

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



2/2003

vol. 32

Tässä numerossa

Pääkirjoitus Euroopan reunalta	3
Editorial On the brim of Europe	4
EU:n ydinturvallisuuspaketti herättää ristiriitaisia ajatuksia	5
WENRA:n harmonisointihanke	8
Ydinturvallisuustutkimus Euroopan Komission Yhteisessä Tutkimuskeskuksessa	11
Puiteohjelmahankkeiden arviointi on myös oppimista	13
Ydinenergia EU:n uudessa tutkimusohjelmassa 2002-2006	16
FORATOM European Atomic ajaa ydinturvallisuuden etuja EU-instituutiossa	18
Teknillistieteellinen tuki Tacis ja Phare ydinturvallisuusohjelmille	20
Activities of the OECD Nuclear Energy Agency	23
Ydintekniikan tutkimuksen suuntaviivoja Ranskassa	26
KOLUMNI Takana länttä ja Eurooppaa	29
Koulun ekskursio	30

ATS

2/2003, vol. 32

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura –
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

ATS WWW

<http://www.ATS-FNS.fi>

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA
DI Olli Nevander
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 2613
olli.nevander@fortum.com

ERIKOISTOIMITTAJA
TkT Eija Karita Puska
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5036
eija-karita.puska@vtt.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Lauri Pöllänen
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8579
lauri.pollanen@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Minna Rahkonen
Fancy Media Ky
Uusi Porvoontie 857
01120 Västerskog
p. (0400) 508 088
fancymedia@saunalahti.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkL Jarmo Ala-Heikkilä
Teknillinen Korkeakoulu
PL 2200, 02015 TTK
p. (09) 451 3204
jarmo.ala-heikkila@hut.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3300
eero.patrakka@tvo.fi

JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA
DI Antti Piirto
TVO Nuclear Services Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 838 11
antti.piirto@tvo.fi

VARAPUHEENJOHTAJA
DI Kirsi Alm-Lytz
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8663
kirsi.alm-lytz@stuk.fi

SIHTEERI
DI Minna Tuomainen
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5787
minna.tuomainen@vtt.fi

RAHASTONHOITAJA
DI Reetta von Hertzen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10
00048 Fortum
reetta.vonhertzen@fortum.com

DI Hanna Virlander
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 838 11
hanna.virlander@tvo.fi

TkT Risto Tarjanne
Lpr Teknillinen Yliopisto
PL 20, 53851 Lappeenranta
p. (05) 621 2776
risto.tarjanne@lut.fi

M.Sc. Lena Hansson-Lyyra
VTT Prosessit
PL 1704, 02044 VTT
p. (09) 456 6846
lena.hansson-lyyra@vtt.fi

MUU TOIMINTA

YLEISSIHTEERI
Liisa Hinkula
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5097
liisa.hinkula@vtt.fi

KANSAINVÄL. ASIOIDEN SIHT.
DI Petra Lundström
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 5422
petra.lundstrom@fortum.com

YOUNG GENERATION
DI Kai Salminen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
kai.salminen@fortum.com

ENERGIAKANAVA
TkT Eija Karita Puska
VTT Prosessit
PL 1604,02044 VTT
p. (09) 456 5036
eija-karita.puska@vtt.fi

UUODEN 2003 TEEMAT

1/2003
Käyttöluvat
ja käyttöikä

2/2003
EU ja ydinvoima

3/2003
YG-numero
ja Generation 4

4/2003
Ekskursio

ILMOITUSHINNAT

1/1 sivua 400 €
1/2 sivua 300 €
1/4 sivua 200 €

TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka
c/o Olli Nevander
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 2613 (suora)
telefax 010 4533 403

Osoitteenmuutokset
pyydetään ilmoittamaan
Liisa Hinkulalle /
VTT Prosessit
telefax (09) 456 5000
e-mail: liisa.hinkula@vtt.fi

Lehdessä julkaistut
artikkelit edustavat
kirjoittajien omia mieli-
piteitä, eikä niiden kaikissa
suhteissa tarvitse vastata
Suomen Atomiteknillisen
Seuran kantaa.

ISSN-0356-0473



411 194
Painotus

Painotalo Miktör Ky



Euroopan reunalta

Eurooppa ja Yhdysvallat loittonevat toisistaan kuin vastaavat mannerlaatat tuhansia vuosia sitten. Tämän eron aiheuttamat tunnemyrskyt ravistelevat Ranskan ja Saksan muodostamaa EU:n ydintä. Samaan aikaan EU:n tulevaisuuskonventti pohtii Euroopan presidentin tulevia valtaoikeuksia. Tällä hetkellä koko presidentin virka näyttää jäävän vain ranskalaisten haaveeksi omasta Napoleon-presidentistä, joka EU:ta korokkeena käyttäen saisi nostettua päänsä vähintään suurvaltatasolle.

Euroopan Unionin nuoruudesta kertoo kuitenkin se, että sille kasvaa yhä uusia jäseniä. Uudet jäsenet eivät ainakaan alkuun näytä laajentavan EU:n luutuneita ajatusratoja ja jähmettynyttä henkistä tilaa – vaan päinvastoin Euroopan ydinvaltiot järjestäytyvät kehään suojaamaan vanhoja keskuskulttuureita. Saksa ja Ranska ovat päättäneet käsi kädessä kohdata Englannin edustaman Yhdysvaltoja myötäilevän linjan. Voimakaksikon yhteinen sävel näkyy myös ydinvoimalalla. Saksalaiset ydinvoimasuunnittelijat ovat kotimaansa vihreiden paineessa vetäytyneet ranskalaisten yhtiöiden tarjoamaan suojaan. Saksan varsinainen ydinvoimateollisuus odottaa hiljaa maan mielipideilmaston muutosta.

Lähivuodet näyttävät yhtenäistykö Euroopan energiapolitiikka ilman ydinvoimaa vai ydinvoiman varaan. Kaikki Euroopan maat ovat varautuneet tuomaan talouskasvun vaatiman lisäsähkön ulkoa. Jonkun pitää kuitenkin tuottaa lisäsähkö ja rakentaa sitä varten uusia voimalaitoksia. Vaihtoehdot vain ovat vähissä.

Kun vuonna 2005 alkava päästökauppa pääsee täyteen vauhtiin ja nostaa sähkön markkinahintaa Euroopassa vähintään neljänneksellä, koko Eurooppa varmaan harkitsee uudelleen energiapolitiikkaansa. Uusi suhtautuminen ydinvoimaan saattaa avata mahdollisuuksia myös suomalaisille ydinvoimayhtiöille. Nyt utopistiselta tuntuva Baltian maiden yhteinen ydinvoimalaitos voi muutaman vuoden kuluttua olla lupaava hanke, jossa suomalaisella ydintekniikan osaamisella on oma pieni markkinarakonsa. Tarkkaan Euroopan päätöksentekovirtoja ja ranskalaisten voimayhtiöiden liikkeitä havainnoimalla voi huomata Baltian hankkeen saavan kohta tukea yllättävistä suunnista.

Kaikessa kaupankäynnissä on omat vaikeutensa. Suomalaisista viejiä on haitannut vuosia se, että moraalien ja kaupataidon summa on vakio. Tämän on moni kokenut turistina Euroopan eteläkolkissa. Näiltä osin asiat ovat kuitenkin muuttumassa. Moniin suomalaisiin yrityksiin on 90-luvun alun syvän laman jälkeen kotiutunut keskieuropalainen “kabinettipäätöksillä” johtaminen, missä päätöksistä keskustellaan vasta jälkikäteen. Kabinettien näköala-asemiin synnyttään tai kaveerataan, ei pätevoidyt. Parhaat jakkarat jaetaan aikaansaannoksista riippumatta niille, jotka ovat samaa mieltä viimeisen puhujan kanssa. Tämän seurauksena työskulttuurimme ja yritysmallimme ovat kovaa vauhtia lähestymässä yleiseurooppalaista direktiivitasoa.

Kaupallista ydinvoimaa ohjaavat yleiseurooppalaiset viiranomaismääräykset astuvat voimaan seuraavina vuosikymmeninä. Ne eivät kuitenkaan saavuta Suomen tiukkoja vaatimuksia. Voimayhtiöiden yhteistyö yleiseurooppalaisen (European Utility Requirements) normipohjan ja suunnitteluperusteiden luomiseksi on edennyt jo pitkälle, mutta myös viiranomaisten aktiivisia toimia tarvitaan. Turvallisuusviranomaisten linjausten on perustuttava ympäristö- ja laitosturvallisuuden kokonaisarviointiin ilman yksittäisen laitosturvakaisun, suunnittelun osa-alueen tai turvallisuuden todentamismallin painottamista. Tiukoista turvallisuusvaatimuksista huolimatta on yleiseurooppalaisen normipohjan sallittava useita keskenään vaihtoehtoisia ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia laitosturvakaisuja. Pienten jäsenmaiden välinen yhteistyö on välttämätöntä, jotta EU:n alueellisen keskustan ylivalta ei tuota ranskalaisten laitosten suunnitteluperusteita muistuttavia yhteisnormeja mm. VVER-laitosten kustannuksella.

Orneksi meillä Suomessa voidaan yhä tuottaa energiaa myös ydinvoimalla. Viimeistään ensi vuonna käynnistetään viidennen suomalaisen yksikön rakennushanke. Hankkeen päästyä vauhtiin juolahtaa ehkä jollekin ydinvoiman suunnittelijalle tai rakentajalle mieleen, että toista kättä apuna käyttäen voi laskuissaan edetä myös yli viiden.

On the brim of Europe

Europe and United States have today more and more different opinions. The cultural and ideological gulf between these two economical superstates is continuously widening. At the same time the members of the Future Convention of European Union are discussing final results of their work. One of the main ideas of the work was that there are too much democracy in the European Union. The veto right of all 25 members in future would too easily lead to stalemate situations. Especially, France wants to have the European foreign and security policy as well as the taxation policy issues voted by simpler arrangements. Germany is supporting France in many areas. Great Britain seems to have too near connections with United States to have a totally independent playing position in the present battle.

How about Finland? What is our position? Could we be something else than a small pawn on the margin of European Chess Board? As a small country our only possibility is to go in the same direction as all other pieces but so quickly that we reach the end of table before others. It also seems to have been the main idea of the European Policy of Finland during the last decade.

Nuclear field in Europe is at this moment decreasing very rapidly. Many Member States of European Union who currently operate nuclear plants have declared that they are going to be phased out and not replaced by new nuclear reactors. However, all Member States need to reduce their carbon emissions according to the Kyoto commitment. The risk that European countries are not building new nuclear stations which could reach also the new more stringent safety standards is obvious. Nuclear Industry has made large efforts to improve the safety standards and upgrade the safety cases of the different plant types. It is a pity if the new gene-

ration of more effective and safer nuclear reactors are finalised only in the computers of the designers.

Is there need of common European rules on nuclear safety? Are the European safety standards coming in near future? It is clear that general safety rules are necessary, but it is a quite demanding task to write such safety rules for many reactor types in all 25 Member States. The rules should be in same level for all reactor types and design solutions. They should not rule out some possible solutions which are based on a different design basis but which could reach an acceptable deterministic and probabilistic safety level.

All European countries have the idea to import electricity in the next few decades. However, someone should also produce and export the electricity for the growing demand in Europe. As many times before I like to say that there is no roseate future in Europe without Nuclear Energy.

■

EU:n ydinturvallisuuspaketti herättää ristiriitaisia ajatuksia



Ydinenergiaa käyttävältä Euroopalta edellytetään korkeaa turvallisuuskulttuuria ja turvallisia ydinlaitoksia. EU:n vihreä kirja "Energiahuoltostrategia Euroopalle" vuodelta 2000 säilyttää ydinvoiman EU:n jäsenvaltioiden energiantuotantovaihtoehtona. Siinä EU:n komissio lupasi myös lisätoimia ydinturvallisuuden ja ydinjätehuollon alueilla. Tulokseen, komission ydinturvapakettiksi kutsuttuun uudistushankkeeseen kuuluu kaksi direktiiviehdotusta, jotka ovat herättäneet ristiriitaisia tunteita jäsenmaissa, ei vähiten Suomessa. Näillä direktiiveillä ei synny lisäarvoa ydinturvallisuuden parantamisessa. Ydinturvallisuuden köysi muodostuu tuhansista säikeistä ja niiden yksioikoinen standardointi ei ole helppoa.

Trillon ydinvoimalaitos (PWR 1041 MW, 1988) Espanjassa on viimeisiä saksalaisten rakentamia voimalaitoksia Euroopassa. (Kuva Jorma Aurela.)

Marraskuussa 2002 julkistettu EU:n komission tiedonanto sisälsi luonnokset kahteen direktiiviin, joista toista voi kutsua ydinturvallisuudirektiiviksi ja toista jätedirektiiviksi. Tähän komission ydinturvapakettiksi kutsuttuun kokonaisuuteen sisältyy myös valtuutus käydä neuvotteluja Venäjän kanssa

uraanista. Samana päivänä komissio julkisti kaksi päätösehdotusta, jotka koskivat ns. Euratom lainojen lainakaton nostamista ja lainojen käyttötarkoituksen laajentamista.

Komissio julkisti direktiiviehdotuksensa 31.1.2003 ja niitä on käsitelty sen jälkeen ns. artikla 31-komiteassa (viittaa ko. Euratomin-sopimuksen artiklaan) ja unionin ta-

lou- ja sosiaalikomiteassa Ecosocissa. Direktiivien käsittely jatkuu neuvoston atomiasia-ryhmässä näillä näkymin toukokuussa 2003.

Suomessa EU-asioiden komitean Energia ja Euratom-jaosto otti direktiiviehdotuksiin kantaa 26.3.2003 ja jo aiemmin komission hanketta oli käsitelty EU-ministerivaliokunnassa. Direktiivit ovat jo olleet esillä eduskunnassakin ns. E-kirjeen käsittelyn yhteydessä. Suomen kanta tulee nyt valtioneuvoston käsiteltäväksi eduskunnalle laadittavan ns. U-kirjelmän yhteydessä.

Ydinlaitosten turvallisuutta koskevat perusvelvollisuudet ja yleisperiaatteet määrittelevä direktiiviehdotus

Tämä direktiiviesitys sisältää kolme käytännössä toisistaan riippumatonta ehdotusta:

- Euroopan unionille kehitettävät yhteiset ydinturvallisuusmääräykset;
- jäsenmaiden ydinturvallisuusviranomais-ten toiminnan valvonta;
- ydinjätehuoltoa varten kerättävät rahastot.

Komission alkuperäisen ajatuksen mukaan tällä direktiivillä annettaisiin yleiset määräykset ydinturvallisuuden ja ydinturvallisuuden valvonnan periaatteista. Esitetyt periaatteet on lähes sanatarkasti otettu ydinturvallisuutta koskevasta kansainvälisestä yleissopimuksesta, johon kaikki unionin nykyiset ja tulevat jäsenvaltiot ovat liittyneet. Erona olisi kuitenkin se, että kun yleissopimus koskee vain voimalaitoksia, direktiivi ulottaisi periaatteet kaikkiin ydinlaitoksiin.

Komission mukaan näitä yleisiä periaatteita täydennettäisiin Euratomin ydinturvallisuusstandardeilla. Standardien valmistelussa käytettäisiin apuna jo olemassa olevaa aineistoa, lähinnä Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) valmistelemia suosituksiksi tarkoitettuja standardeja. Standardityyppistä materiaalia on olemassa lähinnä vain voimalaitoksille, joten esim. käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksille standardit olisi luotava tyhjästä.

Komission uusimman esityksen valossa näyttää siltä, että komissio ei enää pidäkään standardien laatimista välttämättömänä. Kun yleisiä periaatteita täydentävät direktiivit oli aiemman luonnoksen mukaan tarkoitus antaa erillisillä direktiiveillä, lopulliseen esitykseen ei sisälly enää minkäänlaista mekanismia, jolla nämä standardit annettaisiin, vaikka siihen, ilmeisesti kiireen vuoksi, on jäänyt aiempia viittauksia standardeihin.

Toisaalta sen jälkeen kun toimivaltaa on laajennettu, myös täydentäviä säännöksiä on mahdollisuus antaa direktiiveillä.

Näin yleissopimukseen jo sisältyvien ydinturvallisuuden yleisten periaatteiden ottamisella osaksi yhteisölainsäädäntöä saavutettaisiin vain se, että komissio voi valvoa niiden noudattamista ja että niiden noudattamisesta voitaisiin jäsenvaltioidenkin kesken kiistellä Euroopan yhteisöjen tuomioistuimessa.

Direktiiviesityksen mukaan Euratomissa otettaisiin käyttöön jäsenvaltioiden ydinturvallisuusviranomaisten toimintaan kohdistuvat tarkastuskäynnit. Sellaisia suorittaisivat komission keräämät, toisten jäsenvaltioiden viranomaisten työntekijöistä kootut asiantuntijaryhmät. Tarkastuskäynnit eivät esityksen mukaan rajoittuisi pelkästään direktiivin tai standardien noudattamiseen, vaan viranomaisen toimintaan yleensä. Se kohdistuisi myös kaikkiin ydinlaitoksille lupia myöntäviin viranomaisiin, Suomessa siis myös valtioneuvoston toimintaan.

Tarkastuskäynneistä laadituissa raporteissa tehdyt muutosesitykset tulisi tarkastuksen kohteena olleen viranomaisen toteuttaa. Vaikka sitä direktiiviesityksessä vähätelläänkin, merkitsisi tämä menettely ydinturvallisuuteen kohdistuvan valvontavastuun osalta siirtymistä kansallisen viranomaisen vastuusta koko yhteisön kesken jaettuun vastuuseen. Asiantuntijoiden asettaminen komission käyttöön merkitsisi Suomessa viranomaisresurssien lisätarvetta, jonka suuruus määräytyisi komission tarkastustoiminnan intensiteetistä.

Direktiiviesityksen mukaan jäsenvaltioiden tulisi myös perustaa erityinen käytöstäpoistorahastoksi nimitetty rahasto. Nimestään huolimatta rahasto kattaisi paitsi käytöstäpoiston myös kaiken muun laitoksen sulkemishetken jälkeen tarpeellisen ydinjätehuollon, erityisesti siis myös käytetyn ydinpolttoaineen huollon. Useimmilta perusperiaatteiltaan rahasto vastaisi Suomeen ydinenergialailla jo luotua Valtion ydinjätehuoltorahastoa. Muutoksia kuitenkin tarvittaisiin rahaston varojen keräämistä sekä niiden hallinnointia rahastossa koskeviin lainkohtiin.

Tiетävästi kaikissa ydinvoimaa käyttävissä jäsenvaltioissa on jo olemassa käytöstäpoistorahastot. Hakijamaiden osalta tilanne ei ilmeisesti ole yhtä hyvä. Rahastojen kohdalla on myös eroja siinä, millaisella rahan hinnalla voimayhtiöt itse saavat kerättyjä varoja käyttöönsä esim. investointeihin

ja yritysostoihin. Rahastoa koskevien määräysten takana onkin nähtävissä nimenomaan halu poistaa näistä eroista aiheutuvia vääristymiä sähkön sisämarkkinoihin. Turvallisuuden kanssa tällä ei luonnollisesti-kaan ole mitään tekemistä.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen käsittelyä koskeva direktiiviehdotus

Myös tähän direktiiviesitykseen sisältyy kolme käytännössä toisistaan riippumatonta ehdotusta:

- ydinjätehuollon ja muiden radioaktiivisten jätteiden huollon yleiset periaatteet;
- kaikkien radioaktiivisten jätteiden huollon ohjelma toteutusaikatauluineen;
- jätehuollon tutkimuksen lisääminen.

Direktiivillä komissio haluaisi ensinnäkin ottaa yhteisölainsäädännön osaksi ne radioaktiivisten jätteiden huollon ja käytetyn ydinpolttoaineen huollon yleisperiaatteet, jotka jo sisältyvät asiaa koskevaan kansainväliseen yleissopimukseen. Kaikki ydinvoimaa käyttävät jäsenvaltiot ja hakijamaat ovat tämän yleissopimuksen osapuolia. Esitykseen ei sisälly ajatusta näitä periaatteita tarkentavien säädösten tai standardien antamisesta, mutta kuten edellä on todettu, niitä olisi mahdollista antaa myöhemminkin.

Direktiiviesityksen mukaan kunkin jäsenvaltion on tehtävä kansallinen ohjelma radioaktiivisten jätteidensä lopullisesta sijoittamisesta. Ensisijaisesti suunnitelman tulee perustua jätteiden sijoittamiseen syväle maaperään (geologinen loppusijoitus), mutta muutkin lopullisiksi katsottavat ratkaisut ovat hyväksyttävissä. Yhtenä ratkaisuna tulee kysymykseen myös jätteiden sijoittaminen jonkun toisen valtion tai usean valtion yhteisesti perustamaan loppusijoituslaitokseen.

Ohjelma on rakennettava direktiiviin kirjattavan toteutusaikataulun mukaiseksi.

Runasaktiivisen ydinjätteen, mm. käytetyn polttoaineen, loppusijoituspaikan valinnan tulee tapahtua viimeistään vuonna 2008 ja loppusijoituslaitoksen tulee käynnistyä viimeistään vuonna 2018. Nämä vaatimukset ovat lähes kaikille Euroopan maille mahdollomat täyttää. Suomessakin lopullinen päätös loppusijoituspaikasta tehdään rakentamislupakäsittelyn yhteydessä ilmeisesti vasta ensi vuosikymmenen alussa ja laitoksen käynnistymisen arvioidaan sijoittuvan vuoden 2020 paikkeille. Sen sijaan vähä- ja keskiaktiivisen jätteen vaatimus varaston

käyttöön otosta vuoteen 2013 mennessä on jo Suomessa ja eräissä muissakin maissa täyttynyt.

Merkittävä ero Suomen aikataulun ja direktiivin välillä on, että Suomen aikataulu ei sido luvat myöntävää viranomaista, ts. valtioneuvostoa, kun taas direktiivin aikataulu olisi jäsenvaltioita sitova. Periaatteessa tämä merkitsee aikataulun asettamista tärkeämmäksi kuin turvallisuuden varmistaminen ja paikan valintaan liittyvän demokraattisen päätöksenteon muotojen noudattaminen. Direktiivinkin mukaan aikataulua voidaan muuttaa, mutta muutokselle täytyy saada sekä komission että jäsenvaltioiden enemmistön tuki. Päätöstä ei siis tehdä turvallisuusnäkökohdista vaan poliittisena päätöksenä.

Komission mukaan direktiivillä tähdätään myös ydinjätetutkimukseen suunnattavien varojen lisäämiseen ja tutkimuksen nykyistä parempaan koordinointiin. Direktiiviehdotus ei kuitenkaan sisällä määräyksiä, joilla varojen lisäys varmistettaisiin. Se ei myöskään sisällä varsinaisia määräyksiä siitä, miten koordinointia parannettaisiin. Sen sijaan siinä viitataan eräisiin Euratom-sopimuksen artikloihin, joiden nojalla annetuilla päätöksillä olisi mahdollista myötävaikuttaa esitettyjen tavoitteiden saavuttamiseen. Näiden joukossa on mm. ydinjätehuollon tutkimukseen keskittyvän, jäsenvaltioiden yhteisyrityksen perustaminen.

Ydinturvapakettin direktiiviehdotukset vastatulessa

Ydinturvapakettin direktiiviehdotukset ovat Suomen kannalta huonoja. Ne edellyttäisivät Suomen nykyisin hyvin toimiviin järjestelmiin muutoksia, joilla olisi merkittäviä vaikutuksia. Direktiivit siirtäisivät toimivaltaa ja vastuuta ydinturvallisuudesta yhteisölle. Komissio ei kuitenkaan pysty tähän huutoon vastaamaan, vaan sen olisi pakko kääntyä jäsenmaiden puoleen saadakseen asiantuntijoita suunnittelemilleen tarkastuksille.

Ydinjätehuollon aikataulut ovat arveluttavia, sillä ne asettavat ydinjätelaitoshankkeen aikataulun ydinturvallisuuden edelle. Tällöin myös Suomen olisi muutettava hyvin toiminutta ja demokraattista päätöksentekojärjestelmäänsä ja ydinjätehuollon toteutusaikataulua. Ääritapauksessa Suomi voisi joutua vastaanottamaan maaperäänsä unionin toisten jäsenvaltioiden ydinjätteitä.



Espanjalainen Vandelloksen voimalaitos (GCR 500 MW, 1972-1989) oli lähellä laitostonnettomuutta vuonna 1989. Laitoksen turbiinin vaurioitumisesta ja tulipalosta liikkeelle lähtenyt tapahtumaketju tulvineen oli lähellä vaarantaa reaktorin jäähdytyksen, mutta turvallisuusjärjestelmät ja henkilökunta saivat tilanteen pelastetuksi. Kuvassa turvallisuusjärjestelmän pumppu, joka toimii veden ympäröimä (kuva Jorma Aurela).

Niinpä onkin toivottavaa, että nyt kun direktiiviluonnosten käsittely alkaa toden teolla neuvoston atomiasioita käsittelevässä työryhmässä, direktiiviluonnokset kokevat perusteellisia muutoksia tai ne jopa muuntuvat suositusluonteisiksi säädöksiksi.

Mitä se turvallisuus on?

Direktiiviehdotukset tekee ristiriitaisiksi niiden tavoite ydinturvallisuuden parantamisesta ja toisaalta ajatus ehdotetun luonteisten sitovien standardien käyttökelpoisuudesta tämän tavoitteen edistämiseen. Seuraavassa on lainaus STUK:n johtavan asiantuntijan Juhani Hyvärisen esittämästä lausunnosta eduskunnan ympäristövaliokunnassa. Ilahduttavaa oli että valiokunnan oma lausunto oli hyvin samansuuntainen kuin KTM:n ja STUK:n lausunnot. Hyvärinen toteaa, että "Ydinvoimalaitosten, kuten muidenkin teknisesti monimuotoisten toimintojen turvallisuus on luonteeltaan monimutkainen teknillinen kysymys. Tällaisissa tapauksissa turvallisuutta ei voida mitata yksiselitteisillä numeroarvoilla, joiden toteutuminen tai toteutumatta jääminen olisi helposti todennettavissa".

"Ydinturvallisuuden arvioiminen vaatii sekä syvällistä alan osaamista että kussakin yksittäistapauksessa perusteellista paneutu-

mista. Tämä osaaminen on tällä hetkellä jäsenmaiden ja hakijamaiden kansallisilla viranomaisilla ja heidän tukiorganisaatioillaan. EU:n hallinnolla ei tällaista teknillistä osaamista ole, historiallisesta syystä: ydinturvallisuus on tähän asti käsitetty EU:ssa puhtaasti kansallisella vastuulla olevaksi".

Hyvä ydinturvallisuus ei ole tila, joka voidaan saavuttaa, vaan prosessi, jossa jatkuvan oppimisen kautta turvallisuutta parannetaan koko ajan. Parhaiten tämä prosessi edistyy rakentamalla jokaiseen maahan järjestelmä, jossa ratkaisut tehdään omista lähtökohdista, mutta kuitenkin välttämättömät yhteiset turvallisuusnäkökohdat huomioidaan ottaen. Tähän riittävät jo nykyiset kansainväliset sopimukset ja järjestelmät. ■

DI Jorma Aurela,
Kauppa- ja teollisuus-
ministeriön energiaosaston
ylitarkastaja,
puh. 09 1606 4832,
jorma.aurela@ktm.fi



Kohti yhtenäisiä ydinturvallisuusvaatimuksia Euroopassa:

WENRA:n harmonisointihanke

EU-hakijamaiden liittymisneuvottelujen ydinturvallisuuteen yhteydessä kohdistuneet vaatimukset ovat nostaneet esille yhtenäisten ydinturvallisuusvaatimusten tarpeen Euroopassa. WENRA:n harmonisointiprojekti, jossa Suomi on aktiivisesti mukana, on yksi tähän tavoitteeseen tähtäävä hanke.

WENRA (Western European Nuclear Regulator Association) on EU:n ydinenergiamaiden ydinturvallisuusviranomaisten vuonna 1998 perustama yhdistys. Yhdistykseen kuuluvat maat ovat Ranska, Englanti, Saksa, Ruotsi, Espanja, Belgia, Hollanti, Italia, Suomi ja tarkkailijajäsenenä Sveitsi. Maaliskuussa 2003 pitämässään kokouksessa WENRA kutsui jäsenikseen ydinenergiaa käyttävät EU:n hakijamaat, jotka ovat Unkari, Slovakia, Tsekinmaa, Liettua, Bulgaria, Romania ja Slovenia.

WENRA:n merkittävimpänä kannanottona Euroopan ydinturvallisuuteen voidaan pitää sen suorittamaa EU:n hakijamaiden ydinturvallisuuden arviointia. Hakijamaiden ydinturvallisuuden arvioinnista käyty keskustelu on yksi niistä tekijöistä, jotka ovat tuoneet esille tarpeen yhtenäisten, harmonisoidujen ydinturvallisuusvaatimusten käyttöönotolle Euroopassa. Ydinturvallisuuden korkea ja yhtenäinen taso on myös edellytys ydinenergian käytön yleiselle ja poliittiselle hyväksyttävyydelle EU:n ydinenergiaa käyttävissä ja muissa EU-maissa.

WENRA on kokouksissaan todennut eurooppalaisten ydinturvallisuusvaatimusten harmonisoinnin tärkeäksi tavoitteeksi. WENRA:lla on myös tarkoitus toimia yhdessä EU-komission kanssa ydinturvallisuusvalvonnan yhtenäistämiseksi koko EU:n alueella.

Mitä on harmonisointi? WENRA:n pilot-projekti

Vuonna 2000 WENRA perusti ns. pilot-projektin kehittämään menetelmää, jota voitaisiin käyttää ydinturvallisuusvaatimusten harmonisoinnissa. Pilot-projektia toteuttavaan työryhmään kuului sen ruotsalaisen vetäjän lisäksi edustaja jokaisesta WENRA-jäsenmaan ydinturvallisuusviranomaisen organisaatiosta lukuun ottamatta Sveitsiä.

Työryhmän ensimmäisenä tehtävänä oli harmonisoinnin määrittäminen. Työryhmä määritteli harmonisoinnin seuraavasti:

Turvallisuusvaatimukset ovat harmonisoituja, kun maiden välillä ei ole turvallisuuden kannalta merkittäviä eroja muodollisesti julkaistuissa kansallisissa turvallisuus-

WENRA

vaatimuksissa ja niiden käyttöönotossa ydinvoimalaitoksilla.

Työryhmä tulkitsi tästä määritelmästä lähtien seuraavat lähtökohdat harmonisoinnille:

- harmonisoinnin tulee kattaa sekä vaatimukset että niiden käyttöönotto
- vaatimuksilla tulee olla lakisääteinen perusta
- vaatimusten tulee olla julkisia ja "läpinäkyviä"
- vaatimusten tulee olla yleisiä (kohdistuvat yhtäläisesti kaikkiin luvanhaltijoihin)
- harmonisoidut vaatimukset tulee voida tulkita ja ottaa käyttöön yhtenäisesti
- harmonisoitujen vaatimusten voimaansaattaminen tapahtuu yhtäläisesti.

Näiden lähtökohtien lisäksi harmonisoinnissa käytettävälle menetelmälle asetettiin mm. seuraavia tavoitteita: Menetelmän tulisi olla sellainen, että eri maiden lainsäädännön ja ydinturvallisuusvalvonnan toteuttamistavan erojen vaikutus sitä käytettäessä olisi mahdollisimman vähäinen. Menetelmän tulisi antaa yleisnäkemys maiden välisistä eroista ja vaatimusten samantasoisuudesta. Johtopäätösten pitäisi olla riittävän yksityiskohtaisia kansallisella tasolla tehtävää yksityiskohtaisempaa arviointia varten. Dokumentointi tulisi olla niin suoritettu, että jälkepäin on mahdollista selvittää

WENRA:n pilot-projektissa tarkastellut turvallisuusaiheet

Turvallisuuden alue	Aihe
Turvallisuuden hallinta.....	Turvallisuuspolitiikka Käyttöorganisaatio
Suunnittelu.....	Suunnittelun varmistaminen ja parantaminen
Käyttö.....	Suunnittelun ulkopuolisten onnettomuuksien hallinta
Turvallisuuden varmistaminen.....	Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi Toistuva turvallisuuden arviointi

millä perusteella tehtiin johtopäätöksiin on päädytty.

Pilot-projektissa käytetty menetelmä oli alun perin sen ruotsalaisen vetäjän SKI:n Erik Jenden ideoima. Menetelmässä tarkasteltiin ennalta valittujen turvallisuusaiheiden harmonisointia seuraavien päävaiheiden kautta:

- määriteltiin tarkasteltavan aiheen referenssi-vaatimustaso
- arvioitiin jokaisen maan osalta referenssitason vaatimusten olemassa olo ja käyttöönoton tila
- arvioitiin paneelikeskustelussa kunkin maan esityksen pohjalta havaittujen erojen merkitystä turvallisuuden kannalta ja tehtiin johtopäätöksiä siitä, ovatko erot perusteltavissa vai todetaanko niiden osalta harmonisointitarvetta.

Merkittävä osa työstä kului referenssi-vaatimustason määrittelemiseen. Siinä käytettiin hyväksi kansallisella tasolla olemassa olevia vaatimuksia ja pyrittiin valitsemaan taso parhaiksi todettuja käytäntöjä vastaavaksi. Saatuja referenssitasoja verrattiin myös IAEA:n viimeisimpiin turvallisuusstandardeihin. Työn tässä vaiheessa dokumentoitiin tiivistetyssä muodossa referenssitasoja vastaavat kansallisen tason vaatimukset tai niiden puuttuminen.

Koska monessa tapauksessa kansalliset vaatimukset poikkesivat enemmän tai vähemmän referenssitasoksi määritellyistä vaatimuksista, jouduttiin työn 2. ja 3. vaiheessa tekemään runsaasti tulkintoja havaittujen erojen merkityksestä. Käydyt paneelikeskustelut olivat tässä vaiheessa oleellisia.



WENRA:n harmonisointiprojektissa tarkasteltavat turvallisuusaiheet.

Turvallisuuden alue	Aihe
Turvallisuuden hallinta.....	Turvallisuuspolitiikka Käyttöorganisaatio Laadun hallinta Laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeän henkilöstön koulutus ja viranomaishyväksyntä
Suunnittelu.....	Suunnittelun varmistaminen ja parantaminen Käytössä olevien BWR ja PWR-laitosten suunnittelun perusteet Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus ja luokitukseen liittyvät vaatimukset
Käyttö.....	Suunnittelun ulkopuolisten onnettomuuksien hallinta Turvallisuusteknilliset käyttöehdot Ikääntymisen hallinta Ennakoiva ja korvaava kunnossapito Tapahtumien tutkinta ja käyttökokeuksien hyödyntäminen Tarkastukset ja määräaikaosastukset Hätätilanneohjeet
Turvallisuuden varmistaminen.....	Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi Toistuva turvallisuuden arviointi Ydinlaitoksen turvallisuusselosteen sisältö ja ylläpito Laitosmuutosten arviointi
Valmiustoiminta.....	Laitospaikan valmiusjärjestelyt Palosuojelu

WENRA

Huomattavaa on, että menetelmään sisältyy myös vaatimusten toteutumisen arviointi ydinvoimalaitoksilla. Täten työhön osallistuvilla ja heidän tukenaan olevilla organisaatioilla tulee olla hyvä käsitys paitsi kansallisesta ydinturvallisuussäännöstöstä myös kaikkien kyseisen maan ydinvoimalaitosten teknillisestä rakenteesta ja niiden laitosten käyttöorganisaatioista sekä ohjeistoista.

Käytännössä tällainen tietämys voi olla vain kunkin maan ydinturvallisuusviranomaisella, mistä syystä eräässä vaiheessa kaavailusta konsultin käytöstä harmonisointityössä luovuttiin.

Pilot-projektissa tarkastellut turvallisuusaiheet (safety issue) valittiin siten, että ne käsittävät aiheita koko ydinturvallisuuden alueelta (safety area). Menetelmän testaamiseksi aiheet valittiin myös siten, että jotkut niistä olivat ennalta ajatellen selvästi rajattuja ja "helppoja", toiset taas laajoja ja vaikeasti käsiteltäviä. Aiheet valittiin myös siten, että niissä jo etukäteen arvioitiin olevan eroja eri maiden kansallisten vaatimustasojen välillä.

Referenssitason vaatimusten määrittelyä varten turvallisuusaiheet jaettiin ensin suurempiin kokonaisuuksiin, teemoihin. Esimerkiksi todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (PSA) teemoiksi tulivat PSA:n kattavuus ja sisältö, PSA:n laatu sekä PSA:n käyttö. Seuraavana vaiheena kehitettiin jokaisen teeman alueelle yksityiskohtaiset referenssivaatimukset.

Työn viimeisenä vaiheena suoritettujen referenssivaatimusten ja kansallisten vaatimusten vertailut dokumentoitiin kaikki maat sisältäviin yhteenvetotaulukoihin. Näistä on nopeasti nähtävissä kunkin maan tilanne referenssivaatimusten olemassaolon ja niiden toteutumistilanteen osalta. Perustellut poikkeamat ja selvät puutteet, joiden osalta todettiin harmonisointitarve, esitettiin niin ikään taulukkomuodossa lyhyin selitystekstein.

Havainnot WENRA:n pilot-projektin tuloksista

Pilot-projektin päätuloksena voidaan pitää sitä, että siinä osoitettiin kehitetyn menetelmän toimivuus. Sen avulla pystyttiin järjestelmällisesti vertailemaan valittuja turvallisuusaiheita ja tunnistamaan suurimmat puutteet ja erot. Harmonisointitarpeita koskevat johtopäätökset pohjautuivat erojen turvallisuusmerkitykseen ja ovat riittävän

yksityiskohtaisia tarvittavien jatkotoimenpiteiden arvioimiseksi.

Pilot-projektiin valitut aiheet kattoivat vain pienen osan ydinturvallisuuden laajasta alueesta. Silti suoritetujen vertailujen tulokset tukevat sitä ennakkokäsitystä, että Suomessa voimassa olevat laitosten rakennetta koskevat ydinturvallisuusvaatimukset ovat keskimääräistä eurooppalaista tasoa kattavammat ja tiukemmat. Organisaatorisella alueella meillä on jonkin verran parantamisen varaa.

Harmonisoinnin jatko

WENRA pyysi pilot-projektin työryhmää laatimaan työnsä lopuksi suunnitelman varsinaiselle, ydinturvallisuusalaa laajemmin käsittelevälle harmonisointiprojektille. Suunnitelman tuli sisältää luettelo tarkasteltavista aiheista, aikataulu ja suunnitelma tarvittavista resursseista.

Jatkotyön tavoitteena on pilot-projektin loppuraporttia vastaavan raportin aikaansaaminen vuoden 2005 alkuun mennessä. Jatkossa työryhmään osallistunee myös osa uusien EU-maiden ja EU-hakijamaiden ydinturvallisuusviranomaisien organisaatioista.

Harmonisointityön resurssitarpeeksi vuosina 2004-2005 on arvioitu 240 työpäivää /osallistujamaa. Suomen osalta työ on organisoitu siten, että tehtävään on nimetty STUKista neljän hengen työryhmä, joka on jakanut tarkasteltavat aiheet keskenään.

WENRA:n viranomaispäälliköt ovat sitoutuneet toteuttamaan harmonisoinnin tuloksena hyväksytyyn vaatimustason omien maittensa lainsäädännössä muutaman vuoden kuluessa työn valmistumisesta. Toisessa vaiheessa tämä vaatimustaso tulee olla täytettyä maiden käytössä olevilla ydinvoimalaitoksilla. ■

Hannu Ollikkala
Ylitarkastaja
STUK
puh. 09-75988333
hannu.ollikkala@stuk.fi



Ydinturvallisuustutkimus

Euroopan Komission Yhteisessä Tutkimuskeskuksessa



Pettenin tutkimuskeskus Pohjois-Hollannissa Pohjanmeren rannalla. Keskellä Korkeavuoreaktori HFR, sen takana Euroopan Komission Energiatutkimusinstiutti IE, etualalla Alankomaiden energiututkimusinstiutti ECN.

Euroopan Komission Yhteisen Tutkimuskeskuksen (YTK) ydinturvallisuustutkimus perustuu Euratom-sopimukseen. Sen puitteissa tuetaan yhteisön politiikkaa reaktoriturvallisuuden, ydinjätteiden käsittelyn, ydinmateriaalin leviämisen (safeguards) ja säteilynvalvonnan alueilla. Toiminta tukee myös ilmastomuutoksen estämistä ja Euroopan suurempaa riippumattomuutta tuontienergiasta Komission Vihreän Kirjan "Towards a European Strategy for Energy Supply Security" COM(2000)769 (final) mukaisesti. Ydinenergialla tuotetaan tällä hetkellä noin kolmannes laajenevan Euroopan Yhteisön sähköenergiasta, joten jatkuvaa panostamista tarvitaan takaamaan EU:n ydinlaitosten esimerkillinen turvallisuustaso, estämään ydinmateriaalin laiton leviäminen, hoitamaan ydinjätteiden prosessointi ja pitkäaikainen varastointi sekä monitoroimaan ionisoivaa säteilyä.

Euroopan Neuvoston päätökset C128-75 ja C172/2-92 edellyttävät ydinturvallisuuskriteereiden ja sääntöjen harmonisointia.

Yhteisön laajeneminen lisää voimakkaasti tätä tarvetta. Uusien jäsenmaiden ydinlaitosten turvallisuustason nostaminen Euroopan Yhteisön nykyiselle tasolle on eräs Komission prioriteeteista laajenemiseen liittyen.

Yhteisen Tutkimuskeskuksen ydinturvallisuustutkimus noudattaa seuraavia pääperiaatteita: uusien jäsenmaiden integrointi; verkottuminen tärkeimpien eurooppalaisten ja kansainvälisten ydinturvallisuusorganisaatioiden kanssa synergiahyötyjen saavuttamiseksi ja YTK:n laboratorioiden yhteiskäytön helpottamiseksi; ydinturvallisuuden tietotaidon ylläpitäminen ja uusien tutkijapolvien kouluttaminen; vahva tuki tutki-

mus-, liikenne- ja energia- sekä ulkosuhteiden pääosastoille; sekä tehokas yhteistyö turvallisuusviranomaisten, tutkimuskeskusten ja teollisuuden kanssa.

Yhteinen Tutkimuskeskus

Ydinturvallisuustutkimus muodostaa noin 30% Yhteisen Tutkimuskeskuksen toiminnasta. Sen volyyymi budjetilla mitaten on ny-

kyisessä tutkimuksen kuudennessa puiteohjelmassa 290 M€ neljän vuoden aikana (2003 - 2006). Tämän lisäksi on tavoitteena noin 15% lisätulot ”kilpailullisen” toiminnan kautta, ts. osallistamalla tutkimuspääosaston yhteishankkeisiin, TACIS- ja PHARE- ohjelmiin, Korkeavuoreaktorin (HFR) erilliseen ohjelmaan sekä tilaustutkimuksiin.

Ydinturvallisuustutkimusta tehdään neljässä YTK:n seitsemästä instituutista:

1. Energiainstituutti (Petten, Alankomaat), joka on keskittynyt reaktoriturvallisuustutkimukseen.
2. Transuraani-instituutti (Karlsruhe, Saksa), joka tutkii pääasiassa aktinideja, käytetyn polttoaineen ja muun ydinjätteen käsittelyä, ydinpolttoainekierron turvallisuutta, ydinmateriaalien leviämisen estämistä ja säteilyn monitorointia.
3. Referenssimateriaalien ja menetelmien instituutti (Geel, Belgia), joka määrittelee ydintekniikan ja materiaalien perussuureita ja osallistuu safeguards-toimintaan.
4. Kansalaisten turvallisuustutkimusinstituutti (Ispra, Italia), joka tekee safeguards-toimintaan liittyvää tutkimusta ja kehitystyötä.

Yksityiskohtaisempaa tietoa löytyy julkaisusta ”JRC Multi-Annual Workprogramme 2003 - 2006” CA(02)37 (final). Seuraavassa on esitetty yhteenveto Energiainstituutin reaktoriturvallisuustutkimuksesta.

Reaktoriturvallisuustutkimus

Reaktoriturvallisuustutkimus tukee turvallisuusviranomaisia ja ydinvoimayhtiöitä erityisesti turvallisuustoimenpiteiden harmonisoinnissa. Tutkimuksen pääkohteita ovat ikääntyvien laitosten rakenteellinen turvallisuus, erityyppisten laitosten turvallisuuden vertailu, suuronnettomuuksien hallinta ja seurausten minimoiminen sekä kokeellisten tulosten kerääminen, arkistointi ja levittäminen.

Tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi YTK on käynnistänyt joukon eurooppalaisia verkostoja tavoitteena saavuttaa paras mahdollinen konsensus eurooppalaisella tasolla parhaiden teollisten käytäntöjen saavuttamiseksi ja normien ja standardien luomiseksi. Näiden verkostojen puitteissa organisoidaan vertailevia tutkimuksia (benchmarking), kehitetään tietokoneohjelmia ja järjestetään seminaareja ja workshoppeja. Toiminta kohdistuu vanheneviin eurooppalaisiin reaktoreihin, venäläisiin reaktori-

tyyppeihin ja innovatiivisten reaktorityyppien turvallisuuteen.

Tärkeimmät näistä verkostoista ovat seuraavat:

1. AMES – ageing materials evaluation and studies
2. NESC – network for evaluation of structural components
3. ENIQ – European network for inspection qualification
4. NET – European network on neutron techniques standardization for structural integrity
5. PHEBUS FP – interpretation networks around the international integral in-pile test facility at Cadarache
6. CERTA – integral reactor thermal-hydraulic system experimental databases
7. HTR-TN – high-temperature reactor technology network.

Näiden YTK:n operoimien verkostojen lisäksi osallistutaan mm. MICANET-verkoston ja US-DOE:n ”Generation IV” -aloitteeseen.

Tutkimuksen päätavoitteet ovat: primaaripiirin komponenttien vanhenemisen tutkiminen tavoitteena evaluointi- ja monitorointimenetelmien parantaminen ja korjaavien toimenpiteiden kehittäminen, erityisesti neutronisäteilyn vanhentavaa vaikutusta vastaan; primaaripiirin komponenttien rakenteellisen turvallisuuden arvioimismenetelmien parantaminen ja kehittäminen; käytönaikaisten rikkomattomien tarkastusmenetelmien ja riskinarviointiin perustuvien tarkastusmenetelmien evaluointi, harmonisointi ja verifiointi; vanhenevien laitosten huolto-ohjelmien optimointi erityisesti VVER-tyyppisille laituksille; onnettomuuksien seurausten minimoiminen onnettomuuksien simuloinnin avulla; riskiarviointiin perustuvien menetelmien kehittäminen; sekä kokeellisen tulosaineiston kerääminen ja verifiointi maailmanlaajuisesti ja sen saattaminen yleiseen käyttöön.

Energiainstituutilla on kokeelliset ja ajanmukaiset referenssilaboratoriot rakenteellisen turvallisuuden tutkimiseen. Tärkein laitteisto on kuitenkin 45 MW:n suurvuoreaktori (HFR), jota käytetään vuosittain 270 - 280 päivää hyvin moninaiseen tutkimukseen.

Suurvuoreaktori

HFR on kevytvesijäähdytteinen ja -moderoitu tank-in-pool-tyyppinen materiaalites-

tausreaktori, jonka sisarreaktorit ovat Studsvik Ruotsissa ja SAFARI Etelä-Afrikassa. Laitos modernisoitiin vuonna 1984, jolloin mm. paineastia vaihdettiin, ja sen suunniteltu käyttö ulottuu vuoteen 2015.

Reaktoria käytetään monipuolisena neutronilähteenä mm. reaktoriturvallisuustutkimuksessa neutronisäteilyn haurastavaa vaikutusta selvitetessä ja rakenteiden jännitystiloja määritettäessä. Uutena alueena voi mainita reaktorin sisäosien jännityskorroosiotutkimukset, jota varten laitteisto tullaan hankkimaan Suomesta osin VTT:n kehitystyöhön perustuen. Merkittävä osa tutkimuksesta kohdistuu fuusioreaktorin materiaaleihin, ydinpolttoaineen partitiointi- ja transmutaatioselvityksiin ja uutena alueena korkealämpötilareaktorin erilaisten polttoaineiden säteilytyksiin.

Mainitsemisen arvoista lienee myös laitoksen käyttö lääketieteellisiin tarkoituksiin. Euroopan ensimmäinen boorineutronikaappausterapiakoikeilu alkoi Pettenissä 1997 ja kaksi kolmasosaa Euroopan lääketieteellisistä isotoopeista tuotetaan täällä. Suomen kulutuksesta HFR:lla tuotettujen diagnostisten isotooppien osuus on yli 90 %.

Yhteenveto

Ydinvoimalaitokset tuottavat noin 35 % Euroopan Unionissa ja tulevissa uusissa jäsenmaissa käytettävästä sähköstä. Ydinturvallisuus säilyy näin ollen prioriteettina EU:ssa, erityisesti Unionin laajenemisen takia, ikääntyvien ydinlaitosten lisääntyvän tarkastustarpeen takia ja uusien, innovatiivisten reaktorisysteemien lisensioinnin takia. Euroopan Komission Yhteisellä Tutkimuskeskuksella on pitkä kokemus ja runsas tietotaito ydinturvallisuustutkimuksessa, jota hyödynnetään Euroopan Komissiossa ydinturvallisuuden ja kansalaisten suojelun kehittämisessä. ■

Prof. Kari Törrönen
Euroopan Komissio,
Yhteinen Tutkimuskeskus,
Energiainstituutti, Johtaja
p. +31 224 565401
Kari.Torronen@cec.eu.int



Puiteohjelmahankkeiden arviointi on myös oppimista

Kevään aikana on umpeutunut monta EU:n kuudennen puiteohjelman hakukierrosta. Komission tehtävänä on löytää Euroopasta päteviä henkilöitä arvioimaan komissioon saapuneet hakemukset. Arviointi voi olla arvioijalle myös viikon kouluttautumismatka hyvän hanke-ehdotuksen äärelle.

Arvioijalta edellytetään oman tutkimus- tai teknologia-alansa asiantuntemuksen lisäksi kokemusta esimerkiksi hankkeiden hallinnoinnista tai tieteen ja yhteiskunnan rajapintaan liittyvistä kysymyksistä, kuten tiedotuksesta, riskeistä tai etiikasta. Arvioija voi olla niin julkisen kuin yksityisenkin sektorin edustaja. Tärkeää on, että puiteohjelma on peruseriaatteiltaan tuttu ennen arviointirupeamaa.

Hankemuodon tavoite on ymmärrettävä

Arvioijan tulisi sisäistää puiteohjelmahankkeiden erilaiset osallistumismuodot ja niiden tavoitteet. Itse puiteohjelma koostuu monista osasista, joista toiset painottavat tutkimusalaa ja toiset osallistumisen muotoa. Esimerkiksi Euratom-ohjelmassa on tarkalleen ohjeistettu mille aiheille huippuosaamisen verkostot muodostetaan, kun tutkijaliikkuvuus-rahoitusta hakevat voivat itse määritellä hankkeensa aiheen ja arviointi painottuu vaikkapa kansainvälisen tutkijakoulutuksen laatuun.

Arvioijaksi harkitsevan kannattaa tutustua puiteohjelman hankemuotojen lisäksi koko ohjelmarakenteeseen. Usein oma ala saattaa istua moneenkin puiteohjelman osaan. Komissio voi pyytää ehdokkaita yllättävienkin ehdotusten arvioijiksi.

Arviointikriteerit ja kynnysarvoja

Kukin arvioija tutustuu hakemuksiin ensin yksin ja pisteyttää hakemuksen annettujen

pistemäärien ja komission arviointikriteerien mukaan. Arviointikriteerejä on hankemuodosta riippuen viidestä kuuteen. Pisteytys liikkuu akselilla 0-5 pistettä kutakin arviointikriteeriä kohden. Nolla pistettä saanut kriteeri ei täytä asetettuja tavoitteita ja viiden pisteen arvoinen kriteeri edustaa erinomaista hakemusta.

Jotta hakemus pääsisi rahoitettavien hankkeiden joukkoon, tulee hakemuksen täyttää minimipisteet ja kynnysarvot kaikista arviointikriteereistä. Yleisin minimipistemäärä on kolme pistettä arviointikriteeriä kohden. Vaikka hakemus saisisikin kaikista kriteereistä minimipistemäärän, se ei välttämättä vielä yllä hankemuodolle asetettuun kynnysarvoon. Usein kynnys on muutamaa pistettä korkeampi kuin minimipisteiden summa.

Esimerkki integroidun hankkeen arviointikriteereistä, minimipisteistä ja kynnysarvoista.

1. tieteellinen ja teknologinen taso, innovaatio (4/5)
 2. hanke vastaa työohjelman ja 6. puiteohjelman tavoitteita (3/5)
 3. hankkeen vaikutukset (3/5)
 4. konsortion laatu (3/5)
 5. hallinnon laatu (3/5)
 6. laajuus, resurssit (3/5)
- Kynnysarvo (24/30)

Neljän pisteen kriteerit ovat juuri niitä kriteereitä, jotka ovat ominaisimpia kullekin hankemuodolle. Huippuosaamisen verkostoa arvioitaessa integraation laatu on se tärkein kriteeri, josta minimipisteitä vaaditaan vähintään neljä. Koordinointitoimissa tärkeintä on koordinoinnin laatu ja erityisissä

tukitoimissa hankkeen vastaavuus työohjelman tavoitteisiin. Tukitoimien tarkoituksena on tukea Euroopassa tehtävää tutkimusta ja verkottaa osaamista, ei ratkoa tutkimusongelmia.

Miten arviointi tapahtuu

Ennen kuin itse arviointiin ryhdytään kukin arvioija allekirjoittaa sitoumuksen, jossa hän vahvistaa, ettei hänellä ole eturistiriitoja arvioitavien hankkeiden kanssa. Mikäli hän on itse tavalla tai toisella mukana jossain hanke-ehdotuksessa, hänen ei tule myöskään arvioida kilpailevia hankkeita.

Hanke-ehdotukset on aluksi jaettu sisällönsä mukaisesti ryhmiin, paneeleihin. Varsinaisessa arviointitapahtumassa asiantuntija toimii aluksi täysin itsenäisesti. Hakemukset on jaettu niin, että vähintään kolme, isompien hankkeiden kohdalla useampikin, arvioija lukee hanke-ehdotuksen. Kukin yksittäisen arvioijan muodostettua siitä oman mielipiteensä ja merkittyytään pisteensä ja sanalliset arvionsa lomakkeeseen koontuvat saman hakemuksen lukijat yhteen ja pyrkivät muodostamaan yhteisen näkemyksen, konsensuksen. Mikäli siinä ei onnistuta, ehdotus annetaan vielä joillekin muille arvioijille tutustuttavaksi tai sitten enemmistön mielipide määrää kannan. Konsensusryhmä kirjaa lopulta mielipiteensä hanke-ehdotuksesta konsensusraporttiin. Keskusteluissa esiin tulleet näkökohdat, joihin arviointi perustuu, merkitään myös muistiin.

Konsensusryhmästä siirrytään paneelityöskentelyyn, jossa siis käydään läpi kaikkien alueen ehdotukset ja niiden saamat kon-

EU:n tutkimuksen kuudes puiteohjelma (2002-2006)

I Eurooppalaisen tutkimustyön kohdentaminen ja integrointi

Tutkimuksen painopisteet 11,3 mrd euroa

1. Genomitutkimus ja terveysalan bioteknologia	2 255
2. Tietoyhteiskunnan teknologiat	3 625
3. Nanoteknologia, älykkäät materiaalit, uudet tuotantomenetelmät ja laitteet	1 300
4. Ilmailu ja avaruus	1 075
5. Elintarvikkeiden laatu ja turvallisuus	685
6. Kestävä kehitys, globaalimuutos ja ekosysteemit	2 120
7. Kansalaiset ja hallinto osaamisyhteisöissä	225

Useita tutkimusaloja kattavat erityistoimet

Politiikkojen tukeminen, tieteellisten ja teknologisten tarpeiden ennakointi (POLICY SUPPORT, NEST)	555
Pk-yrityksiä koskeva tutkimustoiminta (CRAFT, kollektiivinen tutkimus)	430
Kansainvälinen yhteistyö (INCO)	315
Yhteinen tutkimuskeskus (JRC)	716

II Eurooppalaisen tutkimusalueen jäsentäminen

Tutkimus ja innovointi	290
Tutkijavoimavarat ja liikkuvuus	1 580
Tutkimusinfrastruktuurit	655
Tieteen ja yhteiskunnan suhteet	80

III ERA:n perustan lujittaminen

Tutkimuksen koordinointi	270
Tutkimus- ja innovaatiopolitiikkojen kehityksen tukeminen	50

EURATOM

1 230

Rahoitus

17,5 mrd euroa



TEKES

Eri hankemuotojen tarkoitus

HANKEMUOTO	TARCOITUS	TULOS	LAAJUUS
Integroitu hanke (IP)	Korkeatasoista tutkimusta	Uusia tutkimustuloksia	Keskitaso – laaja
Huippuosaamisen verkosto (NoE)	Poistaa fragmentaatiota	Jäsentymistä	Keskitaso – laaja
Kohdennettu t&k-hanke (STREP)	Tutkimusta	Uusia tutkimustuloksia	Pieni - keskitaso
CRAFT ja kollektiivinen tutkimus	Tuloksia pk-yritysten käyttöön	Tutkimustuloksia ja tuotekehitystä	Pieni - keskitaso
Koordinoitustoimet (CA)	Koordinointia	Koordinointia	Pieni - keskitaso
Eryliset tukitoimet (SSA)	Tukea	Tukea	Pieni - keskitaso



TEKES

sensusarviot. Paneelissa hanke saa lopullisen arvionsa, joka voi myös poiketa konsensusryhmän käsityksestä. Paneeli tuottaa hakemuksen arviointiyhteenvedon, joka lähetetään hanke-esityksen tehneelle koordinaattorille.

Uusia arviointimuotoja

Uusia arviointimuotoja ovat kaksivaiheinen arviointi, etäarviointi ja hakijoiden kuuleminen. Aikaisemmissakin puiteohjelmissa on hanke-ehdotuksia joskus arvioitu kaksivaiheisesti. Kuudes puiteohjelma on ottanut tämän valintamuodon kuitenkin laajempaan käyttöön. Ohjelmat voivat itse päättää, käytävätkö he tätä menetelmää, jossa siis hakija ensimmäisessä vaiheessa tekee lyhyemmän ja kevyemmän hankekuvauksen. Näiden joukosta valitaan sitten jatkoon pääsevät, joilta pyydetään lopullinen, täydellinen hakemus. Toiselle kierrokselle päässeistä yleensä jopa kolmasosa tulee valituiksi.

Koska uudet integroidut hankkeet ja huippuosaamisen verkostot ovat suuria kokonaisuuksia, joiden arviointi on entistä vaativampi ja monimuotoisempi tehtävä, monet ohjelmat kuulevat niiden yhteydessä hakijoita. Paneeli kokoaa keskuudestaan kysymykset, joihin se haluaa vastaukset. Ne lähetetään etukäteen koordinaattorille. Koordinaattori kokoaa konsortioistaan muuttaman partnerin vastaamaan kanssaan paneelille sen esittämiin kysymyksiin. Konsortion antamat kysymykset saattavat luonnollisesti kuulemistilaisuudessa synnyttää uusia kysymyksiä, joihin konsortio vastaa. Vaikka vastauksia voidaan selventää esimerkiksi kalvoilla, mitään uutta materiaalia hanke ei kuitenkaan tuota jätettäväksi paneelille. Arviointi perustuu varsinaisen hakemuksen yhteydessä tuotettuun aineistoon. Kysymyksiin saatetaan kuulemisen sijasta toivoa kirjallista vastausta.

Koska arvioijien on joskus vaikea löytää kalenteristaan tarvittavia päiviä paikan päällä suoritettavaan arviointiin, kokeilee komissio kuudennessa puiteohjelmassa myös etätyönä toteutettavaa yksilöarviointivaihet-

ta. Paneelikeskustelut toteutetaan aina komission tiloissa. Tätä arviointimuotoa käytetään ainakin aluksi vain muutamissa ohjelmissa. Luottamuksellisuuskysymykset voivat joissakin ohjelmissa estää etäarvioinnin käytön.

Mitä arvioijalta odotetaan

Oman alansa hyvä osaaminen on luonnollisesti arvioijan perusedellytys. Työ vaatii kuitenkin laajempaa osaamista, arvioitaviksi tulevissa hankkeissa kun ei aina ole kapeasti omasta alueesta kysymys. Täytyy osata arvioida esimerkiksi hankkeen yhteiskunnallisia vaikutuksia, merkitystä Euroopalla ja eettisiä näkökulmia.

Jokainen hakemuksen tekijä, komission lisäksi, edellyttää, että arvioijat toimivat itsenäisesti, eivät organisaationsa eivätkä maansa hyväksi, ovat rehellisiä, mitä tulee eturistiriitoihin, painottavat vain niitä kriteereitä, jotka haun yhteydessä on ilmoitettu sekä ovat arvioinnissaan johdonmukaisia antaessaan pisteitä. Arvioija ei myöskään saa paljastaa saamia tietoja hankkeesta tai muista arvioijista arvioinnin aikana eikä sen jälkeen.

Oman näkemyksensä rohkea mutta diplomaattinen esille tuonti konsensus- ja paneeliryhmissä vaatii niin alansa osaamista kuin kansainvälisessä yhteistyössä opittua kanssakäymistä. Arviointi on erinomainen tapa nähdä, mitä Euroopassa tapahtuu ja arvioida miten me suomalaiset asemoidumme. Toivottavasti mahdollisimman moni pätevä suomalainen asiantuntija hyödyntää tämän oppimis- ja verkottumismahdollisuuden. ■

Marja-Leena Tolonen,
yksikön päällikkö,
Eurooppatoiminnot,
Tekes



Maija Hakkarainen,
asiantuntija,
Suomen EU-T&K-sihteeristö,
Tekes



Ydinenergia EU:n uudessa tutkimusohjelmassa 2002-2006

Ydinenergiatutkimuksen sisältävän Euratom-ohjelman laajuus säilyy olennaisesti aiemmalla tasolla, mutta sisällössä ja toimintatavoissa on tulossa suuriakin muutoksia. Fissio-ohjelmassa ydinjätteet korostuvat, nykyisten laitosten turvallisuustutkimus supistuu ja uusien konseptien tutkimus jatkuu pienimuotoisena. Fissio-ohjelmassa, kuten koko uudessa ohjelmassa, tähdätään entistä suurempiin hankkeisiin ja eurooppalaisen tutkimuksen tehokkaampaan verkottamiseen. Fuusiotutkimuksessa eurooppalainen tutkimus onkin jo integroitu ja tarkoitus on lähteä rakentamaan maailmanlaajuisena yhteishankkeena ITER-koereaktoria.

EU:n viidennen tutkimuksen puiteohjelman 1998-2002 hankkeet jatkuvat osin vielä ensi vuoteen ja uuden ohjelman 2002-2006 ensimmäiset projektit käynnistyvät tämän vuoden puolella. Viidennen ohjelman lopulliset laajuustiedot alkavat olla nyt tiedossa. Suomalaisia tahoja on osallistunut fissio-ohjelman lähes kolmeensataan hankkeeseen runsaat sata kertaa, toisinaan useita tahoja samaan projektiin. Työn laajuudeksi muodostuu runsaat 9 M€, johon on saatu EU:n rahoitusta 5,1 M€ eli lähes 3 % EU:n ulospäin jakamasta kokonaisrahoituksesta. Yli

puolet suomalaispanoksesta on kohdistunut nykyisten laitosten turvallisuuteen, erityisesti käyttöikään ja vakavien onnettomuuksien hallintaan. Seuraavaksi eniten on osallistuttu jätehuollon ja säteilysuojelun hankkeisiin. Aihepiirit olivat meille varsin sopivia.

Päätelmiä edellisestä ohjelmasta

Suomalaiset ovat menestyneet kohtalaisen hyvin rahoituksen määrällisessä saannissa. EU-rahoituksen osuus koko suomalaisesta ydinenergiatutkimuksesta, noin 9 % fuusio

mukaan on lukien, on merkittävä. Hankkeiden analyysi osoittaa kuitenkin muutaman huolestuttavan piirteen. EU-rahoitus per hanke on vain n. 70 k€, mikä on varsin pieni suhteessa näiden hankkeiden hallinnolliseen vaivaan ja myös verrattuna suomalaissaantoon useimmissa muissa ohjelmissa. Olemme ryhtyneet koordinoimaan vain yhdeksää kaikkiaan yli 220:sta tutkimus- ja verkostohankkeesta. Koordinointi vaatii hallinnollista osaamista ja kokeneita resursseja, mutta siitä saa yleensä täyden vaivan palkan ja koordinaattorilla on huomattava mahdollisuus vaikuttaa hankkeen työhön, erityisesti jo valmisteluvaiheessa. Meille todella tärkeissä hankkeissa, joilla voi olla vaikutusta esim. EU:n tuleviin politiikkoihin tai teollisuuden standardeihin, kannattaa pyrkiä johtavaan asemaan. Hallinnollisen vaivan minimoiva ja tiukasti kohdistettu panos voi olla paikallaan, kun tarkoitus on lähinnä kehittää edelleen omaa osaamistamme jossain spesifisessä aiheessa.

Uusilla hankemuodoilla tavoitellaan eurooppalaista tutkimusaluetta ERAa

Fuusiotutkimuksessa eurooppalainen tutkimus on jo pitkään ollut hyvin yhteen sovitettua ja yhteisiin tavoitteisiin pyrkivää – eli ERA on jo olemassa. Fissio-puolella tilanne on aivan toinen, eikä kattavaan yhdentymiseen varmaan päästäkään. Huomattavasti

Integroitu hanke (IP)	Huippuosaamisen verkosto (NoE)
<p>Vaikutus: Tulosten hyödyntäminen ongelmien ratkaisuun => lisääntynyt kilpailukyky</p> <p>Laaja eurooppalainen hankekokonaisuus, jonka osat täydentävät toisiaan. Hankkeen kokonaislaajuus voi olla kymmeniä miljoonia euroja.</p> <p>Kunnianhimoiset konkreettiset tutkimustavoitteet, selkeä tavoite ja lähestymistapa.</p> <p>EU rahoittaa osan hankkeen todellisista kokonaiskustannuksista (max. T&K-osuuksissa 50 %, demonstroinnissa 35 %).</p> <p>Kesto yleensä 3-5 vuotta.</p>	<p>Vaikutus: Integraatio, verkotetaan saman alan tutkijoita ja voimavaroja => kestävä yhteistyötä, myös EU-hankkeen jälkeen</p> <p>Tehdään asioita yhdessä, luodaan eurooppalaisia virtuaalisia osaamiskeskuksia. Verkostossa voi olla satoja tutkijoita.</p> <p>Verkosto globaalia kärkikastia, tuo alan osaamiseen jotain uutta, kokoaa hajallaan olevaa tutkimusta.</p> <p>EU myöntää integraatioon kiinteän mm. verkoston suuruudesta riippuvan rahoituksen (maksimissaan ehkäpä n. 25 % verkoston "koko arvosta")</p> <p>Kesto yleensä 5-7 vuotta.</p> <p>Verkosto voi omalla päätöksellään (ilman lisärahoitusta) ottaa uusia jäseniä ja komissio voi laajentaa verkostoa lisärahoituksella järjestämällä uusia hakuja.</p>
<p>Komission kanssa tehtävä vakiosopimus jättää paljon liikkumavaraa projektin osapuolille. Tämä lisää osallistujien valta ja vastuuta ja kasvattaa konsortiosopimuksen merkitystä.</p>	

EU:n 6PO:n uusien hankemuotojen keskeisiä piirteitä.

Euratomin 6 PO (2002-2006) – Fissio Työohjelma		
Alue	Päähaku 2003 17.12.02 – 6.5.03 ~ 67 M€	Päähaku 2004 10/03 – 4/04 ~ 54 M€ Päähaku 2005 Kevät 2005 ~ 43 M€
Management of radioactive waste - Geological disposal - Partitioning and transmutation - 78 M€	<ul style="list-style-type: none"> • Geological disposal, NoE • Actinides research, NoE • Key near-field processes, IP • Underground laboratories, IP • "PA aspects" of geolog. disposal, STREP or CA • Partitioning for transmutation or conditioning, IP • Impact of P&T on the fuel cycle, waste management and disposal, STREP or CA 	<ul style="list-style-type: none"> • Migration processes <ul style="list-style-type: none"> • Modelling of coupled thermal-hydraulic-mechanical-chemical processes • Tools for performance assessment • Transmutation <ul style="list-style-type: none"> • Concepts to produce less waste in nuclear energy generation
Radiation protection - Risks of low doses - Medical exposures and natural radiation - Protection of the environment and radioecology - Risk and emergency management - 43 M€	<ul style="list-style-type: none"> • Cellular and molecular biology of low and protracted dose, IP • Computer tomography, STREP • Other imaging techniques, CA • Protection of the environment and radioecology, STREP • Off-site emergency management, IP 	<ul style="list-style-type: none"> • Epidemiological studies <ul style="list-style-type: none"> • Epidemiology and/or radiobiology • Impact of natural and artificial sources of radiation <ul style="list-style-type: none"> • Medical uses of radiation, in particular in therapy • Radioecology • Governance of nuclear risks • Protection of the workplace
Other activities - Innovative concepts - Education and training - Safety of existing installations - 43 M€	<ul style="list-style-type: none"> • Education and training, several STREPs or CAs (eng. & safety, rad. prot., waste managem.) • Research infrastructures, STREP or CA • Prediction of irradiation damage effects on reactor components, IP • Severe accident phenomena and management, IP and/or NoE • Material test reactors, STREP or CA • Decommissioning, CA 	<ul style="list-style-type: none"> • Innovative concepts: HTR and others <ul style="list-style-type: none"> • Education and training • Software platforms (TH+core physics +fuel mechanics) • Plant life management, ageing • High-burnup and MOX fuel • Risk assessment • Knowledge management
Lisäksi jatkuva haku (7 arviointia, ~ 1,5 M€/v): Training and fellowship courses, Access to large facilities		

NoE = Network of Excellence; IP = Integrated Project; STREP = Special Targeted Research Project; CA = Co-ordinated Action

Euratomin 6PO:n fissioenergiatutkimuksen suunnitellut aihepiirit.

nykyistä laajempi tutkijaryhmien ja teollisuuden yhteistyö on kuitenkin tehokkuuden ja kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tarpeen, minkä edistämiseksi uudessa tutkimusohjelmassa otetaan aiempien rinnalle käyttöön kaksi uutta hankemuotoa integroidut hankkeet (IP) ja huippu-osaamisen verkostot (NoE). Näiden keskeisiä piirteitä on kerätty oheiseen taulukkoon. Mikäli hyviä IP- ja NoE-esityksiä osataan muodostaa, niille kohdistetaan useimmissa ohjelmissa valtaosa rahoituksesta.

Uusi fissioenergian ohjelma painottuu jätehuoltoon ja säteilysuojeluun

Ydinenergian asema EU:n sisäisissä keskusteluissa oli kuudetta puiteohjelmaa valmisteltaessa selvästi parempi kuin edellisen ohjelman tapauksessa, mutta kriittisyys fissioenergian tulevaan käyttöön näkyy silti vahvasti uuden ohjelman painotuksissa. Fissiotutkimuksen kokonaisbudjetti on hieman edellistä ohjelmaa alempi eli 190 M€, mistä hallinnollisiin menoihin kuluu n. 15 %. Uusien jäsenmaiden myötä laajuus aikanaan hieman kasvaa.

Ydinjätehuoltoon kohdistetaan kokonaisbudjetista melkein puolet eli 90 M€ ja säteilysuojeluun 50 M€. Nykyisten laitosten turvallisuuteen ja uusien fissiovoimalaitoskonseptien kehittämiseen sekä erilaisiin koulutus- ja infrastruktuurin kehittämishank-

keisiin jää yhteensä vain 50 M€. Uusien konseptien kehittämistä tuetaan myös jätehuollon alueella, jossa yhtenä osa-aiheena on vähemmän ydinjätettä tuottavien polttoainekiertojen, polttoainetyyppien ja reaktoriyppien kehittäminen. Ydinjätehuollon ja säteilysuojelun alueet sopinevat hyvin suomalaisistoille, mutta nykyisten laitosten turvallisuuteen varatun rahoituksen olennainen supistuminen rajoittaa huomattavasti useiden suomalaisryhmien mahdollisuuksia tehdä projektiehdotuksia. Oheinen taulukko esittelee tarkemmin ohjelman aihepiirit ja resurssien kohdennuksen. EU-projektien kotimainen ohjaus ja seuranta kytketään soveltuvin osin kansallisiin reaktoriturvallisuuden ja ydinjätehuollon tutkimusohjelmiin SAFIR ja KYT.

Fissioenergian tutkimusta sisältyy myös EU:n yhteisen tutkimuskeskuksen (JRC) ohjelmaan, jonka ydinenergiatoiminnan EU-kokonaisrahoitus vuosille 2002-2006 on 290 M€. Painoalueita ovat ydinjätehuolto ja ydinmateriaalin valvonta, joille kohdennetaan 2/3:aa rahoituksesta. Reaktoriturvallisuudessa JRC suuntautuu erityisesti uusien jäsenmaiden tukemiseen.

Euroopan fuusiotutkimuksessa eurooppalainen tutkimusalue ERA on jo toteutunut

Uudessakin ydinenergian puiteohjelmassa valtaosa rahoituksesta, 750 M€, osoitetaan

fuusioteknologian kehittämiseksi. Tutkimuksen pääkohde on maailmanlaajuisena yhteishankkeena tapahtuva ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) -koereaktorin lopullinen suunnittelu ja rakentamisen käynnistäminen, toivottavasti eurooppalaisella sijoituspaikalla. Lisäksi jatketaan vielä kokeita edellisen sukupolven JET-laitteistolla Englannissa, parannetaan fuusiofysiikkaa sekä kehitetään ITERissä ja sitä seuraavissa demonstraatio- ja kaupallisissa laitoksissa tarvittavaa teknologiaa, erityisesti äärimmäistä kuumuutta ja säteilyä pitkäkestäviä materiaaleja.

Suomen fuusiotutkimus on integroitu täysin eurooppalaiseen ohjelmaan ja se toteutetaan tiiviinä tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja teollisuuden yhteistyönä Teke-sin FUSION-teknologiaohjelmassa 2003-2006. Työn laajuus on n. 3,8 M€ vuodessa.

Lisätietoja:

Euratomin fissio- ja fuusio-ohjelman työohjelma:
http://www.tekes.fi/eu/fin/6po/euratom/EURATOM_-_WORK_PROGRAMME_2002-2006.DOC

Reaktoriturvallisuuden tutkimusohjelma SAFIR:
www.vtt.fi/pro/tutkimus/safir/

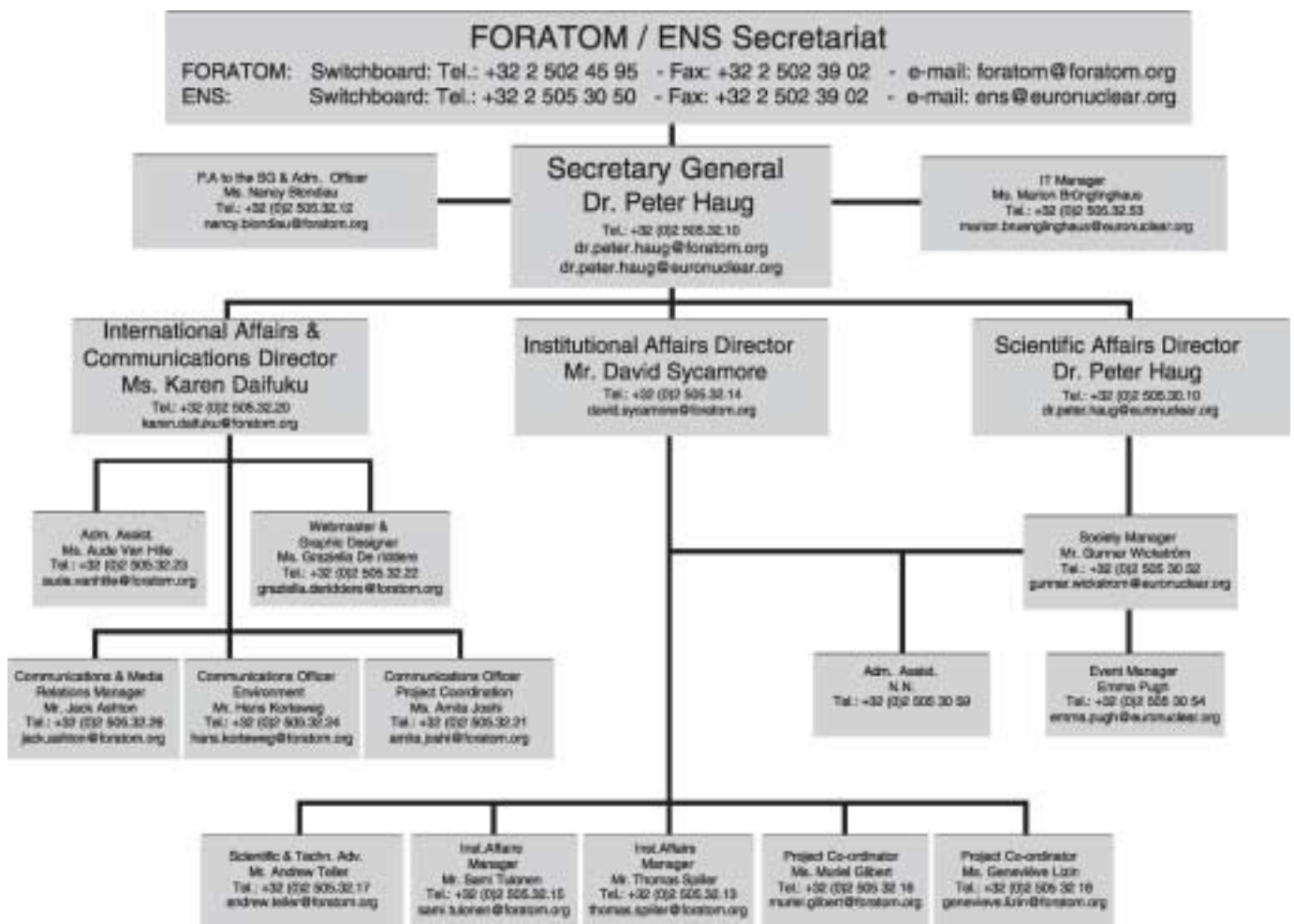
Ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT:
<http://www.vtt.fi/pro/tutkimus/kyt/index.htm>

Fusion-teknologiaohjelma:
<http://akseli.tekes.fi/Resource.php/plaza/tekes/ffusion2jatko.htm>

Tkt Lasse Mattila
on VTT:n tutkimusprofessori.
Puh. (09) 456 5001,
lasse.mattila@vtt.fi



FORATOM – *European Atomic Forum ajaa ydinvoimate*



FORATOM on eurooppalaisen ydinvoimateollisuuden edunvalvontajärjestö, jonka päätehtävänä on toimia jäsenjärjestöjensä äänitorvena Brysselissä. Järjestö on perustettu v. 1960 Pariisissa. Edunvalvonnan tehostuminen ja Euroopan integraation syveneminen aiheuttivat sen, että FORATOMin sihteeristö jalkautui jo 90-luvun alussa Brysselin EU-kortteleihin.

Teollisuuden etuja EU-instituutioissa

FORATOMin jäsenistö muodostuu viidestätoista kansallisesta eurooppalaisesta energia-alan kattojärjestöstä. Yritykset eivät ole siis suoraan järjestön jäseniä. Suomalaisyrityksistä ovat Finergyn kautta edustettuina TVO, Fortum ja ulkojäsenenä Posiva. Jäsenjärjestöistä Finergyn lisäksi mukana ovat Itävallan, Belgian, Ison-Britannian, Tsekin, Hollannin, Ranskan, Saksan, Unkarin, Italian, Slovakian, Romanian, Bulgarian, Espanjan, Ruotsin ja Sveitsin ydinenergiafoorumit. Tämän lisäksi EU-jäsenyyttä hakevista maista mm. Liettualla ja Slovenialla lienee tarkoituksena perustaa lähitulevaisuudessa kansalliset kattojärjestöt, joiden kautta maiden ydinenergia-asektorit voisivat nykyistä tehokkaammin osallistua FORATOMin toimintaan.

Sihteeristö tukee edunvalvontaa ja huolehtii viestinnästä

FORATOMin sihteeristössä työskentelee viitisentoista henkilöä. Osa heistä on ydinenergiafirmojen lähettämiä komennusmiehiä ja - naisia, osa taas suoraan Belgiasta palkattua väkeä. Organisaatio jakaantuu kahteen yhteisen pääsihteerin alaisuudessa toimivaan osastoon, edunvalvontaan ja viestintään. FORATOMin edunvalvontapuoli vastaa suhteista EU-instituutioihin, rakentaa suhdeverkostoja, muokkaa ja luo sisältöä käytettävään materiaaliin sekä pyörittää arkipäiväistä lobbausrumbaa. Edunvalvontaosasto seuraa myös poikkeuksetta paikan päällä Euroopan parlamentin täysistuntoja Strasbourgissa. Viestintäosasto puolestaan keskittyy toimittajasuhteisiin ja tuottaa lehdistötiedotteita sekä kirjallista materiaalia ydinenergiaan liittyvistä kysymyksistä.

FORATOMin sihteeristön eittämättä keskeisin tehtävä on varmistaa, että jäsenjärjestöjen ääni kuuluu kaikessa ydinenergiaan liittyvässä lainsäädäntötyössä sekä Euroopan komissiossa että Euroopan parlamentissa. Edunvalvontatoiminta on moni-

puolista vaikuttamista, joka perustuu toimiin yhteistyösuhteisiin EU-päätöksentekijöiden kanssa. FORATOMin edustajat valmistelevat taustamateriaalia päättäjien käyttöön sekä toimivat mm. erilaisissa teknisissä asiantuntijatehtävissä välittäen näin teollisuuden intressejä keskeisille päätöksentekijöille. Tiedottamisen merkitystä ei myöskään sovi väheksyä – FORATOMin sihteeristön yksi tärkeimmistä tehtävistä on muokata ja välittää ajankohtaista, käyttökelpoisessa muodossa olevaa tietoa jäsenistölleen.

Jäsenyritysten toiminta painottuu työryhmiin

Yritysten suora osallistuminen FORATOMin toimintaan näkyy parhaiten työryhmytyöskentelyssä. Työryhmät ovat arvokkaita kommunikaatiokanavia, joissa muokataan teollisuuden yhteistä viestiä mm. EU:n itälaajentumisen, ydinjätekuuljetusten, ilmastomuutoksen tai kestäväen kehityksen teemoista. FORATOM ylläpitää tarpeen vaatiessa myös väliaikaisia työryhmiä, joiden tehtävänä on auttaa sihteeristöä erityisen merkittävien lainsäädäntöhankkeiden seurannassa. Työryhmien kokouksiin kutsutaan säännönmukaisesti myös Euroopan komission ja parlamentin edustajia. Eri työryhmät kokoontuvat noin kolme-neljä kertaa vuodessa. Useimmiten kokoukset järjestetään Brysselissä, mutta erityisesti EU:n itälaajentumista käsittelevä työryhmä pyrkii vierailemaan kokouksensa yhteydessä jossakin hakijamaassa ja luomaan suhteita erityisesti paikallisten poliitikkojen ja EU-vaikuttajien välille.

EU:n itälaajeneminen muuttaa toimintaympäristöä

Tuleva EU:n itälaajentuminen muuttaa radikaalisti myös FORATOMin sihteeristön operationaalista toimintaympäristöä. Toukokuussa 2004 unioniin liittyy kymmenen uutta maata – viisi niistä ydinvoimaa käyttä-

vää – joten on varmaa, että yhteysverkoston päättäjiin joudutaan rakentamaan kokonaan uudistuneelle pohjalle. Euroopan parlamentin koko kasvaa yli sadalla edustajalla ja Euroopan komission pääosastot joutuvat totta tiliseen uudelleenjärjestelymyllerrykseen. FORATOMin sihteeristö on jo usean vuoden ajan valmistautunut tulevaan historialliseen haasteeseen. Hakijamaiden ydinenergia-asektoreiden kytkeminen yhteistyörakenteisiin on ollut ensiarvoisen tärkeää, sillä suhteiden syventäminen ja tietojen vaihto pehmentää varmuudella entisen Itä-Euroopan energiayhtiöiden sukellusta EU:n säädösviidakkoon.

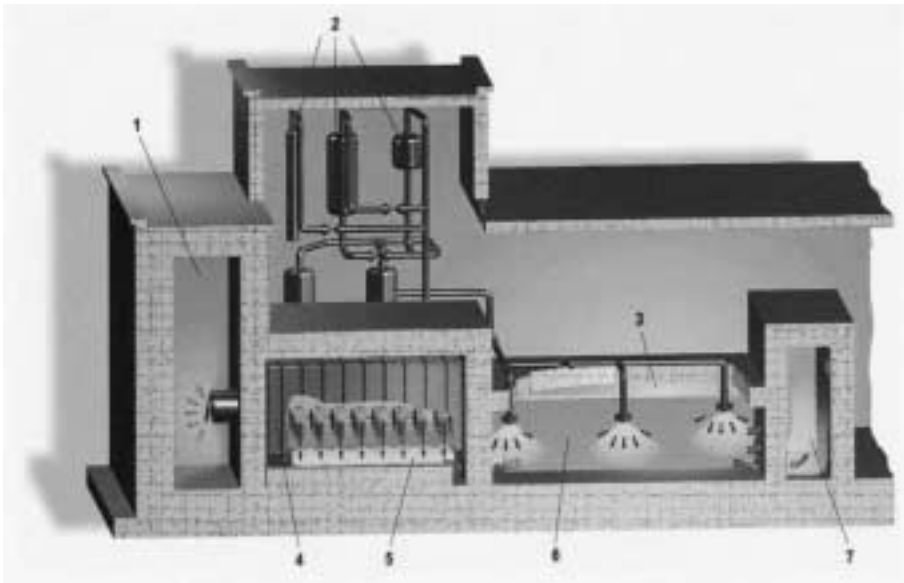
*Sami Tulonen
Manager of Institutional
Affairs, FORATOM,
edunvalvonnan koordinointi
Euroopan parlamentissa sekä
järjestön suhteiden ylläpito
EU:n hakijamaih*



Teknistieteellinen tuki *Tacis ja Phare-ydinturvallisuusohjelmille*

Tacis-ohjelma entisen Neuvostoliiton maita varten ja Phare-ohjelma itäisen Keski-Euroopan maita varten ovat toimineet vuodesta 1991 lähtien muiden EU-ohjelmien ohella projekteja määrittävinä ja kohdentavina tukimekanismeina. Yksi Tacis- ja Phare-rahoituksen painopistealue on ydinturvallisuus. Euroopan komissio on asettanut yhteensä 1112 miljoonaa euroa (Phare: 231 M € ja Tacis: 881 M €) näiden ydinturvallisuusohjelmien käyttöön 1991 - 2002. Tacis- ja Phare ydinturvallisuusohjelmien tarkoituksena on parantaa Itä-Euroopan ydinlaitosten turvallisuutta teknologian ja turvallisuuskulttuurin siirron avulla.

Tämä artikkeli sisältää katsauksen Euroopan komission yhteisen tutkimuskeskuksen (JRC) antamasta teknistieteellisestä tuesta muille komission osastoille, jotka vastaavat Tacis- ja Phare-ydinturvallisuusohjelmien suunnittelusta ja toteuttamisesta.



Erecin (Electrogorsk Research and Engineering Center) suuren mittakaavan kuplalauhduttimen koestuslaitteisto (BC V-213) paineen nousu- ja alennusjärjestelmän toiminnan simulointia varten onnettomuustilanteissa. JRC/IE on yhdessä Erecin kanssa laatinut teknisen kuvauksen muutaman valitun onnettomuustilanteen (2 höyryputken katkoa ja pieni LOCA) simulointia varten Kuola 3 & 4:lle (Tacis R2.01/99). Ensimmäiset kokeet on tarkoitus tehdä vuoden 2003 aikana.

Ohjelmien pääpaino on myötävaikuttaa Itä-Euroopan ja IVY-maiden ikääntyvien reaktorien turvallisuuden parantamiseen siirtämällä teknologiaa ja turvallisuuskulttuuria.

Euroopan komissiossa laajenemisen pääosasto (DG ELARG) vastaa Phare-projektin koko projektisyklissä. Tacis-ohjelmissa ulkosuhteiden pääosasto (DG RELEX) vastaa tuen kokonaisuohjelmoinnista ja Euro-

peAid-yhteistyötoimisto (AidCo) puolestaan tukiprojektien toteuttamisesta. Yhteinen tutkimuskeskus (JRC) toimii tukiohjelmissa pääosastojen ELARG, RELEX ja AidCo teknis-tieteellisenä neuvonantajana. Toimintaperiaatetta, jonka mukaan JRC antaa teknistä ja tieteellistä tukea yllämainituille pääosastoille, korostettiin komission Euroopan unionin neuvostolle ja Euroopan parlamentille antamassa 6.9.2000 päivätyssä IVY-

maiden ja Itä-Euroopan ydinturvallisuutta koskevassa tiedonannossa /1/.

JRC on vuodesta 1997 lähtien antanut hallinnollisten sopimusten puitteissa pääosastoille RELEX, AidCo ja ELARG teknillistä ja tieteellistä tukea Tacis- ja Phare-ydinturvaohjelmien toteuttamiselle. JRC toimii AidCo:n kanssa seuraavilla alueilla: tuki Tacis-ydinvoimalaitospaikoilla, Tacis-tekniikan turvallisuus, Tacis-ohjelman tulosten levittäminen, viranomaistuki sekä teollisen jätteenkäsittely ja käytöstäpoisto. Lisäksi toimintaa on valmisteltu Phare-ohjelman tulosten levittämisen ja Tacis-ohjelmien levittämisen jatkamisen alueella sekä Venäjän ja Ukrainan VVER-laitosten reaktoripaineastioiden haurastumisen osalta.

Tekijät

Vuosina 1997 - 2000 kolme JRC:n instituuttia osallistui tähän komission pääosastojen RELEX, Aidco ja ELARG tekniseen tukeen. Nämä instituutit olivat IE (aiemmin IAM) Pettenissä, ISIS Isprassa sekä ITU Karlsruhessa. Työnjako määräytyi tapauskohtaisesti teknisen aihepiirin perusteella. Laitospaikkatukeen liittyvien töiden suorittamista varten perustettiin neljän kokopäivätoimisen asiantuntijan ryhmä JRC:hen Petteniin vuonna 1999.

Vuodesta 2002 tukitoiminta siirrettiin kokonaan IE:lle Petteniin johtuen JRC:n ydinturvallisuusasiantuntijatoiminnan uudelleenjärjestelystä. Tällä hetkellä IE:n Tacis- ja Phare-ohjelmien teknis-tieteellisen

tuen yksikössä on yksikön päällikön lisäksi 10 korkeakoulutettua tieteellistä toimihenkilöä, joilla on mittavaa asiantuntemusta ja kokemusta ydinvoima-alan teollisuudesta, tutkimuksesta ja viranomaistoiminnasta. Lisäksi yksikössä on tällä hetkellä kolme vierailtavaa tiedemiestä, yksi Venäjältä, Ukrainasta ja Unkarista.

Tuki Tacis-ydinvoimalaitospaikoilla

JRC:n asiantuntijapalvelut 14 Tacis-laitospaikan (8 Venäjällä, 4 Ukrainassa, 1 Armeniassa ja 1 Kazahstanissa) tuen alueella sisältävät JRC:n Energiainstituutin asiantuntijoiden osallistumisen turvallisuudelle merkityksellisten laitteiden hankintamenettelyihin sekä asiantuntijavierailuja eri laitospaikoille Tacis-projektien edesauttamiseksi ja arvioimiseksi. JRC/IE suorittaa erityisesti seuraavia teknisiä tehtäviä, jotka tukevat IVY-maiden laitospaikkatuen ohjelmien toteuttamista:

- OSA-hankkeiden laitetoimituskilpailujen teknisten erittelyiden tarkastus teknisen johdonmukaisuuden, laadun ja tasapuolisuuden osalta,
- tuki tarjouskilpailujen arviointikriteerien määrittelylle ja harmonisoinnille,
- laitetoimitusten tarjouskilpailuraporttien tarkastus,
- sopimusten teknisen sisällön arviointi,
- osallistuminen laitetoimitusten tarjouskilpailujen arviointikomiteoihin,
- komission OSA-sopimuksia toteuttavien läntisten voimayhtiöiden edistymis- ja loppuraporttien arviointi,
- yleisten toimeksiantoehdojen laatiminen OSA-sopimuksia varten sekä uusien OSA-sopimusten teknisen sisällön tarkastaminen,
- yleisen käyttöturvallisuustuen tarkoituksenmukainen harmonisointi ja tulosten leviämisehdotukset toisille Tacis-laitospaikoille,
- 14 Tacis OSA-laitospaikan tukiohjelman seuranta sisältäen vierailuja laitospaikoille sekä OSA-avun toteuttajavoimayhtiön, avun saajan ja loppukäyttäjän sekä apuhankkeita monitoroivien ja koordinoivien EU-konsulttien haastatteluja,
- aiempien OSA-hankkeiden tulosten ja saavutusten evaluointi,
- osallistuminen 2+2 malliin, joka yhdistää läntiset ja itäiset osapuolet, niin voimayhtiöt kuin turvallisuusviranomaisetkin Tacis OSA-hankkeiden linjausten, toteuttamisen ja lupakäsittelyn osalta.

Kohteena olevat ydinvoimalaitokset ovat Venäjällä Balakovo, Belojarsk, Bilibino, Kalinin, Kuola, Leningrad, Novovoronezh ja Smolensk, Ukrainassa Khmel'nitski, Rovno, Etelä-Ukraina ja Zaporozhe Armeniassa Medzamor sekä Kazahstanissa Aktau. Vuoden 1999 heinäkuusta lähtien JRC on tarkastanut yli 750 teknistä spesifikaatiota sekä tarjouskilpailujen arviointikriteeristöä ja -raporttia.

Arviointimatkoja on tehty lähes kaikille kohteena oleville laitospaikoille sekä Tshernobyliin.

JRC/IE on myös osallistunut komission asiantuntijaedustajana noin 80 laitetoimitushankkeen tarjouskilpailun arviointiin. Erityisesti mainittakoon Tshernobylin teollisen jätteenkäsittelykompleksin tarjouskilpailu, joka on 40 M€ budjetillaan suurin yksittäinen Tacis-hanke. Vuonna 2002 arviointeja oli 38 ja vuoden 2003 ensimmäisten 4 kuukauden aikana jo 20. Nyt JRC on ryhtymässä suurten OSA-ohjelmassa toteutettavien laitospaikkahankkeiden (PIP) tarjouskilpailujen arviointiin. Näiden PIP-hankkeiden budjetti on keskimäärin 10 M€. Balakovon PIP-hankkeen arviointi suoritetaan toukuussa ja Medzamorin kesäkuussa 2003.

Tekninen turvallisuustuki Tacis- ja Phare-projekteissa

JRC:n antama tekninen tuki Tacis- ja Phare-tekniisissä turvallisuusprojekteissa (DS) koskee kaikkia projektinaikaisia vaiheita mukaanlukien projektien valmisteluvaihe, projektikuvauksien (PDS) ja teknisten kuvausten (TOR) alustus tai tarkastus, osallistuminen projektien arviointitoimikuntiin asiantuntijoina, projektien tekninen seuranta sekä projektien loppuraporttien katsaus ja arviointi.

TORin kirjoittaminen on muodostunut erityisen tärkeäksi, koska toteutettavien pro-

jektien tarkka määrittely tapahtuu tässä vaiheessa. Vuodesta 1997 JRC:n asiantuntijat ovat laatineet suurimman osan DS-, käytöstäpoisto- sekä jätteenkäsittelyprojektien TOR:eista yhteistyössä avunsaajien Minatomin ja Rosenergoatomin kanssa Venäjällä sekä Energoatomin kanssa Ukrainassa. Ydinvoimalaitosten primaaripiirin pääkomponenttien rakenteellinen eheys- ja lujuustarkastelu on ollut yksi tärkeimpiä aihepiirejä teknisessä turvallisuustuessa. IE on aktiivisesti ottanut osaa reaktoripaineastian (RPA) säteilyhaurastumis- ja määräaikaistarkastuselvytyksiin. IE on esittänyt yhteensä 4 julkaisua tästä Tacis-aihepiiristä venäläisille ja ukrainalaisille asiantuntijoille ZNIIMK Prometeyn perinteisessä kesäkonferenssissa vuonna 2000 /2,3/ ja 2002 /4,5/. Samasta aiheesta pidettiin esitelmä Icone 11-konferenssissa Japanissa tämän vuoden huhtikuussa /6/.

VVER-laitosten säteilyhaurastumisongelma on ollut yhteinen keskustelunaihe venäläisten ja ukrainalaisten asiantuntijoiden kanssa kartoittaessa uusia Tacis-projektiaiheita ongelmien selvittämiseksi. Kaksi uutta Tareg-projektia (Tacis regional), 2.01/00 ja 2.02/00 "Validation of neutron embrittlement for VVER 1000 & 440/213 RPVs" ovat aktiivisessa valmisteluvaiheessa. Nämä projektit ovat kiinteästi kytkettyinä toisiinsa ja ne tulee toteuttaa rinnakkain Venäjällä ja Ukrainassa hyvin läheisessä yhteistyössä. Toisen projektin tulokset pitää integroida toisen ohjelman RPA:n eheystarkasteluun.

Näiden kaksosprojektien tarkoituksena on VVER-laitosten RPA:n surveillance-ohjelmien datapankin ja neutroniannosarvioiden parantaminen; surveillance-ohjelmien isku- ja murtumissitkeystulosten analysointi ja testattujen koesauvojen rekonstruointi ja uudelleentestaus sekä Suomessa VTT:llä kehitetyn murtumissitkeysjärjestyksen, "Master Curve Approach", tarkistaminen; murtumissitkeysikäyrän muodon validointi venäläisellä RPA-teräksellä sekä RPA:n pinnoitteen karakterisointi; sekä RPA:n uudistettu haurasmurtuma-analyysi valituille käyttötapauksille ja transienteille käyttäen uusia menetelmiä ja laskentaohjelmia.

JRC osallistuu Tacis-ohjelmien suunnittelu- ja toteutuskokouksiin. Lisäksi JRC varmistaa Tacis-projektien teknisen seurannan AidColle. Esimerkkinä tämän tyyppisestä seurannasta mainittakoon, että JRC arvioi venäläisten tutkimusinstituuttien ZNIIT-MASH, ZKTI ja Izorskyn toteuttamat koekelliset materiaalitestaushjelmat hiljattain

Tacis- ja Phare ydinturvallisuusohjelmat kohdentuvat seuraaville osa-alueille:

- tuki laitospaikoilla ja käyttöturvallisuus (on-site assistance – OSA)
- tekninen turvallisuus (Design Safety – DS)
- turvallisuusviranomaiset ja niiden tekniset tukiorganisaatiot
- ydinjätehuolto
- valmiustoiminta
- ydinmateriaalien valvonta
- Tshernobylin käytöstäpoisto ja sarkofagi.

päättäneen Tacis R 2.09/96 -projektin ”LBB (Leak Before Break) applicability review and basic implementation for VVER 1000/320” aikana. Projektikonsortion (Ansaldo Nucleare, Empresarios Agrupados ja Gidropress) suorittamat LBB-analyysit arvioitiin ja In-Service Inspection (ISI) sekä Leak Detection System (LDS) -järjestelmien toimivuuden arviointi Balakovo 2:lla tarkasteltiin. Projektin tuloksena todettiin, etteivät nykyinen ISI-ohjelma tai LDS-järjestelmä täytä LBB-vaatimuksia ilman parannuksia kyseisellä laitoksella. LBB-kriteerit täyttyvät hyvin murtumisanalyysien tulosten perusteella primaaripiirin putkistoille. Paineistinjärjestelmän putkistoille (Surge Line) tulisi kuitenkin asettaa herkemmat LDS-laitteet koska LBB-analyysien perusteella 1,9 l/min vuoto tulee havaita ja paikallistaa tunnin sisällä vuodon alusta.

Edelleen JRC arvioi valittujen Tacis-projektien tekniset loppuraportit. Näistä mainittakoon tärkein, viime vuonna päättäneen Tacis projektin R 2.06/96 ”Surveillance Program for VVER 1000” arviointi. JRC:n arvioinnin perusteella projekti oli tuloksekas ja ”VVER 1000 surveillance”-ohjelmassa todettuja vakavia puutteita pystyttiin selvittämään. Surveillance-koesauvojen lämpötila ja neutronivuo käytön aikana pystyttiin mittaamaan luotettavasti. Lisäksi Kurtshatov-instituutille (RRCKI) hankittiin hitsauslaite, joka asennettiin laboratorion kuumakammioon. Laitteen avulla voitiin rekonstruoida testattuja surveillance-koesauvoja ja testata niitä uudestaan. Tämä mahdollisti riittävän koesauvamäärän käytön luotettavan murtumissitkeysikäyrän määrittämiseksi standardin mukaisesti. Uutta menetelmää voidaan nyt soveltaa kaikilla Venäjän VVER-laitoksilla. Tämä menetelmä

on ensimmäisenä otettu käyttöön Suomessa VTT:llä noin 15 vuotta sitten.

Tacis-hankkeiden tulosten levittäminen

Tacis-hankkeiden tulosten levittäminen kuuluu Venäjän Tacis-ohjelmaan. Tulosten levittämisestä on jo toteutettu jo ensimmäinen Tacis-ohjelma, R 8.01/97 ”Dokumenttien editointi, käännös sekä tulosten levittäminen”. Hankkeen tarkoituksena on vahvistaa ja tehostaa informaation levittämistä ydinturvallisuuteen liittyvistä Tacis-hankkeista Venäjän ja muiden NIS-maiden sekä EU:n eri organisaatioille. Tämän projektin aikana on toteutettu seuraavat tehtävät:

- noin 500 Tacis-hankkeen PDS:n (Project description sheet = Projektin kuvaus) alustus ja editointi,
- yhteenvetoraportin, lehdistöjulkaisun sekä workshop-esitelmän alustus ja editointi 15 valitulle Tacis-ydinturvallisuusprojektille,
- JRC:n web-sivun avaaminen (<http://sic-www.jrc.nl/tp/index.html>). Tämä sivu sisältää Tacis-avaussivun, Tacis-hankkeiden PDS:t sekä yllämainitut yhteenvetoraportit, lehdistöjulkaisut ja workshop-esitelmät venäjäksi ja englanniksi,
- seminaarin järjestäminen Moskovassa 4. - 5. kesäkuuta 2002. Noin 130 asiantuntijaa, pääasiassa venäläisiltä ydinvoimalaitoksilta, suunnitteluinstituuteista, viranomaisista sekä Tacis-sopimusosapuolista osallistui tulosten levittämisseminariin,
- CD-ROMin julkaiseminen informaation levittämiseksi venäjäksi ja englanniksi niille, joilla ei ole Internet-yhteyksiä. Tämä CD-ROM sisältää yllämainitut PDS:t sekä yhteenvetoraportit, lehdistöjulkaisut ja workshop-esitelmät,

• Tacis-ydinturvallisuushankkeiden lopullisten teknisten raporttien siirron JRC/IE:lla hanketta varten avattuun arkistoon.

VNIIAES osallistui tulosten levittämishankkeeseen venäläisten alihankkijana. JRC/IE teki ensin ehdotuksen hankkeeseen valittavista 15 projektista ja keskusteli sekä sopi lopullisesti niiden valinnasta kaikkien osapuolten kanssa (REA, AidCo, JMU ja VNIIAES). Venäläiset asiantuntijat osallistuivat yhteenvetoraporttien alustukseen sekä esittivät tulokset Moskovan seminaarissa.

Viranomaisapuhankkeet

JRC:n Tacis-viranomaisapuhankkeille antama tekninen tuki liittyy seuraaviin projektien elinkaaren olennaisiin osiin: projektikuvausten ja toimeksiantoehojen tarkastus ja kommentointi sekä projektien toimeenpanon tekninen seuranta ja arviointi.

Projektien ohjelmoinnista ja toimeenpanosta vastaavat komission pääosastot RELEX ja AidCo järjestävät säännöllisesti näiden hankkeiden suunnittelua ja toimeenpanoa koskevia kokouksia unionin jäsenvaltioiden ja avunsaajamaiden ydinturvallisuusviranomaisten kanssa. JRC:n asiantuntijat osallistuvat näihin kokouksiin ja antavat tarpeen mukaan muuta teknistä tukea näille pääosastoille. JRC esimerkiksi kommentoi viimeisimpään Tacis 2003 -ohjelmaan ehdotettujen projektien kuvauksia ja osallistui niitä koskeviin neuvotteluihin Venäjän ja Ukrainan viranomaisten kanssa helmikuussa 2003.

Yhteenvedo

Yllä mainituilla toiminnoilla JRC/IE avustaa ja tukee EC:n DG AidCoa, DG RELEX:ää sekä DG ELARG:ia Tacis/Phare-ydinturvallisuusohjelmien kaikissa vaiheissa projektivalmisteluista projektien loppuun asti. JRC/IE myös arvioi yksittäisten projektien tulokset projektien avunsaajille.

ARTIKKELIN KIRJOITTAJAT:

DI Ralf Ahlstrand, Scientific Officer
(ahlstrand@jrc.nl, puh. +31 224 56 5430)

DI Heikki Aulamo, Scientific Officer
(aulamo@jrc.nl, puh. +31 224 56 5061)

Dr. Michel Bièth, Head of Unit
(Michel.Bieth@cec.eu.int, puh. +31 224 56 5430)
JRC/IE,
Technical and Scientific Support to Tacis/Phare

Viitteet

- [1] Euroopan yhteisöjen komissio, Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille, Komission tuki uusille itsenäisille valtioille sekä Keski- ja Itä-Euroopan maille ydinturvallisuuden alalla Bryssel, 6.9.2000, KOM(2000) 493 lopullinen.
- [2] M. Bièth, L. Debarberis, A. Kryukov, R. Rousseau, F. Sevinci, European Commission, JRC Petten, The Netherlands – ”Materials Ageing Activities Related to the Tacis and Phare Programmes” - Sixth International Conference on Materials Issues in Design, Manufacturing and Operation of Nuclear Power Plants Equipment, St Petersburg, 19-23 June 2000.
- [3] M. Bièth, J. L. Monjaret, European Commission JRC Petten, The Netherlands – ”Non Destructive Testing Activities Related to the Tacis and Phare Programmes” - Sixth International Conference on Materials Issues in Design, Manufacturing and Operation of Nuclear Power Plants Equipment, St Petersburg, 19-23 June 2000.
- [4] C. Rieg, R. Ahlstrand, M. Bièth, European Commission JRC Petten, The Netherlands – ”Validation of Neutron Embrittlement for VVER 1000 & 440/213 RPVs with emphasis on Integrity Assessment” - Seventh International Conference on Materials Issues in Design, Manufacturing and Operation of Nuclear Power Plants Equipment, St Petersburg, 17-21 June 2002.
- [5] C. Rieg, R. Ahlstrand, M. Bièth, European Commission JRC Petten, The Netherlands – ”Neutron Embrittlement of VVER 1000 & 440/213 RPVs: Learning from Tacis projects on RPV Integrity” - Seventh International Conference on Materials Issues in Design, Manufacturing and Operation of Nuclear Power Plants Equipment, St Petersburg, 17-21 June 2002.
- [6] R. Ahlstrand, M. Bièth, C. Rieg, European Commission JRC Petten, The Netherlands – ”Neutron Embrittlement of VVER Reactor Pressure Vessels” - Eleventh International Conference on Nuclear Engineering, Tokyo, 20-23 April 2003.

Activities of the OECD Nuclear Energy Agency

The Nuclear Energy Agency's joint projects and information exchange programmes enable interested countries to pursue research, scientific inter-comparison exercises or share data with respect to particular areas or problems. The projects are carried out under the auspices, and with the support, of the NEA secretariat, but the participants cover all the costs. Such projects, primarily in the areas of nuclear safety and waste management, are one of the NEA's major strengths.

Hereunder is given an overview of the current joint projects and information exchange programmes in a nutshell.

A classical example of the NEA joint-projects is the Halden Reactor project (HRP) which was established in 1958 and entered a new three-year period in January 2003, which will last until end of 2005. Approximately 100 organisations from seventeen countries participate in the Project. Key fuel/materials results include fuel performance and properties in the high burn-up range, comparative corrosion behaviour of Zircaloy and Niobium based alloys and the cracking of structural PWR and BWR materials at high neutron doses and in a variety of chemistry conditions. The fuel programme also addresses the response of high burn-up fuel to a loss-of-coolant transient. In the Man-machine area, key programme items include activities in human factor and control room engineering, in plant performance monitoring and optimisation and in system (and software) safety and reliability. The countries participating are: Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Japan, Norway, Republic of Korea, Russia, Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom and United States.

The CABRI Water Loop Project is investigating the ability of high burn-up fuel to

withstand the sharp power peaks that can occur in power reactors due to rapid reactivity insertion in the core (RIA accidents).

The programme consists of 12 experiments to be performed with fuel retrieved from power reactors and re-fabricated to suitable length. The first two tests (in former sodium loop) were carried out with high burn-up fuel having Zirconium-Niobium cladding material.

Fuel of Spanish and French origin, respectively with ZIRLO and M5 cladding, and with burn-up in excess of 70 MWd/kg, was subjected to a ~100 cal/g energy injection during the transients. While for the M5 cladding there is clear evidence that the fuel did not fail, the outcome of the ZIRLO cladding is still being evaluated through post-test examinations.

Preparations have been made for the water loop design and related instrumentation. It will take approximately three years to have the water loop in place. In the meantime, there will be considerable experimental work involving non-destructive and destructive examinations of the two test fuel rods, as well as extensive analyses and data interpretation. The participating countries are: Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary (Umbrella Agreement only), Republic of Korea (Bilateral Agreement in progress), Spain, Slovak Republic, Sweden, Switzerland, United Kingdom and United States.

The MASCA Project is devised to investigate in-vessel core melt phenomena. In particular, it addresses the influence of the chemical composition of the molten corium on the heat transfer to the pressure vessel environment by investigating stratification phenomena of the molten pool and the partitioning of fission products within the different layers of the melt. The experimental programme has revealed that the melt can stratify in different manners depending on conditions, in particular on melt composition. This has important consequences on fission product partitioning and thus on the heat load on the vessel. The participating countries are: Belgium, Canada, Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary, Italy, Japan, Netherlands, Republic of Korea, Russia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom and United States.

The Melt Coolability and Concrete Interaction (MCCI) Project is to provide experimental data on relevant severe accident phenomena and to resolve two important accident management issues. The first one concerns the verification that the molten debris that has spread on the base of the containment, can be stabilised and cooled by water flooding from the top. The second issue concerns the two-dimensional, long-term interaction of the molten mass with the concrete structure of the containment, as the kinetics of such interaction is essential for as-

Activities of the OECD Nuclear Energy Agency

assessment of the consequences of a severe accident. The programme utilises the unique expertise and infrastructure that have been developed at Argonne National Laboratories (ANL), USA, insofar as conducting large scale, high temperature reactor materials experiments. The participating countries are: Belgium, Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary, Japan, Republic of Korea, Norway, Spain, Sweden, Switzerland and United States.

The SETH Project covers two aspects of accident management, countermeasures for two types of accidents in PWR's to be investigated at the PKL/Framatome-ANP facility in Erlangen (D) and gas flow distributions relevant for reactor containments (with focus on simulated hydrogen distribution) to be done at the PANDA facility (CH). The Framatome/PKL tests investigate boron dilution accidents that can occur in a LOCA sequence or during mid-loop operation (shutdown conditions). In particular, the first category of tests verifies if conditions can arise for core reactivity insertion due to boron dilution during a small-break LOCA and with natural circulation restart. The second test series is to assess boron dilution that can occur as a consequence of loss of heat removal in mid-loop operation conditions. Four tests have been carried out as contemplated in the programme. They indicated that boron dilution could occur under some conditions. In light of the potential for boron dilution occurring in LOCA sequences, assessments are being made as to the need to continue PKL tests beyond the scope of the current project Agreement. The PSI/PANDA experiments are to provide data on containment three-dimensional gas flow and distribution issues that are important for code prediction capability improvements, accident management and design of mitigating measures. The experiments aim also to provide data suitable for the improvement and validation of safety analysis codes. The participating countries are: Belgium, Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary, Italy, Japan, Republic

of Korea, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom and United States.

The objective of the recently initiated PSB-VVER Project is to provide additional experimental data relevant for the validation of safety codes in the field of VVER-1000 thermal-hydraulics. The intended project work scope consists of totally five PSB-VVER experiments addressing: Scaling effects; Natural circulation; Small cold leg break LOCA; Primary to secondary leak and 100% double-ended cold leg break (indicative, actual size to be agreed upon). Extensive pre- and post-test analyses are to accompany the experimental programme throughout the entire experimental series. The five experiments and the related analytical work are to be carried out during a time period of four years. The participating countries are: Czech Republic, Finland, France, Germany (to be confirmed), Italy (intended), Russia and United States.

The International Common Cause Data Exchange (ICDE) project is underway as including complete, partial and incipient common cause failures (CCF). The project currently covers the key components of the main safety systems, like centrifugal pumps, diesel generators, motor operated valves, power operated relief valves, safety relief valves, check valves, reactor protection system circuit breakers, batteries and transmitters. These components have been selected because several probabilistic safety assessments have identified them as major risk contributors in case of common cause failures. Qualitative insights from data will help reduce the number of CCF events that are risk contributors. Reports have been earlier produced for pumps, diesel generators, and motor operated valves. Now, a report on safety and relief valves. Draft reports have been recently produced for check valves and for batteries. Data collection is ongoing for batteries and preparatory work for switchgear & breakers and reactor protection system component data collections is ongoing. The participating countries are:

Canada, Finland, France, Germany, Japan, Korea, Spain, Sweden, Switzerland, the United Kingdom and the United States.

The OECD Piping Failure database (OPDE) started in May 2002 with 11 countries. It is run similarly to the ICDE project. It will collect quality-controlled information on piping failure and will be detailed enough to fulfil needs for various applications (PRA, mechanical engineering, etc.). The first phase of the project or trial period started in May 2002 and was completed in February 2003 with organizational matters in each country solved and the first set of data delivered to the clearinghouse. The first version of the database has been delivered to participants in May 2003. The participating countries are: Belgium, Canada, Czech Republic, Finland, France, Germany, Japan, Republic of Korea, Spain, Sweden, Switzerland and United States.

The OECD Fire Incident Records Exchange (OECD-FIRE) Project has been initiated in 2001. Eight countries (Czech Republic, France, Finland, Germany, Japan, Sweden, Switzerland and the US) have formally joined the project. The first meeting was held in January 2003 in Cadarache, France.

A new proposal is under consideration in the area of analysis of operating experience from Computer-Based Systems Important to Safety (COMPSIS) to draw qualitative conclusions and form a basis for quantitative methods. The proposal will be discussed in June 2003.

The Thermochemical Database (TDB) project aims at making available a comprehensive, internally consistent and quality-assured chemical thermodynamic database of selected chemical elements in order to meet the specialised modelling requirements for the performance assessments of radioactive waste disposal systems. The participating countries are: Australia, Belgium, Czech Republic, Finland, France,

Germany, Japan, Sweden, Switzerland, Spain, UK and USA.

The Co-operative programme for the exchange of scientific and technical information concerning nuclear installation decommissioning projects (CPD) was set up in 1985. In 2002, 39 decommissioning projects from organisations representing 13 countries (Belgium, Canada, Chinese Taipei, Estonia, France, Germany, Italy, Japan, Korea, Slovak Republic, Spain, United Kingdom, United States) were participating in the CPD. Objectives of the CPD are:

- to promote the exchange of information in the areas of planning, safety, technology, economics, project management and other issues related to decommissioning projects;
- to identify good/best practices and generic problems/solutions in decommissioning in order to optimise decommissioning strategies; and
- upon request, to support work on decommissioning by other NEA bodies through the provision of practical decommissioning experience.

The Sorption Project was set up to promote understanding of sorption phenomena in radionuclide migration in order to reduce uncertainties and increase confidence in performance assessment for radioactive waste repositories. The first phase operated from 1997 to 1998 to investigate the potential of mechanistic sorption models and to identify the advances that have been made in the field of sorption modelling. The second phase of this programme has taken the form of a “benchmarking” exercise for the different modelling approaches in use by the various organisations. The overall aim is to interpret selected and well-characterised data sets for sorption onto complex materials using several different modelling approaches. Sorption II started in September 2000 and is scheduled to finish in 2003. The participating countries are: Australia, Belgium, Czech Republic, Finland, France, Germany, Japan, Spain, Switzerland, UK and USA.

The Information System on Occupational Exposure (ISOE) is a network for the exchange of data and information on nuclear power plant occupational exposure, and is co-sponsored by the IAEA. The work involves the operation and maintenance of a series of databases, and the study of the practical aspects of occupational exposure control in order to identify and analyse trends, to perform and analyse benchmarking comparisons, to promote experience and information exchange, and to highlight good practice. The ISOE was established in 1992, and current mandate is until December 2003. The participating countries are: Armenia, Belgium, Brazil, Bulgaria, Canada, China, Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary, Italy, Japan, Korea, Lithuania, Mexico, Netherlands, Romania, Russian Federation, Slovakia, Slovenia, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, Ukraine, United Kingdom and United States.

The International Advisory Group for the Jules Horowitz Reactor Project has been created. The Jules Horowitz Reactor is intended to be an international, user-oriented facility for decades ahead. It is needed because operating materials test reactors in Europe are approaching lifetimes of 40-50 years. The overall objectives of the IAG are to:

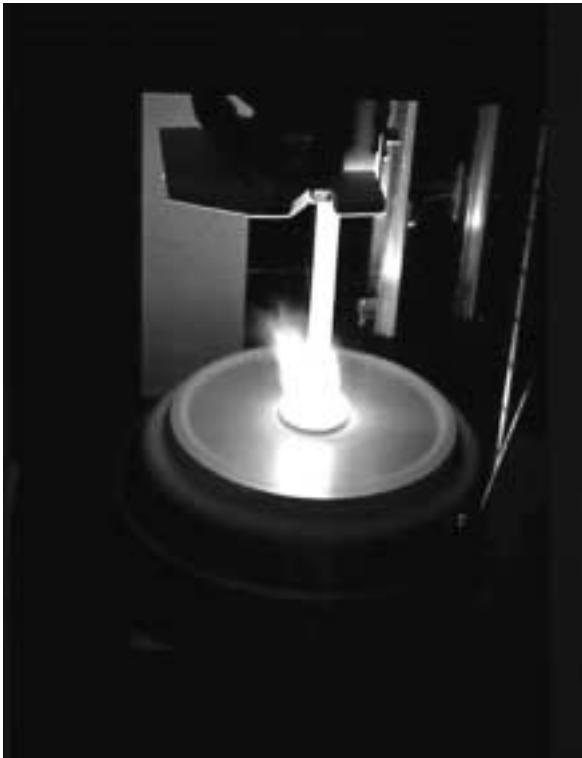
- **Support the establishment of the Jules Horowitz Reactor as an international R&D infrastructure project, dedicated to meet future nuclear industry needs that may arise in the area of nuclear fuels and materials testing in the future.**
- **Assist the JHR Project by monitoring the progress of work from an international perspective in the detailed design phase (2003-2005), continuing such functions in the development phase (2005-2007) and the construction phase (2006-2013) and in successive operating programme periods (each lasting typically 3 years).**

Timo Haapalehto
Administrator
OECD Nuclear Energy
Agency, France
Tel. +33-1 45 24 10 67
timo.haapalehto@oecd.org



Pekka Pyy,
Administrator
OECD Nuclear Energy Agency, France
Tel. +33-1 45 24 10 54
pekka.pyy@oecd.org

Ydintekniikan tutkimuksen suuntaviivoja Ranskassa



CEA Cadarache Vulcanon koelaitteistolla tutkitaan Coriumin käyttäytymistä.

Ranskan parlamentissa on kevään mittaan käyty laajaa energiapoliittista keskustelua. Keskustelun tavoitteisiin on keskeisesti kuulunut julkisuus, jolla on pyritty tuomaan keskustelu mahdollisimman lähelle kansalaisia ja suomaan laajoille kansalaispiireille osallistumismahdollisuus. Tavoitteena on asettaa suuntaviivat energiapolitiikan hoidolle seuraaviksi 30 vuodeksi ja saada yhteiskunta sitoutumaan näihin tavoitteisiin. Hallitus tekee myöhemmin kesällä parlamentille lakiesityksen energiapolitiikan pitkän aikavälin suuntaviivoista, minkä jälkeen hallitus ja energiayhtiöt voivat toimia näiden puitteiden rajoissa investointipäätöksiä tehdessään.

Ydinvoiman osuus Ranskan sähkön-
tuotannosta on yli 75 %. Commissariat à l'Énergie Atomique CEA on vuodesta 1945 saakka vastannut perustutkimuksesta Ranskassa. CEA kuvaa sille asetettuja tehtäviä seuraavasti: kilpailukykyisen ja ympäristöystävällisen energiantuotannon kehittäminen, sotilaallisen puolustuskyvyn ylläpito, teknisen tutkimustyön tekeminen teollisuuden tarpeisiin ja tieteellisen tiedon tuottaminen. On siis aivan luonnollista, että energiadebatti pakottaa myös CEA:n katsomaan omalla sarallaan kauas tulevaisuuteen. Seuraava teksti perustuukin CEA:n asiaa käsittelevään materiaaliin. Katsauksessa käsitellään myös lyhyesti CEA:n roolia nykyisten laitojen suunnittelussa ja kehittämisessä.

Alkanut vuosisata johtaa maailman energijärjestelmien uuteen muotoutumiseen

kaasu- ja öljyvarojen odotettavissa olevan niukkuuden ja energian saatavuuden paremman globaalin jakautumisen välttämättömyyden ja ympäristöpaineiden seurauksena. Ydinvoiman uskotaan löytävän paikkansa tässä uudessa tasapainossa. Hyödynnettävissä olevat uraani- ja toriumvarat ovat mitattavia ja riittävät uuden tekniikan avulla joka tapauksessa tuhansiksi vuosiksi. Ne eivät ole geopolittisesti keskittyneet harvoille alueille eikä ydinvoimantuotanto vaaranna ilmakehän hiilidioksiditasapainoa.

Jatkuvaa kehitystä ja teknologisia murroksia

Polttoainesyklin rajoitukset määrittivät myös Ranskan ensimmäisen laitossukupolven. Välttämättömyys käyttää luonnonurania polttoaineena ja yhteys puolustussovel-

luksiin johti grafiittihidasteisiin kaasujäähdytteisiin laitoksiin. Ensimmäiset kolme laitosta rakennettiin plutoniumin tuotantoa varten, mutta kuusi muuta varsinaiseen sähköntuotantoon. CEA:n rooli näiden laitosten kehittäjänä oli aivan keskeinen. Vaikeudet kasvattaa laitosten yksikkökokoja ja kehittää niiden turvallisuutta ja kevytvesireaktoreiden aiheuttama taloudellinen kilpailu tekevät näistä laitoksista välivaiheen ydinvoiman kehittämisessä Ranskassa.

Polttoainesyklin kehittäminen, jossa Ranska alusta alkaen valitsi jälleenkäsitteilyn, avasi tien toiselle sukupolvelle eli kevytvesilaitosten rakentamiselle. Ranska turvautui Westinghousen lisenssiin, jonka varassa pääosa nykyisistä tuotantolaitoksista rakennettiin. CEA:n tehtäviin kuului Framatomen kanssa yhteistyössä teknologian hallinnan progressiivinen siirtäminen omiin kä-

siin, ja N4-sarjan laitokset onkin rakennettu kokonaan ilman lisensejä.

Pyrkimys luonnonvarojen säästämiseen ja tavoite toksisen jätekertymän pienentämiseksi johti alusta alkaen myös hyötöreaktorien kehittämiseen. Phénix käynnistyi Marcoulessa 1973 ja tuotantokäyttöön tähännynt Super Phénix 1985. Viimeaikaisesta kehityksestä huolimatta nopeat reaktorit eivät ole tulevaisuuden näkökulmasta mitenkään menettäneet merkitystään, kuten jäljempänä tässä artikkelissa selvitetään.

Käytössä olevat laitokset ovat näitä toisen sukupolven laitoksia. Kuten tunnettua ne ovat kevytvesilaitoksia ja siis käyttävät hidastimena vettä. Kevytvesilaitosten osuus toimivista ydinlaitoksista on noin 85 % ja teollisen perinteensä (Westinghouse) mukaisesti ranskalaiset laitokset ovat painevesilaitoksia. Teollisen rakentamisen kiihdyttimenä toimi Ranskan tarve alentaa riippuvuuttaan tuontipolttoaineesta vuoden 1973 energiakriisin seurauksena.

Kohti yhä parempia laitoksia

Kevytvesilaitokset ovat osoittautuneet vuosien varrella sekä taloudellisiksi että ympäristöystävällisiksi (yhteensä maailmassa > 10.000 käyttövuotta) ja kyseessä on kypsässä vaiheessa olevaa teknologiaa. Näille laitoksille on myös ominaista erittäin hyvä turvallisuustaso.

Three Miles Islandin onnettomuus 1979 ei aiheuttanut vakavaa ympäristöpäästöä, vaikka johtikin sydämen vaurioitumiseen. Onnettomuus siirsi tutkimuksen painopistettä turvavallisuuskysymyksiin. Inhimillisen tekijän vaikutuksiin on kiinnitetty aikaisempaa enemmän huomiota, ja laitosten ajorjestelmiä on kehitetty ja progressiivisesti otettu huomioon todennäköisyyslaskentaan perustuvia turvallisuusnäkökohtia. Saatua oppia on siirretty olemassa oleviin laitoksiin. Laitosten käytettävyyden ja niiden eliniän pidentämisen eteen on tehty myös paljon työtä – tavoitteena pitää kWh niin kilpailukykyisenä kuin suinkin mahdollista.

Kolmannen sukupolven laitosten kehittämisen tavoitteita ovat laitoshenkilökunnan saaman vuosittaisen säteilyannoksen pienentäminen, hätäjärjestelmien tarkka suunnittelu turvalliseen tilaan palaamisen hallitsemiseksi tapahtuman jälkeen, sydämen sulamisen todennäköisyyden alentaminen ja vakavan onnettomuuden ulkoisten vaikutusten minimoiminen.

Ranskalais-saksalaisen reaktorin EPR:n kehittämiseksi yhteistyössä Framatome ANP:n kanssa CEA:lla on merkittävä osuus. Asetut tavoitteet tähtäävät turvallisuustason parantamiseen noin yhden dekadin verran. Mahdolliset onnettomuuden aiheuttajat on pyritty konstruktiossa eliminoimaan ja turvajärjestelmien toimivuutta ja luotettavuutta on parannettu.

Oman kehityspennistuksensa ovat ansainneet onnettomuuden seuraamusten rajoittamiseen tarkoitettujen järjestelmien kehittäminen. Tällaisia ovat vedyn rekombinaattorit, kaksiseinäminen reaktorirakennus ja seuraavassa käsiteltävä sulan sydämen hallintajärjestelmä.

Pahin mahdollinen oletamus on sydämen jäädytyksen täydellinen menetys, joka voi johtaa polttoainesauvojen tuhoutumiseen ja muodostaa reaktoriastian pohjalle sulan sydänmassan, koriumin. Korium voi periaatteessa läpäistä astian pohjan ja johtaa massan valumisen reaktorirakennuksen lattialle.

Ilmiön selvittämiseen ja seuraamusten hallintajärjestelmien kehittämiseen CEA on toteuttanut laajan tutkimusohjelman koriumin ominaisuuksien ja käyttäytymisen selvittämiseksi. Selvitysten tarkoituksena on ollut koriumin jäädyttämisen hallitseminen kaikissa olosuhteissa ja sen pitkän aikavälin säilyttämisen turvaaminen. Tähän käyttötarkoitukseen on käytetty sitä varten rakennettua uunia, joka kykenee tuottamaan 3000 °C lämpötilan. Sattuvasti uunia kutsutaankin nimellä Vulcano.

CEA:n tutkijat ovat työskennelleet turvarakennuksen kehittämisen parissa ja radioaktiivisten päästöjen estämiseksi. Vedyn kehittymisen ja kulkeutumisen selvittämiseksi ja räjähdysriskien olosuhteiden synnyn selvittämiseksi on ollut suuri merkitys. Näiden selvitysten perusteella on kehitetty järjestelmä reaktorirakennuksen paineen alentamista varten ja vedyn rekombinoimiseksi reaktorirakennuksen eheyden takaamiseksi.

1900-luvun loppupuoli ei tuonut tullessaan laajamittaista ydinvoiman rakennusohjelmaa maailmassa. Ranskassa katsotaan kuitenkin, että tämänkin artikkelin alussa todetut perusasiat ovat pysyneet ennallaan. Etupäässä 70- ja 80-luvuilla rakennettu ydinvoimaohjelma vastasi aikakauden haasteisiin ja voimat toimivat turvallisesti ja taloudellisesti vielä pitkään. Tämä ohjelma ei vastaa tulevaisuuden kysymyksiin.

Lähitulevaisuuden kysymyksiin on vastaus valmiina. EPR on rakennusvalmis, menneen kokemuksen hyödyntävä ja uuden entistäkin tiukemman turvallisuuskulttuurin mukainen laitos. Kevään energiadebatin jälkeen voidaan odottaa laitosta koskevia teollisia ratkaisuja. Lähitulevaisuus on siis valmiiksi viitoitettu eurooppalaisen yhteistyön puitteissa.

Kohti neljättä sukupolvea

Neljännän sukupolven kehittämiseen osallistuu 10 maata, jotka ovat tunnistaneeet ydinvoiman merkityksen yhtenä merkittävistä energialähteistä etsittäessä ratkaisua tuleviin energiatarpeisiin. Nämä maat ovat: Argentiina, Brasilia, Etelä-Afrikka, Etelä-Korea, Iso-Britannia, Japani, Kanada, Ranska, Sveitsi ja Yhdysvallat. Nämä maat ovat yhdessä sitoutuneet ylläpitämään tutkimusohjelmia, jotka tähtäävät neljännän sukupolven käyttöön ottoon joskus 2030-luvulla.

Kehitysohjelman keskeiset tavoitteet ovat kestävä kehityksen mukaisten ratkaisujen löytäminen, taloudellisuus, turvallisuus ja luotettavuus sekä laitosten huono soveltuvuus aseteknologian kehitysalustaksi ja niiden hyvä suojausmahdollisuus ulkoisia aggressioita vastaan. Työssä on edetty jo kolmen etapin verran:

- ehdotettujen laitoskonseptien arviointi osallistujien toimesta (2001-2003)
- kehityksen kohteeksi tulevien konseptien valinta (toukokuu 2002)
- tarvittavien teknologioiden kehityssuunnitelmien laatiminen kansainvälisen työn pohjaksi (lokakuu 2003).

Ryhmän ensimmäiseen työvaiheeseen on osallistunut noin 100 tutkijaa ja insinööriä. Neljännän sukupolven laitosten kehittämiseksi ei riitä pelkkä laitosten kehittäminen prototyyppitasolla ja niiden teollisten sovelusten luominen, vaan tehtävä edellyttää myös koko polttoaineketjun luomista näiden uusien tarpeiden mukaisesti.

Kehitystyön kohteeksi on valittu kuusi erityyppistä laitosta. Näillä laitoksilla voi olla muitakin tehtäviä kuin sähköntuotanto kuten esimerkiksi vedyn- tai juomavedentuotanto. Tarpeiden moninaisuus selittääkin, miksi ei ole päädytty yhteen uuden sukupolven järjestelmään, vaan niitä on monilukuisen perhe. Kuudesta järjestelmästä kaksi on korkealämpöisiä kaasujäädytteisiä laitoksia, kaksi metallijäädytteisiä (natrium ja



Phénix on 1999 aloitettujen huolto- ja muutostöiden jälkeen palannut aktiivipalveluun huhtikuussa 2003. Natriumjähdytteistä nopeata reaktoria käytetään transmutaatio-kokeiden tekemiseen korkea-aktiiviselle jätteelle. Se on ainoa eurooppalainen tehtävään soveltuva laitos. Laitoksen käyttösuunnitelma ylittää vuoteen 2008. Natriumjähdytteiset nopeat reaktorit ovat mukana IV sukupolven reaktorikehittelyssä, joten kertyvät kokemukset ovat tässäkin suhteessa arvokkaita.

lyijyn seokset), yksi on vesijähdytetty superkriittinen laitos ja yksi perustuu sulaan suolaan:

- VHTR erittäin korkean lämpötilan heliumjähdytteinen reaktori (1000°C/1200°C), joka soveltuu hyvin vedyn tuottamiseen ja sähköntuotantoon yhteistuotannossa.
- GFR heliumjähdytteinen nopea reaktori
- SFR natriumjähdytteinen nopea reaktori
- LFR lyijyjähdytteinen nopea reaktori
- SCWR superkriittinen vesijähdytteinen reaktori
- MSR sulaan suolaan perustuva reaktori.

Ranska on ilmaissut näissä työryhmissä erityisen mielenkiintonsa koskien kahta ensimmäistä järjestelmää. Ranska haluaa myös osallistua nopeiden natriumjähdytteisten reaktoreiden kehittelyyn. Kaasujähdytteisten laitosten hyvä sijoittuminen valinnassa vahvistaa CEA:n vuonna 2000 tekemää päätöstä keskittää resurssejaan näiden teknologioiden kehittämiseen. Maan osallistuminen SFR-projektiin heijastaa myös pyrkimystä hyödyntää natriumjähdytetyistä laitoksista saatuja kokemuksia.

VHTR

Kaasujähdytteisten reaktoreiden kehittäminen kuuluu tutkimuksen pääsuuntiin. Heliumin käyttäminen mahdollistaa korkean hyötysuhteen ja käyttää kaasuturbiineista peräisin olevaa teknologiaa, joka on edistynyt viime vuosina merkittävästi. CEA:lla on myös laaja kokemus näistä reaktoreista. 1960-luvun laitokset olivat kaasujähdytteisiä ja 1970-luvulla CEA teki yhteistyötä General Atomicsin kanssa kehittääkseen kaasujähdytteisiä korkean lämpötilan

laitoksia. CEA:lla on hyvä tietämys polttoaineteknologiasta, laitosfysiikasta ja materiaalikysymyksistä. CEA pyrkiikin hyödyntämään tulevassa kehitystyössä tämän kokemuksen.

Tällä laitoistyyppillä on useita hyviä ominaisuuksia. Sen polttoaine käyttäytyy onnettomuustapauksissa erittäin luotettavalla tavalla, ja sen taloudelliset ominaisuudet ovat hyvät. Reaktorilaitos on yksinkertainen, rakennusaika lyhyt ja teknologia sallii modulaaristen laitosten rakentamisen muutaman sadan megawatin yksikköteholla.

Kehityssuunnitelma tähtää teollisen prototyypin valmistumiseen 2015 - 2020. Suunniteltu laitoskoko 300 MW on erittäin sovelias myös kehitysmaiden olosuhteisiin, joissa sähköverkon rajoitukset tulevat nopeasti vastaan.

Konsepti tähtää myös makean veden tuotantoon. CEA onkin panostanut myös vedyntuotantomenetelmien tutkimukseen sekä lämpökemiallisena että elektrolyyttisenä prosessina. AIEA:n valvonnassa tehdään myös Euroopan tasolla yhteistyötä Tunisian ja Marokon kanssa makean veden tuotannon alueella Eurodesal projektin puitteissa.

GFR

Ohjelman tavoitteena on kehittää noin vuoteen 2030 mennessä mahdollisimman tarkkaan polttoainetta hyödyntävää teknologiaa. Tässä ratkaisussa syntyvä pitkäaikaisen jätteen volyyymi on oleellisesti nykyistä pienempi ja jäte onkin muodossa, jossa sen säteilytaso palaa muutamassa sadassa vuodessa luonnonuraanin tasolle.

SFR

Natriumjähdytteisten nopeiden reaktoreiden alalla Ranska hyödyntää kertynyttä teknistä ja teollista osaamistaan. Osaaminen kattaa itse laitokset (Rapsodie 40 MWth, Phénix 563 MWth ja Super Phénix 3000 MWth), polttoainesyklin tärkeimmät vaiheet ja materiaalitekniikan keskeiset kysymykset. Ranska on tuottanut laitoissa tarvitsemansa ydinpolttoaineen, varautunut sen jälleenkäsittelyyn ja osoittanut prosessissa syntyneen plutoniumin käyttömahdollisuuden (Phénixillä 1981).

Kuten tästä artikkelista hyvin ilmenee ei ole oikein Ranskan näkökulmasta, eikä oikeastaan muunkaan maailman näkökulmasta puhua ydinvoiman uudesta tulemisesta. Ydinvoima on keskuudessamme, ei se ole mennyt minnekään. Ydinvoima tuottaa vuosittain kasvavan määrän energiaa alati kehittyvissä ympäristö- ja turvallisuusolosuhteissa. Ranskan tapauksessa vastaus lähitulevaisuuden haasteisiin on olemassa, se on Eurooppalainen painevesireaktori (EPR).

Energiapolitiikka elää hyvin pitkässä syklissä, eikä sekään ole unohtunut. Siihen ei ole olemassa valmiita vastauksia, niitä haetaan laajalla kansainvälisellä yhteistyöllä, mikä on oikea ja myös ainoa kuviteltavissa oleva ratkaisu.



Simo Brummer,
Soffco Oy,
simo.brummer@soffco.fi



Kolumni EERO PATRAKKA

Takana länttä ja Eurooppaa

Olemme siis Euroopan rajalla, mutta mikä on se Eurooppa, jota puolustamme? Historiasta löytyy useitakin lähtökohtia: raja voidaan vetää Rooman valtakunnan itärajalle, kriteerinä voidaan käyttää Kaarle Suuren valtakuntaa tai jos haluamme olla nykyaikaisempia, voimme puhua poliittisesta Länsi-Euroopasta. Euroopan Unionin itälaajeneminen on sotkenut kuvioita, mutta ei toki niin paljon, etteikö Uno Kallan tulkinta edelleen pätsisi.

Euroopan Unioni ja Eurooppa ovat monien puheissa synonyymeja, ja Bryssel sen – ja Suomenkin? – pääkaupunki. Kun Kaarle Suuren valtakunta jaettiin, vanhin poika Lothar peri sen tärkeimmäksi katsotun osan, johon nykyisen Brysselin seutukin kuuluu. Ei ole sattuma, että EU:n hallinto on keskittynyt kolmeen Ranskan ja Saksan välimaastossa sijaitsevaan kaupunkiin: Brysseliin, Luxemburgiin ja Strasbourgisiin. Ehkä Unionin edeltäjän Euroopan hiili- ja teräsyhteisön perustajien mielessä oli muinainen Burgundin valtio.

Erkki Toivanen on kirjassaan Iltakävelyllä valottanut mainiosti Euroopan kartalta kadonneen Burgundin ja nykyisen Euroopan Unionin henkistä yhteyttä. Useimmille Burgundi merkitsee vain yhtä Ranskan maakunnista, josta tulee Burgundin viini. Harva osaisi piirtää keskiaikaisen Burgundin rajoja kartalle. Ehkä vielä harvempi tietäisi sen kerran ulottuneen Pohjanmereltä Välimeren rannoille. Burgundin tarkka määrittely on vaikeaa, sillä sen rajat olivat alituisessa liikkeessä. Kreivikuntia ja herttuakuntia vallattiin, ostettiin ja perittiin, niitä saatiin myöjäisinä ja menetettiin sodissa. Burgundilaisuus oli pikemminkin elämäntapa aivan niin kuin eurooppalaisuuskin. Kun Brysselissä valmistauduttiin avaamaan Unionin jäsenvaltioiden rajat ja purkamaan viimeisetkin esteet ihmisten, tavaroiden ja pääomien vapaan liikkumisen ja vaihdannan tieltä, kiinnostus Burgundia kohtaan heräsi. Sehän oli ollut monikansallinen ja -kulttuurinen sisämarkkina-alue, löyhästi hallintoitu, mutta silti yhtenäinen.

Burgundi oli flaamilainen, ranskalainen, sveitsiläinen, provencelainen, italialainen ja englantilainenkin. Filip Hyvän kerrotaan käyttäneen seitsemää kieltä herttuakuntaa hallinnoidessaan 1400-luvulla. Burgundi oli tuolloin Venetsiaa, Itävaltaa, Englantia ja sitä kaksin verroin väkierikkaampaa Ranskaakin vauraampi. Se oli Euroopan tehokkaimmin hallittu valtio. Ensimmäisenä Burgundi oli harmonisoinut verotuksen ja rationalisoinut valtiontalouden. Sillä oli yhtenäiset lait ja tuomioistuimet niitä soveltamassa, pysyvä armeija ja yhtenäinen rahayksikkö. Euroopassa ei ollut nähty yhtä voimakasta valtiota tuhanteen vuoteen eli Rooman valtakunnan jälkeen. Burgundista ei koskaan kuitenkaan tullut oikeaa kuningaskuntaa. Filip Hyvän seuraaja Kaarle Urhea kaatui taistelukentällä, ja hänen tyttärensä Marie solmi avioliiton

keisarin pojan Maximilian Habsburgin kanssa. Siihen päättyi Burgundin tarina.

Voimme vain arvailla, minkä käänteen Euroopan vaiheet olisivat saaneet, jos Ranskan ja Saksan välissä olisi säilynyt monikielinen liittovaltio siltana germaanisen ja gallialaisen kulttuurin välillä. Ehkä maanosamme läntinen murrosvyöhyke olisi säilynyt kymmeniltä selkkauksilta ja Eurooppa sitä raadelleilta sodilta. EU:n sisämarkkinoiden toteutuminen ja yhteisvaluuttaan siirtyminen muistuttavat historiansa lukeneita siitä, että ne olivat olleet kerran jo olemassa Pohjanmereltä Välimerelle ulottuneessa yhteisössä yli 400 vuotta aikaisemmin.

Olisi naiivia kuvitella, että Euroopan Unionia hallinnoitaisiin jonkin keskiaikaisen esikuvan mukaisesti. Kyllä EU:n toimintaan vaikuttavat aivan eri tavalla raadolliset kansalliset ja ylikansalliset intressit kuin jotkin ylevät henkiset periaatteet. EU:n perustuslakia laativan konventin perustaminen osoittaa kuitenkin, että taustalla vaikuttaa voimakas pyrkimys yhtenäiseen Eurooppaan – kutsuttakoon sitä sitten vaikka liittovaltioksi. Uskallan väittää, että Unionin virkamiehistö – eurokraatit – on myös sisäistänyt yhtenäisvaltion ajatuksen. Puhtaasti kansallisten etujen ajamista ei katsota hyvällä silmällä. Tässäkin asiassa toki toiset ovat tasa-arvoisempia kuin toiset, ainakin suuret valtiot. Pienen maan ainoa mahdollisuus on pyrkiä ja pysytellä siinä kuuluisassa kovassa ytimessä.

Suomi on jo joutunut luopumaan monesta kansallisesta erityisyydestään ja omituisuudestaan. Jotain on tietysti menetettykin, mutta useassa tapauksessa on päästy eroon tarpeettomista tuista, säännöistä ja rajoituksista. Ajateltakoonpa vaikka maataloustukea: kuka enää muistaa koko asiaa, johon aikoinaan monet hallituksetkin kaatuivat. Surutyötä on toki vielä jäljellä, kuten auto- ja alkoholiverotuksen vaivalloinen uusiminen osoittaa. Ne asiat, jotka on tiukasti pidettävä omissa käsissä, liittyvät maamme luontoon ja luonnonvaroihin sekä suomen kieleen – suomalaisuuden perustaan.

Kehityksen kulkua ei taaksepäin voi tuupata – Euroopan Unionissakaan, eikä siihen ole mitään syytäkään. Yhdentynyt, kansainvälisesti kilpailukykyinen Eurooppa on kaikkien etu, joka on hyödynnettävä täysimääräisesti. Samalla kun käytämme viisautemme omien asioittemme kehittämiseen, on pyrittävä vaikuttamaan yhteisen kehityksen suuntaamiseen meitä tyydyttävään suuntaan. Pelkästään suuruuden ekonomia määrää, että viisautta löytyy maamme rajojen ulkopuolelta enemmän kuin omasta maastamme. Eurooppaa ei siis kannata pitää selän takana. ■



Johanna Hansen, Anna-Maria Lyytinen sekä muut ekskursiomatkalaiset

Kuolan ekskursio huhtikuussa 2003

ATS Young Generationin Kuolan ekskursiolle osallistui 25 matkalaista. Opiskelijoita oli mukana yhdeksän, korkeakouluista vahvasti edustettuina olivat Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Åbo Akademi.

Matkan tapaamispisteeksi oli valittu Rovaniemi, jonne osa retkueesta saapui torstaina 24.4.03 junalla ja osa lentokoneella. Rovaniemellä odotti Pohjolan turistiliikenteen linja-auto ja matkamme turvallinen kuljettaja Markku Mustonen.

Matkan ensimmäinen pysähdyspiste oli talvisodan muistomerkki. Sallan taisteluissa suomalaisten rinnalla etulinjassa taisteli ruotsalainen pataljoona, jonka komentaja everstiluutnantti Magnus Dyrssen kaatui muistomerkin paikalla 1.3.1940 päähän osuneesta sirpaleesta.

Laiton maahan- tunkeutujamme kotiutettiin

Sallassa seuraamme liittyi oppaamme Grigori ja pysähdyimme syömään ennen kuin

lähdimme ylittämään rajaa. Suomen rajamuodollisuudet sujuivat Sallan uudessa rajanylityspaikassa hyvin. Venäjän puolella tuli ongelmia. Yhden matkamme opiskelijajäsenen passista oli viisumikäsitteilyn yhteydessä irronnut sivu. Irtonaista sivua ei huomattu vielä Suomen puolella, mutta valpas rajanaapurimme vartija havaitsi rikkeen.

Kolmen tunnin ajan Grigori ja ryhmämme suvereenein venäjänkielen taitaja Johanna Hansen (Posiva) yrittivät hoitaa ensin miestä maahan.

Jossain vaiheessa havaittiin, ettei se onnistu. Tämän jälkeen yritettiin saada mies pois Venäjän rajavyöhykkeeltä takaisin Suomeen. Mutta sekin paljastui luultua monimutkaisemmaksi. Lopulta tilanteesta selvitettiin 500 ruplan (1 euro = 31 ruplaa) sakolla yrityksestä laittomaan maahantuloon. Mies passitettiin Sallan raja-asemalle, josta

hän joutui omin kyydein hankkiutumaan takaisin etelään.

Venäjällä matka jatkui suhteellisen hyväkuntoista tietä pitkin Kantalahteen. Oppaamme Grigori kertoi, että nimi Kandaksha tulee sanoista käsiraudat lähti: aikaisemmin pohjoiseen pakkosiirrettäviltä vangeilta irrotettiin käsiraudat juuri Kantaladessa.

Perillä olimme noin klo 21, nelisen tuntia aikataulusta myöhässä. Hotelli Belamoren pihalla meitä oli vastassa TVO Nuclear Servicen Tapio Vähämaa, joka viettää Kuolassa useita kuukausia vuodesta valvomassa TACIS-rahoitettua projektia Poljarnyi Zorin ydinvoimalaitoksessa.

Perjantaina 25.4.03 suuntasimme Poljarnyi Zorin ydinvoimalaitokseen. Nautimme ensin aamiaisen voimalaitoksen kanttiinissa, jonka jälkeen meille esiteltiin voimalaitok-



Kuvassa vasemmalta Larisa Chernysheva ja Larisa Glazova esittelevät koulutussimulaattoria.

sen toimintaa kokoushuoneessa. Laitos oli järjestänyt paikalle englanninkielisen tulkauksen, lisäksi meillä oli oma oppaamme ja Johanna, jotka pystyivät tulkkamaan suoraan venäjältä suomeen. Esityksen jälkeen lähdimme tutustumaan itse laitokseen. Kiertokäyntimme aikana tutustuimme laitoksen kahteen eri sukupolvea edustavaan valvomoon (kakkos- ja nelosyksiköt) sekä turbiinihalliin.

Kuolassa neljä vanhaa VVER-yksikköä

Kuolan ydinvoimalaitoksella on kaikkiaan neljä laitosyksikköä, joista kaksi vanhempaa on käynnistetty vuosina 1973 ja 1974. Vanhemmat yksiköt ovat VVER 440-230 -tyyppisiä painevesilaitoksia. Uudemmat vuosina 1981 ja 1984 käynnistetyt yksiköt kuuluvat Loviisan jälkeen rakennettuun VVER 440-213 sarjaan. Kunkin reaktorin terminen teho on 1375 MW. Reaktorit on sijoitettu pareittain yhteisiin reaktorirakennuksiin, jotka eivät ole varsinaisia paineenkestäviä, vaan paineenalennustyyppisiä suojarakennuksia.

Uudempien yksiköiden reaktorisydämet ovat lähes samanlaisia kuin Loviisassa, eli 312 polttoaine-elementtiä, 37 reaktorin paineestaa säteilyhaurastumiselta suojaavaa dummy-elementtiä ja 37 säätösauvaa. Lo-

viisassa on yksi polttoaine-elementti enemmän ja vastaavasti yksi dummy-elementti vähemmän. Säätösauvoja on yhtä paljon. Vanhemmissa yksiköissä sydän koostuu 276:sta polttoaine-elementistä ja 37 säätösauvasta. Myös vanhempiin reaktoreihin on asennettu dummy-elementtejä.

Polttoaineena laitoksen vanhemmat yksiköt käyttävät 1,6 - 3,6% rikastettua uraani-dioksidia, jonka poistopalama 42 MWd/kgU. Uudemmissa yksiköillä käytetään väkevämpää (jopa 4,4%) polttoainetta ja poistopalamakin on varsin korkea 52,9 MWd/kgU. Suomessa samantyyppisillä Loviisan laitosyksiköillä korkein sallittu poistopalama on 45 MWd/kgU.

Kahdeksan turbiinia perätysten

Poljarnie Zorin ydinvoimalaitoksella on kaksi turbiinia laitosyksikköä kohti eli yhteensä kahdeksan turbiinia, jotka on sijoitettu yhteen yli 500 metriä pitkään turbiinihalliin. Hallin suuri pituus johtuu siitä, että Kuolan ydinvoimalaitoksen turbiinit on sijoitettu turbiinihalliin peräkkäin. Loviisassa ne ovat rinnakkain.

Yksi turbiiniyksikkö koostuu yhdestä korkeapaineosasta ja kahdesta matalapaineosasta sekä generaattorista. Tuorehöyrön arvot ovat 44 bar ja 223°C. Yhden turbiini-

yksikön tuottama maksimiteho on noin 220 MW. Generaattorien pyörimisnopeus on 3000 rpm ja taajuus 50 Hz.

Laitosten käyttökerroin vuonna 2002 oli 62,23 % eli melko alhainen verrattuna suomalaisiin laitosyksiköihin, Loviisassa käyttökerroin viime vuonna oli 85,75 %. Osittain laitosten alhaiseen käyttökertoimeen on syynä sähkön tarpeen vähentyminen 80-luvun huippuvuosista; Kuolan alueen teollisuus ei pyöri tällä hetkellä täysillä.

Ympäristöä valvotaan uudella tekniikalla

Laitoksen alkuperäinen ympäristön säteilyvalvontajärjestelmä AORMS-1 (Automated Off-site Radioactivity Monitoring System) koostuu laitosalueelle ja maastoon 15 km säteiselle alueelle sijoitetuista gamma-annosnopeusmittareista.

Järjestelmää on parannettu asentamalla laitoksen lähiympäristöön ns. AORMS-2, johon kuuluu viisi sääasemaa, liikuteltava satelliittiyhteydellä varustettu laboratorio ja tiedonkäsittelykeskus.

Sääasemilla seurataan mm. lämpötiloja, sademääriä ja tuuliolosuhteita. Laboratorio on varustettu kahdella gamma-spektrometrialaitteistolla joilla voidaan analysoida ilma- ja vesinäytteitä. Jatkossa ympäristönvalvontaa tullaan edelleen kehittämään

muun muassa lisäämällä annosnopeusmittareita AORMS-1:een.

Koulutuskeskuksessa suomalaiset simulaattorihohjelmat

Kuolan ydinvoimalaitoskierroksen päätteeksi ekskursionryhmä vieraili laitoksen koulutuskeskuksessa, joka sijaitsee varsinaisen laitosalueen välittömässä läheisyydessä. Vierailun alkuun koulutuskeskuksen johtaja Leonid Kumkov kertoi koulutuskeskuksen tarkoituksesta, sen toiminnasta sekä keskuksessa sijaitsevista simulaattoreista.

Koulutuskeskuksen tiloissa työskentelee arviolta 45 asiantuntijaa ja sen päätehtävä on valvomo-operaattorien koulutus sekä operaattorien osaamisen ylläpito. Koulutuskeskuksessa käytetään apuna laitteiden teknistä dokumentaatiota, malleja prosessilaitteista, eri prosessiosien simulaattoreita, reaktori simulaattoreita sekä laitoksen ohjauslaitteita ja koneita. Operaattorikoulutuksen lisäksi keskuksen simulaattoreita voidaan hyödyntää voimalaitosten käytön ja mahdollisten muutosten suunnittelussa.

Simulaattoreita koulutuskeskuksessa on useampia, joista yksi on lähialueyhteistyöohjelman rahoituksella toteutettu APROS-pohjainen (Advanced PROcess Simulator) suunnittelu- ja koulutussimulaattori. Simulaattori on toteutettu yhteistyössä Kuolan ydinvoimalaitoksen ja Fortum Nuclear Servicesin kanssa, ja simulaattori on otettu käyttöön vuonna 1999. Koulutussimulaattoriin on mallinnettu kaikki ne Kuolan voimalaitoksen ykkös- ja kakkosyksiköiden järjestelmät, jotka ovat välttämättömiä yksiköiden normaali- ja häiriötilanteiden simuloineissa.

Vierailun tiukan aikataulun vuoksi tutustuminen näyttöperustaiseen APROS-simulaattoriin jouduttiin jättämään väliin, ja sen sijaan ekskursion emännät PR-osaston insinööri Larisa Glazova ja englanninkielen tulkki Larisa Chernysheva esittelivät koulutuskeskuksen ylpeyttä, täysimittakaavaista koulutussimulaattoria. APROS-simulaattoria käytetään pääasiassa ykkös- ja kakkosyksiköiden operaattorien koulutukseen ja täysimittakaavaisella simulaattorilla huolehditaan kolmos- ja nelosyksiköiden operaattorien koulutuksesta. Täysimittakaavainen simulaattori on täydellinen kopio nelosyksikön valvomosta, ja erot kolmosyksikön valvomoon ovat vähäisiä. Koulutussimulaattori on toteutettu puoliksi amerikkalaisella rahoituksella ja se on ollut käytössä vuodesta 2000 alkaen.

Käyttökerroin venäläistä keskitasoa

Vierailuajankohtana ainoastaan laitoksen kakkosyksikköä ajettiin täydellä teholla. Ykkösyksikkö oli revisiossa, ja kolmos- ja nelosyksiköitä ajettiin vain yhdellä turbiinilla per yksikkö. Nelosyksikön toinen turbiini oli korjauksessa. Kolmosyksikön toinen turbiini oli toimintavalmiudessa mutta ei käynnissä.

Henkilöstöä laitoksella on tällä hetkellä noin 3000, josta käyttöhenkilöstöä noin 55 % ja loput ylläpitohenkilöstöä. Korkeakoulutettuja on yhteensä noin 1100. Lisäksi revisioiden aikana laitoksella työskentelee noin 500 laitoksen ulkopuolista henkilöä.

Revisioiden kesto yhteensä kaikille yksiköille on viime vuosina vaihdellut 190:n ja 368:n päivän välillä per vuosi. Revisioiden kesto on lyhentynyt viimeisten vuosien aikana huomattavasti. Vuosina 2000 ja 2001 ne kestivät keskimäärin 48 päivää per yksikkö. Myös revisioaikataulussa pysyminen on parantunut viime vuosina. Aiemmin tapahtui suuriakin aikataulun ylityksiä, mutta kahtena viime vuotena aikataulut ovat alituneet.

Vieläkään ei tosin olla kovin lähellä esimerkiksi Loviisan revisioiden kestoja, tosin niin lyhyisiin revisioihin ei ole tällä hetkellä akuuttia tarvetta paikallisen sähkömarkkinatilanteen ja siirtokapasiteetin takia. Laitoksen käyttökerroin on 2000-luvulla parantunut, ja se oli viimeksi noin 64 %, mikä on hieman alle Venäjän ydinvoimaloiden keskitason.

Modernisointi jatkuu länsirahalla

Voimalan modernisointiin ja turvallisuuden parantamiseen on satsattu viime vuosina. Vuosina 1989-2001 modernisointiin käytettiin noin 170 miljoonaa dollaria. Tästä osa on länsimaista rahoitusta. Tärkeimmät rahoittajat ovat olleet Euroopan kehityspankki (EBRD), Norja, Yhdysvallat (INSP), TACIS-ohjelma, Ruotsi sekä Suomi.

Suurin osa rahoituksesta on käytetty laitoksen diagnostisointijärjestelmien kehittämiseen jotta mahdolliset vaaralliset vikaantumiset ja kulumiset voitaisiin ennakoida. Muita parannuskohteita ovat olleet monien komponenttien ja turvajärjestelmien uusiminen, laitoksen hätäsähkönsyötön varmistaminen, radioaktiivisten aineiden leviämisen estäminen onnettomuustilanteissa, simulaat-

torit sekä turvallisuusanalyysit. Reaktorin vikatilanteista johtuvien alasajojen lukumäärä toiminta-aikaan verrattuna on ollut viime vuosina samaa tasoa kuin maailmalla keskimäärin.

Lähiaikoina on muun muassa tarkoitus rakentaa uusi lisähätäsyöttövesijärjestelmä, parantaa reaktorien hätäjäähdytystä sekä tiivistää suojarakennusta ja parantaa ilmastointijärjestelmiä. Laitoksen käyttöä pyritään jatkamaan noin vuoteen 2018 ja 2019 ykkös- ja kakkosyksiköiden osalta sekä vuoteen 2031 ja 2034 kolmos- ja nelosyksiköiden osalta.

Pyrkimyksenä on myös parantaa laitoksen käyttökerrointa sekä rakentaa matala-aktiivisen jätteen käsittelyjärjestelmä ja kiinteän radioaktiivisen jätteen varasto. Myös turvallisuuskulttuuria ja henkilöstön koulutusta aiotaan parantaa entisestään.

Apatityn kaupunki, geologinen museo ja tiedekeskus

Voimalaitokselta matkamme jatkui Apatityn kaupunkiin, jonne oli noin puolentoista tunnin bussimatka. Majoittumisen jälkeen ohjelmassa oli kaupunkiin tutustumista ja illallinen.

Lauantaina 26.4.03 vierailimme aamupäivällä Kuolan tiedekeskuksessa (Kola Science Center), joka sijaitsee Apatityn kaupungissa.

Tiedekeskus koostuu kymmenestä laitoksesta, joista useimmat liittyvät tavalla tai toisella kaivosteollisuuteen. Tutkimustyön tarkoituksena on saada hyödynnettyä Kuolan niemimaan valtavia luonnonvaroja mahdollisimman tehokkaasti. Osa alueen mineraalilöydöksistä on maailman suurimpia.

Neuvostoliiton tiedeakatemia lähetti 1920-luvulla Kuolan niemimaalle tutkimusretkikuntia, jotka löysivät suuria esiintymiä muun muassa apatiittia, rautaa ja nikkeli-kuparia. Malmiesiintymiä alettiin louhia 1920-luvun lopulla ja samalla luotiin uusia kaupunkeja, kaivos- ja prosessointiyhtiöitä sekä voimalaitoksia.

Urbanisaatio ja teollistuminen toivat suurbarkiselle alueelle mukanaan ongelmia. Näiden ratkaisemiseksi perustettiin 1930 ensimmäinen tutkimusasema (Khibiny Alpine Station) Kirovskin kaupunkiin, noin 30 kilometrin päähän Apatityn kaupungista. Seuraavien vuosikymmenten ajan keskus laajeni merkittävästi ja 1961 se siirrettiin Apatityyn.

Perestroikan hengessä Kuolanniemi avattiin 1980-luvulla kansainväliselle tieteelliselle yhteistyölle. Samalla perustettiin useat tiedekeskuksen nykyisistä laitoksista. Nykyään Kola Science Center on maailman suurin tutkimuskeskus Napapiirin pohjoispuolella. Keskus jopa ylläpitää kasvitieteellistä puutarhaa, joka on subarktisessa ympäristössä ainoa lajissaan.

Käytetyn polttoaineen loppusijoitusta tutkittu avustusprojekteissa

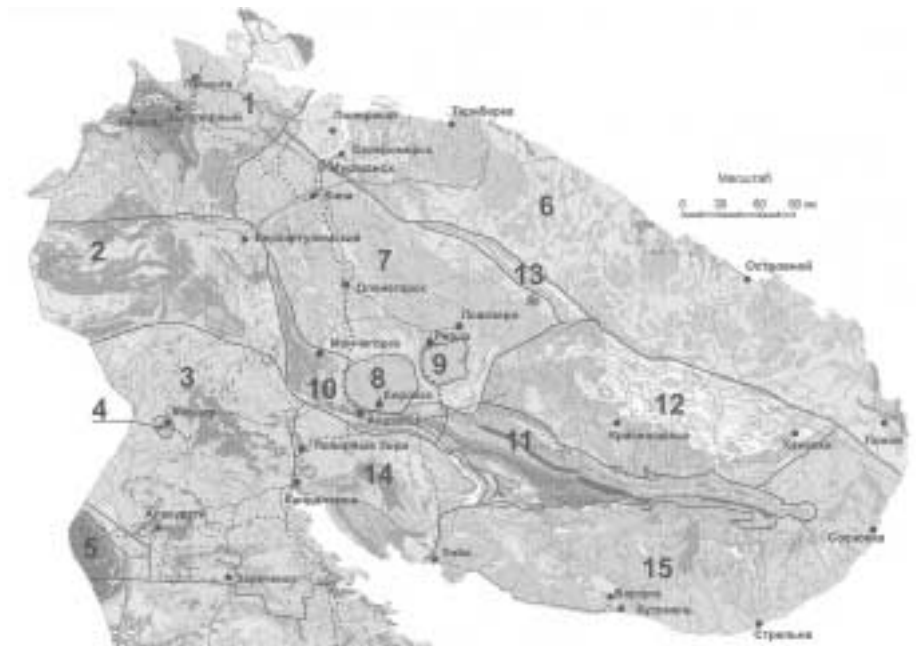
Kuolanniemen tiedekeskuksessa osa YG-ryhmäläisistä osallistui luento- ja keskusteluun ydinpolttoaineiden loppusijoituksesta Kuolassa. Tiedekeskuksen tutkijat ovat viime aikoina tutkineet viittä mahdollista loppusijoituspaikkakuntaa Kuolanniemellä ja Novaja Zemljalla.

Kuolan alueen matala- ja keskiaktiivisen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitusta on suunniteltu ranskalaisten ja belgialaisten avustuksella TACIS-projektissa, missä on laadittu alustavat turvallisuusarviot usealle vaihtoehdoiselle sijoituspaikalle pitkälti länsimaista loppusijoituskonseptia hyödyntäen. Käytetty polttoaine kuljetetaan nykysuunnitelmien mukaan jälleenkäsiteltäväksi Kuolan niemimaan ulkopuolelle.

Kuolan niemimaa – geologinen aarreaitta

Tiedekeskuksen geologisessa museossa opaanamme toimi pääsihteeri Anatoly Vinogradov, jonka englanninkielinen ja mukaansatempaava luento Kuolan alueen geologiasta ja kallioperän hyödyntämisestä oli mielenkiintoinen ja yleissivistävä. Kuolan niemimaan syntyperä ja kehittyminen viimeisten kolmen miljardin vuoden aikana käsittää lähes kaikki mahdolliset geologiset prosessit. Tuloksena on maailman vanhimpiin kuuluva kilpialue laajoine malmivaran-toineen.

Murmanskin alue on jaettu geologian perusteella 15 malmiprovinssiin (Kartta 1). Jako perustuu geologisten olosuhteiden lisäksi maantieteelliseen sijaintiin ja louhittavan materiaalin hyödynnettävyyteen. Montsegorsk-Apatitin alue sijaitsee keskellä Kuolaa johon myös ekskursiomme suuntautui. Alueella on paikallisessa mittakaavassa loistava infrastruktuuri teollisuuslaitokseen ja kolme suurta kaupunkia Montsegorsk, Kirovsk ja Apatity, sekä alueen läpi



Kuolan niemimaan malmiprovinssit. 1. Nikkeli; 2. Laplandsk; 3. Belomorsk; 4. Kovdor; 5. Kuolanjärvi; 6. Murmansk; 7. Olenegorsk; 8. Hiipinä; 9. Lovozersk; 10. Montzegorsk-Apatity; 11. Imandra-Varsugsk; 12. Keivsk; 14. Kantalahti ja 15. Tersk.

kulkevat Pietari-Murmansk -valtatie ja -rautatie.

Maaperä geologisesti vanhaa ja rikasta

Geologisesti alue koostuu monimutkaisesta myöhäisarkeaisesta ja varhaisproterozoisesta domainista, jossa kivilajien ikä vaihtelee kolmesta miljardista ikävuodesta kahteen miljardiin vuoteen. Pääesiintymät alueelle ovat Montzegorskin kupari-nikkelimalmi. Näiden lisäksi malmista saadaan sivutuotteina myös kobolttia, kultaa, platinaa, seleeniä ja rikkiä. Neljänkymmenen vuoden louhinnan aikana on parhaasta esiintymästä saatu nikkeliä 150 tuhatta tonnia. Tämän lisäksi alueella louhitaan kromia, vanadiinia, rautaa ja titaania.

Vieressä sijaitsee pieni Hiipinän tundra-alue, jossa on malmipotentialin lisäksi upeat maisemat ja paikalliset laskettelukeskukset. Kirovskin kaupungin kupeesta alkava 1300 neliökilometrin suuruinen alue käsittää myös maailman suurimman apatiitti-nefeliini-syeniitti-intruusion, joka on fosforin louhinnan keskus. Paikan päältä löytyy myös rikastamot, joista yhden pihalla mekin kävimme kääntymässä.

Magmaattisissa nefeliinisyyeniiteissä on rikkaimmillaan apatiittia 60-80 %, titaniittiapatiiteissa on titaniittipitoisuus noin 10 %. Hiipinän vieressä on myös pieni Lovozerskin alue, jonka päätuote on eudialiitti ja lo-

pariitti. Nämä mineraalit sisältävät harvinaisia maametalleja, zirkonia, niobia, yttriumia ja tantaalia. Näitä kallisarvoisia alkuaineita käytetään laajalti sota- ja avaruusteollisuudessa, mutta myös elektroniikassa, ydintekniikassa ja teräksen valmistuksessa. Eudialiittia on myös käytetty korukivenä, kaulioiden punaisten ja violettien kiteiden tähden.

Belomorskin alue kulkee Suomen rajansuuntaisesti ja rajoittuu etelässä Karjalan hallinnolliseen alueeseen ja idässä Murmansk–Pietari-valtatiehen. Alue käsittää mm. vanhaa Suomen aluetta sekä Alakurtin kylän. Alueella louhitaan pääasiassa muskoviittia ja pegmatiittia. Täällä sijaitsevat 37 kiille-esiintymää sisältävät 20-350 kg muskoviittia kuutiota kohden. Pegmatiiteista saadaan myös raaka-ainetta keraamiseen teollisuuteen ja lasinvalmistukseen ja moni matkalaisista ostikin tuliaisiksi edullista paikallista kristallia.

Keskellä Belomorskin aluetta sijaitsee pikkuruinen Kovdorin alue vain 20 kilometrin päässä Suomen rajalta. Kovdorin massiivin tutkiminen aloitettiin maailmansotien välissä ja se osoittautui Kuolan niemimaan alueen suurimmaksi alkalikivimuodostumaksi, jossa esiintyy kompleksisia baddeleyiitti-apatiitti-magnetiitteja, flogopiittia, vermikuliitti- ja oliiviiniirikkaita karbonaatti-teja.

Alueella on magneettierotukseen perustuva rikastamo, jonka fosfaattirikastetta



käytetään kemianteollisuudessa ja magneettiirikastetta hyödynnetään ”Severostalin” tehtailla teräksentuotannossa. Baddeleyiittiä ja oliviniittiä käytetään tulenkestävissä sovellutuksissa ja tuotteissa kun taas karbonaattiä ja vermikuliittiä hyödynnetään rakennusmateriaalien valmistukseen kuten tiili- tuotannossa ja kevytbetoneissa.

Kuolanjärven alueella on pieni osittain Suomen puolellakin sijaitseva kerrosintruusio, minkä ikä on 2,4 miljardia vuotta. Muodostuman karbonaattiteissa löytyy apatiitin, diopsidin ja flogopiitin lisäksi louhittavia määriä harvinaisia maametalteja. Sallanlatvan massiivista louhitaan baryyttiä, jota käytetään Barentsin meren öljyesiintymillä mineraalin korkean tiheyden vuoksi.

Kuolanjärvestä itään sijaitsee kookkaampi Kantalahden alue, käsittäen mm. Poljarnie Zorin ydinvoimalan ympäristön. Kantalahden tunnetuimmat malmimineraalit ovat titaanirikas perovskiitti ja magnetiitti, lisäksi löytyy harvinaisia maametalteja ja puolimetalleja. Alueen malmivaroja ei ole hyödynnetty, mutta tulevaisuudessa Kantalahden alueella on potentiaalia hyvin kehittyneen tieverkoston (päällystettyjä teitä) ja muun infrastruktuurin ja ydinvoimalan ansiosta.

Nikkelin alueelta löytyy nikkeliä

Murmanskin alueen luoteisessa nurkassa on Nikkelin alue, jonka vuotuinen keskilämpö-

tila on 0 °C. Alue edustaa 2,9-2,5 miljardia vuotta sitten tapahtunutta orogeenivaihetta, jossa varhaiset mannerlaatat ovat törmänneet toisiinsa ja geologia on hyvin monipuolinen. Alueen päätuote on nimensä mukaan kupari ja nikkeli. Rikkaat malmit esiintyvät sulfidimineraaleina kuten pentlandiitti, magneettikiisu, kuparikiisu. Näiden lisäksi louhinnan sivutuotteena saadaan hyödynnettyä kirjava joukko sekundäärisiä mineraaleja ja alkuaineita. Alueen erikoisuus on 11 km syvä kairareikä, jonka avulla on selvitetty alueen geofysiikkaa.

Nikkelistä etelään sijaitsee Laplandskin alue, jonka granuliittivyöhykkeellä löytyy lisää kupari-nikkeli-malmeja. Näiden lisäksi voitaisiin louhia vanadiinia, titaania, grafiittia ja kultaa. Alueen malmivarannot ovat suurimmalta osin hyödyntämättä, koska alueen infrastruktuuri on heikosti kehittyntä ja rikkaimmat esiintymät muualla ovat vielä käytössä. Malmien hyödyntämisen sijasta onkin suunnitteilla alueen kehittäminen enemmän turismin suuntaan hienojen kalajokien takia.

Murmanskin alue on pinta-alaltaan kaikista suurin ja se kattaa koko Kuolan niemimaan pohjoisosan rajoittuen Barentsinmereen. Asutus on keskittynyt rannoille ja täällä sijaitsevat Severomorskin, Murmanskin ja Poljarnien kaupungit. Alueen malmivarantoja ei ole täysin selvitetty, mutta sen sijaan rakennuskivilouhimoita löytyy useita, päätuotteinaan siniharmaa- ja punaharmaa graniitti. Tämän lisäksi löytyy 10 saviesiin-

tymää, joiden varanto on yhteensä noin 14 milj. kuutiota.

Olenegorskin alue sijaitsee Murmanskin alueen eteläpuolella ja suurimmat hyödynnettävät malmit ovat rautapitoisia kvartsiitteja. Vuosituotanto louhinnassa on noin 20 milj. tonnia, joista saadaan rikastettua rautaa 8,5 miljoonaa tonnia. Alueen tuotanto on tällä hetkellä vielä avolouhintaa, mutta maan alle menoa suunnitellaan monella esiintymällä.

Imandra-Varsugskin alue ja Keivskin alueet sijaitsevat lähes tietömiä taipaleiden takana keskellä Kuolan niemimaata. Edellistä ei ole kovin paljon tutkittu, mutta alueella esiintyy gabbronoritteja, josta voisi louhia mm. platinaa, palladiumia, kultaa ja hopeaa. Jälkimmäisen alueelta tunnetaan useita hyödyntämiskelpoisia esiintymiä teollisuusmineraaleja ja harvinaisia maametalteja ajatellen. Erittäin mielenkiintoisia alueella esiintyviä mineraaleja ovat amatsoniitti ja kyaniitti. Amatzoniitti, mitä käytetään korukivenä, on harvinainen muunnella ihan tavallisesta maasälvästä. Alumiini-silikaatista koostuvaa kyaniittia käytetään lähinnä tulenkestävissä sovelluksissa.

Terskin alue rajoittuu Vienanmereen ja käsittää lähes koko Kuolan niemimaan eteläisen osan. Alueen pääelinkeinoina ovat olleet maatalous, kalastus ja turismi. Aluetta leimaa taloudellinen lama ja suuri työttömyysprosentti. Rakennuskivien louhinta on ainoa geologinen elinkeino tällä hetkellä. Alueen hyvien kulkuyhteyksien ja merireit-

tien läheisyydestä huolimatta ei alueen mal-
mivarantoja ole hyödynnetty. Viime aikoina
on löydetty kimberliittihiippuja ja niissä
olevista timanteista toivotaan tulevaisuuden
pelastajaa tälle alueelle.

Malmireservejä löytyy

Kuolan niemimaa kokonaisuudessaan on
suurelta osin vielä tutkimatonta erämaata ja
mineraalireservejä löytyy myös tulevaisuut-
ta ajatellen. Kunhan vanhentuneiden tuotan-
tolaitosten ympäristöasiat saadaan kuntoon,
niin alueen mineraalivarantoja kannattaa
hyödyntää. Geologian museossa olivat
myös keksineet hienon tavan geologian hy-
väksikäyttämiseen. Paikalliset taiteilijat
loihitivat pelkästään hiekkaa ja kivensiruja
apuna käyttäen upeita maisematauluja, jotka
eivät olleet hinnalla pilattuja. Kyllä oli ve-
näläisillä tullimiehilläkin tauluissa ihmette-
lemistä kun taideteosten vienti ulos maasta
ei ollut sallittua, mutta kukaan ei ollut kiel-
tänyt jätteeksi luokitellun rikastushiekan
kuljettamista kehystettynä.

*Artikkeli geologinen osuus perustuu
geologian museossa tehtyihin muistiin-
panoihin sekä kirjallisuuslähteisiin:*

*Geology of mineral areas of the
Murmansk region, Ed by F.P.
Mitrofanov, N.I. Bichuk, 2002 (venäjäksi)
sekä mineraalikäynnösten osalta kirjaan
Suomen mineraalit,
K. Hytönen, GTK. 1999.*

*Johanna Hansen,
suunnittelukoordinaattori,
Posiva Oy
puh. (02) 8372 3738
johanna.hansen@posiva.fi*



*Anna-Maria Lyytinen
Toimittaja, ydinvoimaviestintä
Energia-alan Keskusliitto
puh. (09) 6861 6625
annamaria.lyytinen@finergy.fi*



Suomen ja Venäjän viranomaisten lähialueyhteistyö

Venäjän ydinenergiaministeriö on Minatom. Ydinturvallisuutta valvova viran-
omainen on Gosatomnadzor (GAN), jolla on muutaman hengen toimisto
myös Kuolan ydinvoimalaitoksella. Ekskursiolla emme tutustuneet viran-
omaisen toimintaan, vaan keskityimme voimalaitokseen.

Suomi aloitti vuonna 1992 yhteistyön venäläisten kanssa Kuolan ja Sosnovyi Borin
ydinvoimalaitosten turvallisuuden parantamiseksi. Yhteistyön Suomen osuutta koordi-
noi Säteilyturvakeskus (STUK) ja rahoittaa ulkoministeriö. Yhteistyö on sujunut tulok-
sekkaasti ennen kaikkea siksi, että se on niveltynyt hyvin venäläisten omiin hankkeisiin
kehittää laitostensa turvallisuutta. Venäjälle suunnattu kansainvälinen rahoitus on osal-
taan mahdollistanut laajojenkin parannustöiden aloittamisen. Tärkeimmät tekniset pa-
rannukset on tehty reaktoriturvallisuuteen sekä hätäjäähdytysjärjestelmän ja varasäh-
könsyötön varmentamiseen. Pohjoismaisella tuella rakennettu hätäsyöttövesijärjestel-
mä vihittiin käyttöön vuonna 2001.

Kuolan ydinvoimalaitosyksiköiden suunniteltu käyttöikä on ollut alun perin 30
vuotta. Käytännössä tämä merkitsisi kahden vanhimman reaktorin sulkemista vuosina
2003-2004. Paraikaa venäläiset selvittävät mahdollisuutta jatkaa laitossyksiköiden käyt-
töikä 15 vuodella. Toteutettujen turvallisuusparannusten jälkeen tämä käyttöiän mah-
dollinen jatkaminen on erittäin merkittävä hanke mm. laitosturvallisuuden kannalta.

ATS Young Generationin Kuolan ekskursio 24.4. – 27.4.2003

Torstai 24.4.

Rovaniemi – Salla (rajanylitys) – Kantalahti
Yöpyminen Kantalahdessa

Perjantai 25.4.

Poljarny Zorin ydinvoimalaitos
Yöpyminen Apatityn kaupunki

Lauantai 26.4.

Geologinen museo
Kuolan Tiedekeskus (www.krsc.ru)
Tutustuminen Kirovskin kaupunkiin
Yöpyminen Apatityn kaupungissa

Sunnuntai 27.4.

Apatity – Kantalahti – Salla – Rovaniemi

Osallistujat

Johanna Hansen, Posiva Oy
Suvi Ristonmaa, Säteilyturvakeskus
Ronnie Olander, Säteilyturvakeskus
Ari Ikonen, Posiva Oy
Yrjö Hytönen, Fortum Nuclear Services Oy
Jaakko Leppänen, VTT
Atte Helminen, VTT
Jukka Hautojärvi,
Fortum Nuclear Services Oy
Jorma K. Miettinen
Timo Kontio, Fortum Power and Heat Oy,
Loviisan voimalaitos
Eero Hokajärvi, Metsö Paper Pori Oy
Antti Piirto, TVO Nuclear Services Oy
Kim Dahlbacka, Teollisuuden Voima Oy
Juha Halminen, Teollisuuden Voima Oy
Heikki Koski, Teollisuuden Voima Oy
Anna-Maria Lyytinen,
Energia-alan Keskusliitto ry Finergy
Pekka Nuutinen,
Lappeerannan teknillinen yliopisto
Lasse Koukkuluoma,
Lappeerannan teknillinen yliopisto
Harri Kiiski,
Lappeerannan teknillinen yliopisto
Seppo Hillberg,
Lappeerannan teknillinen yliopisto
Anu Turtainen,
Lappeerannan teknillinen yliopisto
Mathias Nyman, Åbo Akademi
Christian Ackren, Åbo Akademi
Johanna Grönqvist, Åbo Akademi
Anders Skjäl, Åbo Akademi

Artikkelin kirjoittamiseen osallistui koko ryhmä:

*Voimalaitoksen tekniikasta kirjoitti lappeenrantalaiset
eli Pekka Nuutinen, Seppo Hillberg, Jaakko Leppänen,
Harri Kiiski ja Jussi Koukkuluoma. Koulutussimulaatto-
rista Juha Halminen (TVO), Atte Helminen (VTT) ja
Heikki Koski (TVO). Tiedekeskuksesta ja ydinjätteiden
loppusijoituksesta kirjoittivat Åbo Akademin Mathias
Nyman, Johanna Grönqvist ja Anders Skjäl. Voimalai-
toksenn käytöstä ja kunnossapidosta kirjoittivat Fortum
Nuclear Servicen Yrjö Hytönen ja Jukka Hautojärvi.
Erillisestä säteilyvalvontakainalojutusta vastaavat
STUKilaiset Suvi Ristonmaa ja Ronnie Olander.*

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



Kannatusjäsenet:

ABB Oy Energiayhtiö
Alstom Finland Oy
Fintact Oy
Fortum Oyj
Kemira Oy, Energia
Mercantile-KSB Oy Ab
Oivavoima Oy
Patria Finavitec Oy
Platom Oy
Pohjolan Voima Oy
Posiva Oy
PRG-Tech Oy
PrizzTech Oy
Rados Technology Oy
Saanio & Riekkola Oy
Siemens Osakeyhtiö
Soffco Oy Ab
Suomen Atomivakuutuspooli
Teollisuuden Voima Oy
TVO Nuclear Services Oy
VTT Prosessit
VTT Tuotteet ja tuotanto
YIT Installaatiot

ATS internetissä:

<http://www.ATS-FNS.fi>