellaisia uhkia tai puutteita, jotka vaatisivat välittömiä turvallisuusparannuksia. Vakavien onnettomuuksien hallintajärjestelmää ja moninkertaisia sähkölähteitä, muun muassa

Olkiluodon kaasuturbiinivoimalaitosta, pidettiin voimalaitoksen vahvuutena. Toisaalta laitoksen turvallisuuden osalta rajoittavimmaksi tapaukseksi on arvioitu täydellinen vaihtosähkön menetys, mikä juuri sähkönsaannin moninkertaisen var-

mistuksen vuoksi on epätodennäköinen tilanne.

TVO on kuitenkin aloittanut useita hankkeita, jotka parantavat edelleen selviytymistä tilanteista, joissa voimalaitoksen kaikki sähkölähteet menetetään samanaikaisesti. —

EU:n stressitesteihin liittyvässä Suomen maaraportissa TVO:n esittämiä turvallisuusparannuksia pidettiin hyvinä. Tällaisia hankkeita ovat:

- Reaktorin ja polttoainealtaiden jäähdyttäminen palovesijärjestelmän avulla.
- Reaktorin jäähdytyksen parantaminen merivesijäähdytyksestä riippumattomaksi.
- Sähkölähteiden lisääminen pitkäkestoisen tilanteen varalta siirrettävien diesel-aggregaattien ja pumppujen lisähankinnoilla
- Käytetyn polttoaineen välivaraston turvallisuusparannukset.
- Pihaviemäröinnin parantaminen.
- Öljyntorjuntakaluston asentaminen Olkiluodon edustalle.



TV:n vierailupäällikkö Hannu Huovila ja teekkareiden liikelahja.



”Iisakinkirkko” eli Olkiluoto 3 -laitosyksikkö.

TEKSTI: JOHANNA AHO

Nelisilmäisistä kaloista muovipuihin

Olkiluodon saarella vierailee vuosittain noin 15 000 henkilöä. Vierailuisännät saavat vastattavakseen mitä erinäisimpiä kysymyksiä ydinvoimalaitosten toiminnasta, turvallisuudesta ja ympäristövaikutuksista. Vastaukset ja vierailukokemus saa monet yllättymään. Sanonta ”tieto lisää tuskaa” kääntyy monesti nurinpäin.

Teekkarit täyttävät koko bussin, laitoskierron ydinvoiman ihmeellisessä maailmassa saa alkaa. Kyseessä on yleisin vierailijaryhmä Olkiluodossa. Opiskelijoita ja koululaisia käy saarella eniten. Ryhmä suuntaa kohti matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitusluolaa. Vierailupäällikkö **Hannu Huovila** vastaanottaa ensimmäisen isännöimänsä vierailun lomassa liikelahjan, koivuhalon, johon hän naputtaa vasaralla teekkarikillan nimen sisältävän kullatun laatan. Ryhmä kokoontuu ympärille puoliakaaren muotoon ja hokee jokaisen lyönnin kohdalla ”kop, kop, ko-kop, kop”. Huovila ihmettelee uuden työnsä erikoisia puolia.

Kysymysten tulva on melkoinen. Miten sähkö syntyy? Valmistuuko tuo ”kupolikattoinen iisakinkirkko” koskaan? Voiko laitos posahtaa? Miksi puissa ei ole lehtiä? Onko kaikki vihreä alueella tekokasvillisuutta? Eikö maalämpöpumpuilla saada hukkalämpöä merestä hyödynnettyä? Onko alueella havaittu nelisilmäisiä kaloja? Miten naiset uskaltavat työskennellä laitoksella lapsettomuudenkin uhalla? Voiko täällä käydä vessassa (ONKALOSSA 400 metriä maan alla)?

– Vastaamiseen ei silti koskaan kyllästy. Ei meille esitetä tyhmiä kysymyksiä, suhtaudumme niihin aina vakavuudella. Huolenaiheet ovat todellisia ja niihin pyrimme antamaan vastauksia, Huovila toteaa 14 vuotta myöhemmin.

Hänen mukaansa monet vaikuttavat vierailunsa aikana jo siitä, että pääsevät itse näkemään ja kokemaan läheltä sellaista, jonka kuvitteli olevan äärimmäisen salaisista ja vaarallisista.

– Ehkä se mystisyys aiheen ympäriltä hiukan kaikkoaa.

Olkiluoto 3 -laitosyksiköstä on tulossa maailman turvallisin laitos, jonka rakentaminen vie aikaa. Modernisoinnit ovat tehneet nykyisistä laitosyksiköistä entistä turvallisempia. Puissakin on lehdet koko kasvukauden ajan, syksyllä ne putoavat väistämättä. Eikä nelisilmäisiä kalojakaan ole havaittu. Hukkalämpöä on hyödynnetty muun muassa viinirypäleiden kasvatuksessa ja alueen rakennusten lämmityksessä. Säteilyannosmittarit kertovat omaa rehellistä kieltään.

Ydinvoimaan suhtautuminen perustuu usein tunteisiin.

– On tärkeää, että yleinen ymmärrys asiasta kasvaa. Jokainen saa sitten vierailun jälkeen muodostaa oman mielipiteensä asioista, Huovila pohtii jatkaen työtään seuraavan ryhmän saapuessa Olkiluotoon. —

Järjellä vai tunteella?

Järki ja tunteet on Jane Austenin tunnettu romaani. Voimamies on Austeninsa luenut, ja tietää siksi, että kyllä vain, romantiikan ohella järki ja tunteet pelaavat myös energiapolitiikassa.

Ydinvoimaa vastustetaan vetoamalla sen mahdollisiin riskeihin ja mitä jos -tilanteisiin. Mitä jos tapahtuu sitä ja mitä jos käy näin. Ydinturvallisuus ei ole koskaan eikä saa olla missään leikin asia, se on kristallinkirkkaasti selvä asia. Ydinvoimalaitokset ympäri maailmaa tekevät tosissaan työtä turvallisuuskulttuurinsa ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Laitosyksiköitä kehitetään edelleen yhä turvallisemmiksi.

Voimamies haluaa nyt provosoida keskustelua. Pitäisikö meidän pohtia näitä pelkoja ja niiden toteutumisen todennäköisyyksiä ihan vakavasti ja sitten pohtia miten vaikkapa ilmastopolitiikassa etenisimme?

Ydinvoima-alalla keskeisiä periaatteita on jatkuva kehittyminen. Se pitää sisällään virheistä oppimisen. Niinpä jokaisesta virheestä haetaan sen hopeareunus, oppi, esille. Niin myös tähänastista ydinvoimaonnettomuuksista. Three Mile Island ja Tshernobyl ovat tuoneet merkittäviä turvallisuusparannuksia voimaloihin. Eittämättä Fukushima vaikuttaa samalla tavalla.

Toisaalta voidaan kysyä, kumpaa kannattaa pelätä enemmän, ydinonnettomuutta vai ilmastomuutoksen etenemistä. Ydinvoimaonnettomuus on kaikessa kauheudessaan kuitenkin paikallinen ongelma,

ilmastonmuutos globaali uhka, joka toteutuessaan muuttaa elinolosuhteita ja aiheuttaa hätää kaikkialla maailmassa.

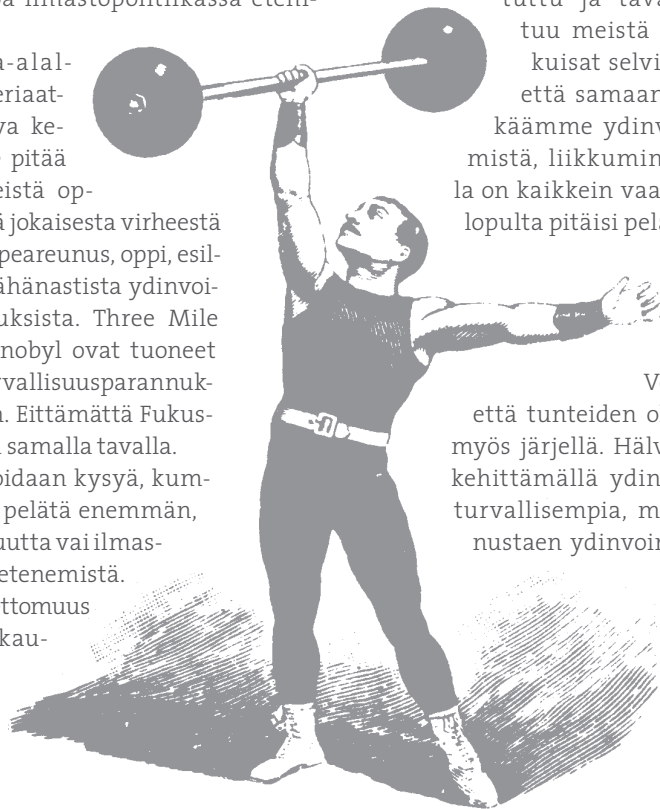
Voimamies kysyykin: eikö viimeistään nyt pitäisi tunnustaa ydinvoima hyväksyttäväksi ilmastonmuutosta hillitseväksi energiantuotantomuodoksi. Jos ei muuta, niin siksi, että se sittenkin on pienempi riski.

Ydinvoimalaitoksissa etsitään erilaisia mahdollisia skenaarioita ja lasketaan todennäköisyyksiä niiden toteutumiselle. Tämän jälkeen kehitetään keinoja estää haitallisia skenaarioita ja muokata prosesseja niin, että inhimillisen virheen – sen kaikkein todennäköisimmän ongelmanaiheuttajan – vaikutus saadaan poistettua.

Ihmiskunta kai geneettiseltä perimältään on rakennettu pelkäämään outoja ja tavanomaisesta poikkeavia asioita kun taas

tuttu ja tavanomainen tuntuu meistä turvalliselta. Luokuisat selvitykset osoittavat, että samaan aikaan kun pelkäämme ydinvoimaa tai lentämistä, liikkuminen omalla autolla on kaikkein vaarallisinta. Eniten lopulta pitäisi pelätä koti-iltaa, sillä kotonahan niitä onnettomuuksia eniten tapahtuu.

Voimamies toivoo, että tunteiden ohella ajateltaisiin myös järjellä. Hälvennetään pelkoa kehittämällä ydinvoimaloista yhtä turvallisempia, mutta järjellä tunnustaen ydinvoima ilmastonmuutoksen hillinnälle oleelliseksi tuotantomuodoksi. Ihan Austenin oppien mukaisesti. —





Itella Green

YTTIMEKÄS



Olkiluoto
27160 Eurajoki
Puhelin 02 83 811
Faksi 02 8381 2109
www.tvo.fi

Helsinki
Töölönkatu 4
00100 Helsinki
Puhelin 09 61 801
Faksi 09 6180 2570

Bryssel
4 rue de la Presse
1000 Brussels, Belgium
Puhelin +32 2 227 1122
Faksi +32 2 218 3141