

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



4/2003

vol. 32

Tässä numerossa

Pääkirjoitus Tiedonvaihto on osa työtämme	3
Editorial Change of experiences is our duty	4
EPR eurooppalainen painevesireaktori	5
STUK valmiina uuden laitoksen valvontaan	9
ATS itäisessä Euroopassa	11
IAEA – viranomaistoimintojen kansainvälinen keskipiste	12
Bohunicen modernisoidut VVER laitokset	16
Paksin ydinvoimalaitos	20
Paksin Suomi-seura: Vankat yhteydet Loviisaan	23
Slovakian tutkimuskeskusten työn tulokset ovat hyviä resursseihin nähden	24
ATS Syysseminaari 2003	28
KOLUMNI Mission completed?	30

ATS

4/2003, vol. 32

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura –
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

ATS WWW

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

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA
DI Olli Nevander
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3220
olli.nevander@tvo.fi

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 TKK
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.piiro@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 Tuotteet ja tuotanto
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

VUODEN 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
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3220
telefax (02) 8381 3209

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



441 194
Painotus

Painotalo Miktor Ky

Tiedonvaihto on osa työtämme

The World Association of Nuclear Operators (WANO) on viime vuoden lopulla pitämässään kokouksessa kiinnittänyt huomiota siihen, että Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Japanissa on tapahtunut viime vuonna useita turvallisuuden kannalta vakavia häiriöitä.

Näiden perussyynä voidaan katsoa olevan huolimattomuus ja liiallinen luottamus siihen, että ydinvoimalaitoksen käytön turvallisuuden varmistavat menettelyt ovat nykyisellään riittäviä. Lyhyemmin sanottuna tätä kutsutaan itsetyytyväisyydeksi tai liialliseksi itseluottamukseksi. Monessa organisaatiossa hyvin hoidetut asiat ja hyvät käyttökertoimet tuodittavat osan toimijoita viattomaan Ruususen uneen, jossa ollaan kuuroja muutossignaaleille. Uskomus oman, tutun organisaation toimintamallin erinomaisuudesta johtaa helposti virheisiin.

Unkarissa Paksin laitoksella tapahtunut polttoaineniipujen vaurioituminen dekontaminoinnin yhteydessä on hyvä esimerkki tällaisesta tapahtumasta. Erityisenä piirteenä siihen liittyy toimintaa ydinturvallisuuden kannalta varmistavien organisatoristen järjestelyjen moninkertainen pettäminen.

Paksin tapahtuman kaltainen tapaus merenkulun puolelta oli äskettäin julkisuudessa. Matkustajalautan keulaporttinvaurio muutama vuosi sitten paljasti, että aluksen keulaporttituki oli rakennettu virheellisesti. Poikkeava rakenne läpäisi kaikki tarkastusportaat, eikä se tullut esille myöskään niissä tarkastuksissa, jotka Estonian onnettomuuden jälkeen oli määrätty kaikille autolautoille.

Mielenkiintoinen tutkimuksen kohde olisikin, miten on mahdollista, että Paksin laitoksen huonosti suunniteltu dekontaminointijärjestely tai matkustajalautan keulaporttituen virheellinen rakenne voi läpäistä monta tarkastavaa organi-

saatiota. Onko niin, että kaikki organisaatiot toimivat käytännössä ensimmäisen asiantuntijalinjauksen mukaan ja olettavat asian tulleen jo ensimmäisessä vaiheessa teknisesti kuntoon? Aikaisemman toiminnan onnistumiseen perustuva todellisuus romuttuu helposti vanhojen kokeneiden toimijoiden väsyessä iän myötä tai heidän vaihtuessaan nuorempiin.

Ydinvoiman tai laivojen tarkastustoimintaa voitaisiin kehittää edellä mainittujen tapahtumien opetuksien perusteella. Pyrkimys jatkuvaan kehittämiseen ja uudistumiseen tulee olla osa jokapäiväistä toimintaamme.

Työn muuttuessa nykyään yhä kiireisemmäksi on hyvä myös muistaa kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön tärkeys. Aidoissa asiantuntijatasen kontakteissa saatuja oppeja ei voi korvata ulkoa tilatuilla, riippumattomilla arvioilla. Paras kansainvälisen tason asiantuntijaoppi ja käyttökokeumustietämys voi vaihtua myös urheillessa, illallisella tai oluttuvassa solmitun ystävyuden perusteella. ■

Change of experiences is our duty

The world nuclear power industry is threatened by the negligence and complacency that led to multiple severe incidents at nuclear plants in Europe, the U.S. and Japan over just the last few years according to the World Association of Nuclear Operators (WANO).

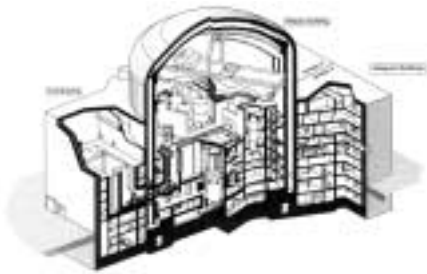
One of these severe incidents is extensive ex-core fuel damage at Paks. A specific feature of this event was multiple failure of safety evaluation of the decontamination process. A weak design was not revealed in successive evaluations made by many organizations. A similar failure of inspections made by different organizations took place a few years ago in Finland in maritime commerce. A faulty design of foregate of a ferry passed even the inspections required after Estonia accident.

How did these incidents happen? It would be recommendable to study where are weak points if safety inspection carried out successively by many different organizations, however, could not find the fault, which lead to an incident. Is the inspections done only once and the latter inspectors look only the signatures and trust them without any further checking? A better knowledge of safety inspection routines could possibly help to learn from the incidents mentioned above.

The root cause of too many incidents has been the negligence or a gratuitous faith in the present procedures. We should always remember, that the complacency is a seed of an incident. In many organisations the good performance or safety factors are deafen the personnel to the need for change. It has been said, that the continuous development is very

important in nuclear field. Especially important is to recognise the effects of human aging, which change mature experts to rookies. The developing changes to the organisation should be done before faults and problems make them mandatory.

Today, when we are working with a lot of hurry, we should remember, that many times the most valuable information is changed in the unofficial occasions. It is more and more important to visit international conferences and meet the specialists – not only read their scientific articles. ■



EPR

eurooppalainen painevesireaktori

Suomeen tuleva uusi OL3 painevesireaktori käynnistyy suunnitelmien mukaan vuonna 2009. Laitos perustuu Framatome ANP:n vuosien kehitystyöhön. Laitoksen suunnitteluperusteet ja laiteratkaisut on kehitetty saksalaisten ja ranskalaisten laitosten vuosien käyttökokemusten perusteella.

EPR:n perussuunnittelu saatiin menestyksekkäästi valmiiksi vuoden 1999 lopussa. Kaksi Euroopan kokeneinta ydinvoimalaitosten toimittajaa, Framatome ja Siemens, toimivat yhteisessä tytäryhtiössään Nuclear Power Internationalissa. Tätä suunnitteluryhmää tukivat Electricité de Francen engineering- ja rakennusosastot.

Electricité de France ja suuret saksalaiset voimayhtiöt muodostivat vahvan ryhmän edustamaan tulevien EPR:n käyttäjien intressejä. He rahoittivat suurelta osin kehitystyön ja tukivat projektia antamalla kokeneinta henkilökuntaansa tarkastamaan ja hyväksymään kehitystyön tulokset.

Ranskan ja Saksan turvallisuusviranomaiset ja asiantuntijat työskentelivät tiiviisti yhdessä varmistaakseen hyvän turvallisuustason Ranskassa ja Saksassa. Päätaavoite oli laatia yhteisiä ohjeita ja määräyksiä lähentämään Ranskan ja Saksan luvitusvaatimuksia. Perussuunnittelun kuluessa he tarkastelivat aktiivisesti ja tehokkaasti EPR:n turvallisuuskonseptia yhdessä laatimansa asiakirjan „Proposal for a common safety approach for future pressurized water reactors“ pohjalta.

Tämä työ päättyi lokakuussa 2000 „Teknilliset ohjeet PWR-ydinvoimalaitosten suunnittelua ja rakentamista varten” -asia-

kirjan hyväksyntään ydinvoimalaitosten johtoryhmässä. Saksalaiset turvallisuusasiantuntijat avustivat tässä työssä.

Euroopan Voimayhtiöiden EUR-vaatimusten noudattamisella pyritään laajaan hyväksyttävyyteen ilman tarvetta oleellisiin muutoksiin viranomaisen tai asiakkaan vaatimuksesta.

Kaikkien ydinvoimateollisuuden osapuolten mukanaolo alusta lähtien takaa tulevaisuuteen sopivan tuotteen, jonka kehittämisessä koko alan tavoitteet on otettu huomioon. Edelleen Framatomen ja Siemensin resurssien yhdistäminen samaan yhtiöön, Framatome ANP:hen, vahvistaa EPR:n teknistä taustaa.

EPR:n suunnittelufilosofia

EPR:n suunnittelufilosofiaa hallitsee kolme päätavoitetta:

- Parantaa turvallisuutta nykyisiin laitos-tyyppisiin verrattuna deterministisillä ja todennäköisyyspohjaisilla tarkasteluilla.
- Hypoteettisten vakavien onnettomuuksien hallinta rajoittamalla seuraukset itse laitoksella.
- Taloudellinen sähkön tuotanto kilpailukykyisesti verrattuna muihin perusenergian tuotantotapoihin.

Taloudellisuusvaatimus johti noin 1550 MW:n sähköntuotantokykyyn. Tällä laitokolla päästään edulliselle investointikustannusten ominaistalolle.

Käyttökustannuksia on alennettu korkealla palamalla. Sydämen suunnittelussa on pyritty säästöihin polttoaineen väkevöintiasteessa. Alkaneen vuosisadan vaatimuksia on ennakoitu varautumalla 100% plutoniumin kierrätykseen.

Rakenne sopii myös kaikille latausjaksoille välillä 12-24 kuukautta.

Koko 60-vuotisen eliniän käytettävyydestä voite on 92 %. Tästä syystä ennaltaehkäisevä kunnossapito on sisällytetty suunniteluun vuosihuoltoseisokkien lyhentämiseksi. Laitos on suunniteltu 14 vuorokauden polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokkia varten.

Henkilökunnan säteilyannos on rajoitettu suunnittelussa arvoon 0,5 manSv/vuosi koko laitokselta.

Turvallisuusvaatimukset

EPR:n turvallisuusvaatimuksissa on noudatettu kahdenlaista strategiaa. Ensiksi, onnettomuuksia ehkäiseviä toimenpiteitä on parannettu, ja toiseksi, vaikka sydämen sulamiseen johtavan vakavan onnettomuuden todennäköisyyttä on alennettu, sen seuraukset on rajoitettu laitokseen tai sen välittö-

mään läheisyyteen keskittymällä suojarakennuksen tiivyyden säilymiseen.

Nämä turvallisuusvaatimukset on toteutettu vahvalla deterministisellä suunnittelulla ja riskiä vähentävillä toimenpiteillä.

Onnettomuuksia estäviä toimenpiteitä ovat seuraavat:

- Turvallisuusjärjestelmien yksinkertaistaminen.
- Yhteisvikaantumisen estäminen fyysisellä erottamisella ja turvallisuustoimintojen varmistamisella erilaisilla toiminnoilla.
- Ohjaajien toiminta-aikojen pidentämisen komponenteilla (esim. paineistaja ja höyrystin), joiden suuri vesitilavuus pehmentää transientteja.
- Inhimillisen virheen mahdollisuuden pienentäminen digitaalisen instrumentointi- ja säätöjärjestelmän näyttötekniikalla ja laitostietokoneen laitoksen tilasta kertovalla informaatiolla.

Epätodennäköiset tapahtumat, useat samanaikaiset viat ja seurausvaikutukset aina turvajärjestelmien menettämiseen asti, on otettu huomioon deterministisen suunnitteluperustan lisäksi. Sydämen sulamiselle ja suurten päästöjen estämiselle on määritelty edustavat tapahtumaketjut niiden aiheuttamien riskien vähentämisen suunnittelupe- rustaksi.

Todennäköisyyspohjaista lähestymistapaa on käytetty näiden tapahtumien tunnistamiseksi ja niiden hallitsemiseksi suunniteltujen toimenpiteiden arvioimiseen.

IAEA:n INSAG3 -raportin (Sydämen sulamistodennäköisyys on pienempi kuin 10-5 /reaktorivuosi, kun kaikki reaktorin käyttötilanteet on otettu huomioon) mukaisesti riskipohjaisen suunnittelun tavoitearvona on käytetty 10-6/reaktorivuosi kaikille sisäisten syiden käyttötilassa aiheuttamille sydämen sulamistapahtumille.

Sammutetussa tilassa sydämen sulamistodennäköisyys on paljon pienempi kuin käyttötilassa.

Aikaisen suojarakennustoiminnon mentyksen yhteydessä sydämen sulamisen todennäköisyyden tavoitearvona on käytetty 10-7/reaktorivuosi.

Näiden suunnittelutavoitteiden perusteella on määritelty kaksi tapaa riskien vähentämiseksi:

- Sydämen sulamisen estäminen
 - Suurten päästöjen estäminen
- Jälkilämmön aiheuttaman riskin pienentämiseksi on käytetty seuraavia toimenpiteitä:
- Täydellisen sekundääripuolen jäähd- tyksen menettämisen yhteydessä primääri-

piirin paine voidaan alentaa suojarakennukseen.

- Vakavan onnettomuuden yhteydessä sydänsula levitetään ja jäähdtytetään ja sen lämpö poistetaan suojarakennuksesta.

Näiden toimintojen toteuttamiseksi EPR:n suunnitteluun on sisällytetty seuraavat ominaisuudet sydänsulan hallitsemista ja suurten päästöjen estämisestä varten:

- Suuripaineinen sydämen sulaminen esitetään luotettavilla jälkilämmön poistojärjestelmillä, joita täydentää paineenalennusjärjestelmä.
- Suuri vetytalo esitetään pitämällä suojarakennuksen vetykonsentraatio alhaisena katalyyttisillä H₂-rekombinaattoreilla.
- Sulaneen sydämen vaikutus betonirakenteisiin rajoitetaan levittämällä sydänsula leviämistilaan, joka on varustettu suojaavalla kerroksella.
- Suojarakennuksen paineenousu estetään suojarakennuksen lämmönpoistojärjestelmällä ja siihen kuuluvalla suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmällä.

- Kaikki vuodot kerätään ja suojarakennuksen ohitus esitetään kaksiseinäisellä rakenteella.

Edellä kuvattujen vakavan onnettomuuden hallintatoimien avulla ympäristöön kohdistuvat toimenpiteet, kuten väestön siirrot ja evakuoinnit, voidaan rajoittaa laitoksen välittömään läheisyyteen ja satoa koskevat käyttörajoitukset ensimmäisen vuoden sa- toon.

Tekniset ominaisuudet

EPR:n kehitystyön perustana on Ranskan ja Saksan laitoksilta saadut rakentamis- ja käyttökokemukset.

Primääripiirin ja pääkomponenttien suunnittelu perustuu rakennettuihin laitoksiin ja sitä voidaan tästä syystä pitää hyvin testattuna.

Tärkeät turvajärjestelmät ja niiden tukitoiminnot (häätäjähdetykset, varasyöttövesi, komponenttien jäähdtykset, varasähkö) ovat nelilinjaiset. Häätäjähdetyksjärjestelmä ottaa vetensä suojarakennuksessa sijaitse- vasta varastoaltaasta.

Vesi ruiskutetaan kylmään haaraan. Yhdessä matalapainehätäjähdetyksjärjestelmän lämmönvaihdivien kanssa nämä varmistavat sydämen jäähdtyksen suunnitteluperusteisessa onnettomuustilanteessa ilman suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän käyttöä.



Vakavia onnettomuustilanteita varten laitoksella on lisäksi pienempitehoinen suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä. Vesi sydämen häätäjähdetykseen otetaan suojarakennukseen sijoitetusta hätäruiskutusjärjestelmän varastotankista. Sydämen sulamisonnettomuuden yhteydessä tankin vettä käytetään sydänsulan jäähdtyttämiseen.

Varasyöttövesijärjestelmä muodostuu neljästä erillisestä toisistaan riippumattomasta linjasta, jotka syöttävät kukin yhteen höyrytimeen. Jokainen varasyöttöpumppu saa vetensä omasta varasyöttövesitankistaan. Nämä tankit ja järjestelmät on sijoitettu kukin omaan osastoonsa turvallisuusjärjestelmien rakennuksissa.

Neljää varasyöttövesipumppua käyttävät sähkömoottorit, jotka on kytketty neljän dieselgeneraattorin syöttämään varavoimajärjestelmään. Yhteisvikaantumisen todennäköisyyden hallitsemiseksi järjestelmässä on lisäksi kaksi pienempää, erilaista dieselgeneraattoria tarvittavan diversiteetin aikaansaamiseksi.

Käynnistystä ja pysäytystä varten laitos on varustettu erillisellä käynnistys- ja pysäytysjärjestelmällä. Tämä järjestelmä vähentää varasyöttövesijärjestelmän käynnistystarvetta ja varmistaa syöttöveden saannin luotettavuuden.

Jälkilämmön poistojärjestelmä on yhdistetty matalapaineruiskutusjärjestelmään. Se siirtää jälkilämmön reaktorin jäähdtyksjärjestelmästä komponenttien jäähdtyksjärjes-



Hakkuutyöt tulevan ydinvoimalaitoksen alta on jo aloitettu. Kuva: Hannu Huovila, TVO.

telmästä ja käyttövesijärjestelmästä muodostuvan jäähdysketjun kautta lopulliseen lämpönieluun. Jälkilämmön poistamiseksi suojarakennuksesta vakavan onnettomuustilanteen jälkeen on rakennettu erillinen suojarakennuksen lämmönpoistojärjestelmä. Sen päätarkoitukset ovat rajoittaa jälkilämmön aiheuttamaa paineen nousua suojarakennuksessa ja alentaa painetta, ettei vakavan onnettomuuden aikana ylitetä suojarakennuksen suunnittelupainetta.

Lämmönvaihtimilla varustettua ruiskutusjärjestelmää on käytetty, koska se rajoittaa tehokkaasti paineen nousua ja sopii pitkäaikaiseen jäähdytykseen. Vuodon sattessa höyry lauhdutetaan suojarakennuksessa olevaan tankkiin. Täten suojarakennus on käytännössä inertoitu transienteissa, joissa ei esiinny vuotoa.

Näillä järjestelmillä täytetään yksinkertaistamisen ja erilaistamisen periaatteet, koska jokainen turvajärjestelmän toiminta voidaan korvata toisella järjestelmällä (tai järjestelmäryhmällä).

Laitoksen layout

Reaktorirakennus on sijoitettu rakennusten keskelle. Suojarakennus on ympäröity turvajärjestelmä- ja polttoainerakennuksilla,

joihin turvajärjestelmät on sijoitettu. Kaikki turvallisuuteen vaikuttavat järjestelmät on suunniteltu neliredundantisiksi ja sijoitettu fyysisesti täysin eristettyihin osastoihin.

Jokaiseen osastoon on sijoitettu: Matalapaineruiskutus, jälkilämmönpoistojärjestelmä jäähdytysjärjestelmineen, keskipaineinen ruiskutusjärjestelmä ja varasyöttövesijärjestelmä.

Näihin liittyvät sähkö-, instrumentointi- ja säätöjärjestelmät ovat samojen osastojen ylemmillä tasoilla. Sisempi suojarakennus on esijännitetty betonisylinteri, jossa on eliptinen yläpääty.

Se on sijoitettu raudoitettu betoniperuslaatalle. Sisempi suojarakennus on varustettu ohuella betonin tiiveyttä parantavalla teräslevyllä.

Ulompi suojarakennus on raudoitettu betonisylinteri, ja se lepää samalla laatalle kuin sisempi suojarakennus ja suojaa ulkoisia vaikutuksia vastaan.

Koska vakavien onnettomuuksien hallintatavoite asettaa erityisvaatimuksia suojarakennuksen tiiviydelle, tarvitaan vuotojen eristys-,keräily- ja säätöjärjestelmät.

Sisemmän suojarakennuksen vuodot kerätään, suodatetaan ja lasketaan ulos välitilan ilmanpoistojärjestelmällä.

Henkilökunnan kulun ja tavarankuljetusten yhteydessä tapahtuvat vuodot on estetty

pysyvästi suljetuilla suluilla, joiden molemmissa päissä on kaksinkertaiset tiivisteet.

Sisemmän suojarakennuksen vuodon tulee olla pienempi kuin 0,5 % suojarakennuksen tilavuudesta vuorokaudessa onnettomuuspaineessa.

Reaktorirakennus, polttoainerakennus ja neljä turvajärjestelmä-rakennusta on suojattu ulkoisilta vaikutuksilta kuten maanjäristyksiltä ja räjähdysten aiheuttamilta paineaaliloilta. Kaikki nämä rakennukset on sijoitettu yhteiselle aluslaatalle.

Turvajärjestelmä-rakennus (red 2 ja 3), polttoainerakennus ja reaktorirakennus on suojattu lentokoneen törmäystä vastaan. Päävalvomo ja varaohjauspaikka on sijoitettu suojattuihin turvajärjestelmä-rakennuksiin.

Turvajärjestelmä-rakennuksia (red 1 ja 4) ei ole vahvistettu, mutta ne on sijoitettu niin kauas toisistaan, että vain toinen voi vaurioitua toisen jäädessä käyttökuntoiseksi.

Käytetyn polttoaineen allas sijaitsee suojarakennuksen ulkopuolella.

Näin kuljetussäiliö voidaan kuormata ulkopuolella ja suojarakennuksen halkaisija voidaan tehdä pieneksi. Polttoaine-elementit siirretään sulun kautta suojarakennukseen ja takaisin.

Reaktorilaitoksen tärkeimmät tekniset arvot

Terminen teho 4 300 MW
 Nettosähköteho n.1600 MW

Primääripiiri:

- Linjojen lukumäärä	4	
- Käyttöpaine	155	bar abs
- Reaktorin sisäänmeno/ulostulolämpötilat	296 / 328	°C
- Linjan jäähdytysvesivirta	28 300	m ³ /h

Höyrynpaine

Reaktorisydän:	78	bar abs
- Polttoaine-elementtien lukumäärä	241	
- Säätösauvojen lukumäärä	89	
- Polttoaine-elementin rakenne	17x17-25	
- Aktiivinen pituus	420	cm
- Keskimääräinen lineaariteho	155	W/cm

Hätäruiskutusjärjestelmien rakenne

Keskipaineinen hätäruiskutusjärjestelmä	4 linjaa Ruiskutus kylmään haaraan
Vesiakut	4 Vesiakkua Ruiskutus kylmään haaraan
Matalapaineinen hätäruiskutusjärjestelmä	4 linjaa; yhdistetty kuumaan ja kylmään haaraan, jälkilämmön poistamiseksi linjat 1 ja 4 toimivat 100 °C:n yläpuolella, kaikki 4 linjaa sen alapuolella
Jälkilämmön Poistojärjestelmä	2 linjaa (kolme pumppua); ruiskuttaa 7000 ppm boorihappoa
Ylimääräinen boorijärjestelmä	2 linjaa (kolme pumppua); ruiskuttaa 7000 ppm boorihappoa
Polttoaineen vaihdon vesivarastosäiliön suojarakennuksessa	Booraturun veden varasto suojarakennuksen sisäpuolella

Turvallisuusjärjestelmien varmistaminen korvaavalla toiminnalla (Diversiteetti)

Turvallisuustoiminta	Korvaava toiminta		
Keskipaineinen hätäruiskutus	Nopea sekundääripuolen paineenalennus	Vesiakku-ruiskutusjärjestelmä	Matalapaineinen hätäruiskutusjärjestelmä
Matalapaineinen hätäruiskutusjärjestelmä	Keskipaineinen hätäruiskutusjärjestelmä		Sekundääripuolen lämmönpoisto
Jälkilämmön poistojärjestelmä	Sekundääripuolen lämmönpoistojärjestelmä		Keskipaineinen hätäjäähdytysjärjestelmä
	(Reaktorin jäähdytyspiiri suljettu)		Kiehumus (Reaktorin jäähdytyspiiri auki)
Polttoainealtaan Jäähdytysjärjestelmä	Polttoainealtaan lämpeneminen (höyrystyminen)		Jäähdytysveden käsittely

For further information:

François Bouteille
 Email:
francois.bouteille@framatom-anp.com
 Tour Framatome
 92084 Paris La Défense Cedex -France
 Phone:+33 1 47 96 26 57

Jürgen Czech
 Email:
juergen.czech@framatom-anp.com
 Freyeslebenstraße 1
 91050 Erlangen -Germany
 Phone:+49 (9131)189 3422

Bob Twilley
 Email:
bob.twilley@framatom-anp.com
 3315 Old Forest Road
 Lynchburg, VA 24506-0935 -USA
 Phone:+1 434 832 4019

<http://www.framatome-anp.com>

*Published and Copyright (2002):
 Framatome ANP GmbH
 Freyeslebenstraße 1
 91050 Erlangen, Germany
 www.framatome-anp.com
 Bestell-Nr. ANP: G-166-V1-02-FIN
 Printed in Germany
 45021M WS 10021.
 K.Nr 309*

*Simo Brummer
 simo.brummer@soffco.fi*

Toiminta on suunniteltu – työ voi alkaa

STUK valmiina UUDEN LAITOKSEN valvontaan

Uuden laitoksen valvontatyön suunnittelu on STUKissa loppusuoralla. Reilun vuoden toiminut FIN5-projektiryhmä on vuoden 2003 aikana suunnitellut uuden laitoksen valvontatyön läpiviemistä. Menettelyt ja vastuut on kuvattu FIN5-projektisuunnitelmaan. YVL-ohjeisto on pyritty saattamaan ajan tasalle uutta laitoshanketta varten. Loppuvuonna valvonnan suunnittelu kohdennettiin EPR:ään TVO:n ilmoitettua päätöksestään jatkaa neuvotteluja FANP:n kanssa. Toiminta tiivistyi kaikilla rintamilla TVO:n ilmoituksen jälkeen. Varsinainen valvonta alkaa vuonna 2004 rakentamislupahakemuksen käsittelyllä.



STUKin valvontaa suunnitelleen FIN5-projektiryhmän kokoonpano vakiintui kevään 2003 aikana. Valvontaprojekti on jaettu osaprojekteihin pääosin tekniikan aloittain ja osaprojekteille nimetyt henkilöt muodostavat FIN5-projektiryhmän. Projektiryhmän keskeisin tehtävä on suunnitella ja seurata valvontatyön etenemistä STUKin linjaorganisaatiossa. Tämän lisäksi projektiryhmällä on olennainen rooli TVO:n projektin laadunhallinnan

valvonnassa. Laadunhallinnan valvontaa mietittiin kesällä pidetyssä laatuseminaarissa ja valvontasuunnitelma laadittiin seminaarin tuloksena. Laadunhallinnan valvonta sisällytetään rakentamisen aikaiseen tarkastusohjelmaan, jonka suunnittelu ja toteutus on myös projektiryhmän tehtävä.

FIN5-projektisuunnitelma kattaa koko laitoshankkeen valvonnan rakentamislupakäsittelystä laitoksen käytön aloittamiseen saakka. Myös osaprojekteille on laadittu

suunnitelmat, jotka sisältävät osaprojektien keskeiset tehtävät, valvontaan tarvittavat resurssit ja osaprojektien väliset rajapinnat. Rajapintojen hallinta osaprojektien välillä on tärkeä valvonnan kattavuuden varmistamiseksi. Töiden suunnittelun yhteydessä on tunnistettu myös, että kaikkea valvontaan liittyvää työtä ei voida tehdä STUKin nykyresursseilla. Vahvistuksia on rekrytoitu ja rekrytointia jatketaan vuonna 2004. Vaikka resursseja STUKissa lisää, tar-

vitaan valvonnan tueksi myös ulkopuolista erityisosaamista. Tukea on kuitenkin hyvin tarjolla.

Vaatimukset muodostavat valvonnan perustan

Keskeisimpien laitoksen suunnitteluun vaikuttavien YVL-ohjeiden päivittämisen loppuunsaattaminen oli yksi tärkeimmistä STUKin tehtävistä vuonna 2003. Tavoitteessa onnistuttiin, joskaan ei aivan suunnitelman mukaisesti. Merkittävimmät suunnitteluvaiheen ohjeet ovat kuitenkin ajan tasalla. Työ on tärkeää, sillä YVL-ohjeiden vaatimukset muodostavat pohjan STUKin valvonnalle.

Vaatimusten järjestelmällisen hallinnan toteuttamiseksi tehtiin paljon töitä vuoden 2003 aikana. Kehitystyö sisälsi oleellisten laitoksen suunnitteluun vaikuttavien YVL-ohjeiden vaatimusten purkamisen vaatimushallintajärjestelmään. Purkamisen yhteydessä laitosta koskevat vaatimukset nimettiin toteutusvaatimuksiksi ja niistä johdettiin STUKille valvontavaatimukset. Vaatimushallintajärjestelmästä tehdään työkalu, jonka avulla seurataan vaatimusten täyttymistä ja niiden täyttymisen valvontaa koko projektin aikana, aina rakentamisluvasta käyttöön saakka. Tämä auttaa toiminnan läpinäkyvyyden lisäämisessä ja työn jäljitettävyyden edistämiseksi. Ohjeiden purkamisen on edelleen käynnissä ja työkalun kehitytely jatkuu.

Kanssakäyminen TVO:n kanssa on ollut tiivistä

Keskusteluja on vuoden 2003 aikana käyty TVO:n kanssa niin lupakäsittelystä yleensä kuin teknisistä yksityiskohdistakin. Lupasiakirjojen osalta on keskusteltu STUKille toimitettavien asiakirjojen sisältövaatimuksista ja -odotuksista sekä toimittamisaikataulusta ja STUKin käsittelyn vaatimasta ajasta. Syksyllä järjestettiin myös lauseminaari, jossa STUK esitteli periaatteitaan laadunhallinnan valvomiseksi ja TVO periaatteita laadunhallintansa toteutuksesta.

Myös teknisistä asioista on keskustelut aloitettu. TVO:n pyynnöstä STUK tapasi laitostoimittajat elokuussa. Tapaamisissa keskusteltiin laitostoimittajien ja TVO:n esille ottamien turvallisuusvaatimusten täyttymisestä eri laitosvaihtoehtojen osalta. Laitostoimittajat esittelivät laitosten suunnittelua ja suunnitteluun suomalaisten turval-

lisuusvaatimusten vuoksi tehtyjä muutoksia. STUK esitti keskusteluissa kantansa, mikäli suunnittelua ei pidetty hyväksyttävänä suomalaisia turvallisuusvaatimuksia vasten. Näitä keskusteluja on jatkettu EPR:n osalta loppuvuoden aikana.

Tekniset keskustelut on aloitettu lähes kaikilla osaprojektialueilla. STUK osallistui TVO:n pyynnöstä mm. reaktorin paineastiamateriaalin valmistuksen käsittelyyn. Tässä yhteydessä STUK arvioi esitettyjen asiakirjojen ja valmistustoiminnan asianmukaisuutta vaatimuksia vasten. Myös rakentamistekniikan alueella käytiin useita keskusteluja rakentamistekniikasta, toteutuksesta, vaatimuksista ja niiden täyttymisestä. Niin laitostoimittajia kuin TVO:ta on muistutettu, että käydyt keskustelut eivät ole osa lupakäsittelyä. Niiden avulla on kuitenkin voitu nostaa esiin vaikeita asioita ja edesauttaa tulevan vuoden käsittelyä kohdentamalla huomiota oikeisiin asioihin.

Kiinnostusta on niin kotimaassa kuin ulkomaillakin

Projektin on herättänyt paljon kiinnostusta Suomessa ja ulkomailla. Yhteistyö on jo käynnistetty VTT:n kanssa. VTT:n avulla luodaan valmiudet mm. onnettomuusanalyysien tekemiseksi eri laitosvaihtoehtoilta. TVO:n päätöksen jälkeen työssä on keskitetty EPR:n analyysivalmiuksien kehittämiseen. STUK on saanut lukuisia yhteydenottoja projektiin mahdollisesti osallistuvilta alihankkijoilta. Kyselyt ovat kohdistuneet STUKin vaatimuksiin ja valvontatoimintaan uudessa laitoshankkeessa. Kyselyjen johdosta päätettiin järjestää perehdytystilaisuus YVL-ohjeisiin ja STUKin toimintaan. Osallistujia kahdessa syksyllä järjestetyssä tilaisuudessa oli yli 200.

Myös kansainvälinen yhteistyö on ollut vilkasta. Eri maiden viranomaisten kanssa on vaihdettu kokemuksia laitosten lupamennettelyistä ja haettu kokemuksista laitosten rakentamisesta. Erityisesti Ranskan viranomaisen kanssa on käyty yksityiskohtaisia keskusteluja EPR:stä, sillä Ranskan viranomainen yhdessä teknisen tukiorganisaationsa kanssa ovat osallistuneet EPR:n arviointiin laitoksen kehitystyön yhteydessä. Yhteistyötä Ranskan viranomaisen kanssa tullaan jatkamaan tiiviisti, sillä myös Ranskassa EPR:n rakentaminen lähitulevaisuudessa näyttää entistä todennäköisemmältä. On tärkeää, että keskeisimmässä turval-

lisuuskysymyksissä löydetään yhdenmukainen linja.

Viranomaisyhteistyön lisäksi STUKissa on kartoitettu ulkomaisia organisaatioita ja asiantuntijoita eri alueille kotimaisen asiantuntemuksen tueksi tai täydennykseksi. Alustavia keskusteluja on käyty mm. USA:n, saksalaisten, ranskalaisten ja brittiläisten konsulttien ja teknisten tukiorganisaatioiden kanssa. Innokkaiden yhteistyökumppaneiden löytäminen ei ole ollut vaikeaa, sillä harkkaita yhteistyökumppaneita on paljon.

Tärkeimmät turvallisuusasiat on selvitettävä ja niiden periaatteista varmistuttava vuonna 2004

Rakentamisluvan myöntämisen edellytykset esitetään ydinenergialain 18 ja 19 §:ssä. STUKin on lausunnossaan otettava kantaa siihen, onko lainsäädännössä asetetut vaatimukset täytetty STUKille tarkastettaviksi kuuluvien asioiden osalta. Vaatimusten täytyminen on rakentamisluvan myöntämisen edellytys.

TVO odottaa saavansa päätöksen rakentamisluvasta vuoden 2004 loppuun mennessä. Jotta STUK voi vuoden 2004 aikana varmistua vaatimusten täyttymisestä, tulee TVO:n toimittamien asiakirjojen sisältää STUKin työn kannalta oleelliset tiedot. Tärkeää on myös, että STUKilla on käytössään riittävä asiantuntemus. Vaikka aikataulussa pyritään pysymään myös STUKissa, ajaa turvallisuudesta varmistumiseen vaadittava työ tarvittaessa aikataulun yli.

STUKin on uuden laitoshankkeen lisäksi valvottava myös käyvien laitosten turvallisuutta. Käyvillä laitoksilla tehdään mittavia muutostöitä lähitulevaisuudessa. Näiden yhteensovittamiseen sekä edellä kuvattuihin haasteisiin on pyritty varautumaan huolellisella valmistautumisella ja suunnittelulla. ■

DI Pelteri Tiippana
STUK Ydinvoimalaitosten
valvonta, FIN5 projekti-
päällikkö STUKissa
09-75988654
petteri.tiippana@stuk.fi



ATS itäisessä Euroopassa

Tämän syksyinen ATS:n ekskursio suuntautui itäiseen Keski-Eurooppaan 23.-30.11.2003. Matkaohjelmassa oli Bohunicen (Slovakia) ja Paksin (Unkari) VVER-laitosten lisäksi Bratislavan ja Budapestin yliopistot, IAEA:n päämaja Wienissä ja IAEA:n laboratorio Wienin lähellä Seibersdorfissa sekä KFKI:n tutkimuslaitos Budapestissä.

Koska ATS:llä ei ollut ekskursiosihteerä, järjestettiin matka olkiluotolaisin talkoovoimin melko lyhyellä varoitusajalla. Allekirjoittaneen lisäksi järjestelyihin osallistui Kim Dahlbacka, joka toimii ensi vuoden alusta alkaen myös European Nuclear Society Young Generationin varapuheenjohtajana. Kimin varapuheenjohtajuuden myötä saamien kontaktien vuoksi vierailukohteet järjestettiin pääasiallisesti YG-networkin kautta.

Matkaa suunniteltaessa pyrittiin siihen, että ajomatkoja jäisivät lyhyiksi ja että jäisi hieman vapaa-aikaakin, sillä olihan vierailukohteina Tonavan varren kauneimmat kaupungit: Wien, Bratislava ja Budapest. Bussimatkat jäivät kyllä melko lyhyiksi, mutta niin kävi vapaa-aikakin, sillä vierailukohteet olivat jopa ennakoitua mielenkiintoisempia. Tilannetta hieman rauhoitti se, että Bohunicen vierailu tehtiin Bratislavasta käsin,

jonka vuoksi saimme viettää kaupungissa kolme yötä.

Kursiolle osallistujat olivat pääasiassa nuorta väkeä ja osallistujien keski-ikä jäi alle 35. Kaiken kaikkiaan mukana oli 18 henkilöä ja eri ydinvoima-alan toimijat olivat hyvin edustettuina. Valitettavasti yhtään loviisalaista ei ollut mukana, vaikka vierailut suuntautuivat VVER-laitoksille ja laitoksiin erikoistuneisiin tutkimuskeskuksiin.

Vierailujen isännöinnistä haluaisin ensisijaisesti kiittää Slovakian YG:n puheenjohtajaa Milos Lascekia, joka jaksoi viettää kolme iltaa kansamme Bratislavassa sen lisäksi, että hän oli järjestänyt vierailut Bohunicen laitokselle ja Bratislavan yliopistoon. Bogdan Yamanji Budapestissä sekä Agota Hantia Paksissa olivat myös ystävällisiä isäntiä ja auttoivat omalta osaltaan onnistuneen kursion järjestämisessä. ■

Lisätietoa matkakohteista saatte tämän lehden muista artikkeleista.

Kiitokset kaikille kursiolle osallistujille.

Osallistujalista

- Malmberg Hannu, FNS
- Eskola Erkki, FNS
- Kallio Harriet, Fortum Power and Heat
- Poikolainen Juha, VTT
- Lehto Rauno, STUK
- Lehtinen Miikka, STUK
- Alm-Lytz Kirsi, STUK
- Lehto Kimmo, Posiva
- Paunonen Maiju, Posiva
- Turtainen Anu, LUT
- Nuutinen Pekka, LUT
- Piirto Antti, TVONS
- Hiltunen Vesa, TVO
- Tiejoki Pentti, TVO
- Dahlbacka Kim, TVO
- Virlander Hanna, TVO
- Viitasalo Mauri, TVO
- Leppälä Mikko, TVO

IAEA – viranomaistoimintojen kansainvälinen keskipiste



Yksi neljästä YK:n pääkonttorista toimii Itävallassa Wienissä. UNOV:lla (United Nations Office at Vienna) työskentelee yli 4000 henkilöä. UNOV toimii Vienna International Centre:n tiloissa, jotka sijaitsevat Tonavan varrella lähellä Wienin keskustaa osoitteessa Wagramer Strasse 5. Vuonna 1979 avatut Itävaltalaisen arkkitehdin Johann Staberin suunnittelemat toimitilat on vuokrattu YK:lle 99 vuodeksi symbolista yhden Itävallan shillingin (7 sentin) vuotuista vuokraa vastaan.

UNOV:n toiminnasta saa tarkempaa tietoa organisaation kotisivulta osoitteesta www.unvienna.org.

Noin 2000:n työntekijän IAEA (International Atomic Energy Agency) on suurin yksittäinen UNOV:ssa toimiva organisaatio. YK:n päämääränä on rauhan ja turvallisuuden ylläpitäminen maailmassa sekä pelastaa tulevat sukupolvet sodan vitsaukselta. Näin ollen YK on antanut IAEA:lle tehtävän pyrkiä edistämään ydinteknologian rauhanoimaista käyttöä turvallisella ja varmalta tavalla sekä estää ydinmateriaalin käyttämistä sotilaallisiin tarkoituksiin.

UNOV:llä toimivia muita organisaatioita ovat: UNOOSA (United Nations Office for Outer Space Affairs), UNCITRAL (United Nations Commission on International Trade Law), UNODC (United Nations Office on Drug and Crime) sekä UNIDO (United Nations Industrial Development Organization).

IAEA - maailmanlaajuista ydinalan yhteistyötä

Vierailun isäntinä olivat Mark Gwozdecky ja Frederick Niehaus

IAEA (International Atomic Energy Agency) perustettiin 1957 YK:n riippumattomaksi erityisjärjestöksi, perustamisjulistuksen mukaan tavoitteenaan mm. tehostaa ydinenergian käyttöä rauhan, terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseen kautta maailman. Nykyään ydintekniikkaa käytetäänkin laajasti moniin rauhanomaisiin tarkoituksiin mm. lääketieteeseen, ydinvoiman ja maatalouden aloilla.

IAEA:han kuuluu tällä hetkellä 136 jäsenmaata ja se koostuu Yleiskokouksesta (General Conference), Edustajakunnasta (Board of Governors) ja sihteeristöstä (Secretariat). Jokainen jäsenmaa on edustettuna vuosittaisessa yleiskokouksessa, missä keskustellaan ydintekniikkaan liittyvistä kansainvälisistä kysymyksistä sekä mm. eri keinoista parantaa ydintekniikan saatavuutta ja turvallisuutta. Edustajat 35 jäsenmaasta muodostavat edustajakunnan, joka vastaa järjestön budjetista, ohjelmista ja politiikasta. Järjestön päivittäiset toiminnot hoitaa sihteeristö, joka koostuu kuudesta osastosta: tekninen yhteistyö, ydintieteet ja sovellukset, ydinenergia, ydinturvallisuus, ydinmateriaalivalvonta, sekä johto.

Yhteistyössä jäsenmaiden kanssa IAEA tukee noin 800 teknistä yhteistyöprojektia maailmanlaajuisesti. Tutkimuskohteet vaihtelevat hyvin laajasti eri ydintekniikan alueilla. Yhteistä näille projekteille on tavoite parantaa ydintekniikan rauhanoimaista



IAEA:n toimitalo Wienissä.

käyttöä. Lisäksi IAEA lähettää erikoisasiantuntijoita muiden organisaatioiden järjestämiin yhteistyöprojekteihin sekä tarjoaa koulutusta tutkimus- ja teknologiakeskuksissa eri puolella maailmaa.

IAEA tähtää maailmanlaajuiseen ydintekniikan turvallisuuskulttuuriin. Tavoitteeseen pyritään solmimalla sitovia kansainvälisiä sopimuksia, kehittämällä kansainvälisesti hyväksytyjä turvallisuusstandardeja sekä avustamalla jäsenmaiden pyrkimyksiä saattaa voimaan nämä sopimukset ja standardit. IAEA on kehittänyt turvallisuusstandardeja kattamaan mm. ydinvoimalaitoksia,

säteilysuojelua, radioaktiivisen jätteen hallintaa ja kuljetusturvallisuutta. Standardit edustavat kansainvälistä yhteisymmärrystä turvallisuusmääräyksistä näillä alueilla.

IAEA tarjoaa pyydettyä erilaisia turvallisuuspalveluita kuten kansainväliset määräysten arviointiryhmät, ydinvoiman käytön arviointiryhmät sekä kuljetusturvallisuuden parantamispalvelut.

Järjestö ylläpitää myös laajaa 50 jäsenmaan projektia, jonka tavoitteena on parantaa turvallisuutta ja infrastruktuuria lääketieteeseen, maatalouden ja tutkimuksen alueilla.



Retkellä Seidersdorfin kasvihuoneella.

IAEA:n kansainvälisillä ydinmateriaalivalvontasopimuksilla pyritään estämään ydinaseiden leviäminen. Järjestön tarkastajat vierailevat säännöllisesti ydinvoimalaitoksissa tarkastamassa tapahtumarekisterit, asentamassa seuranta- ja tutkimusvälineitä sekä varmistamassa ilmoitetun ydinmateriaalin käytöstä. Näitä tarkastuksia suoritetaan erityisesti laitoksissa joissa käytetään ydinmateriaaleja, jotka helppoiten mahdollistaisivat ydinräjähteiden valmistamisen. Ydinmateriaalivalvonnan merkitys on kasvanut erityisesti Irakissa 1991 tehdyn salaisen ydinmateriaalin löydön jälkeen. Nykyään ydinmateriaalivalvontasopimuksen on hyväksynyt 139 maata. Tiedonvaihdoilla, koulutuksella, teknisellä avulla ja muilla tukitoimilla IAEA auttaa jäsenmaitaan estämään, havaitsemaan ja reagoimaan radioaktiivisten aineiden ja ydinmateriaalin varkauksiin ja leviämiseen.

Ydinalan haasteisiin kuuluvat ydinmateriaalien laittoman leviämisen ja käytön sekä ydinturvallisuuden lisäksi mm. yleinen mielipide, joka on TMI-2 ja Tshernobyl -onnettomuuksien jälkeen ollut maailmanlaajuisesti melko kielteinen. Negatiivinen mielipide rajoittaa ydinenergian käyttöä ja vaikeuttaa alan tutkimuksen kehittymistä määrärahojen niukkuuden lisäksi myös vähentämällä nuorison kiinnostusta lähteä opiskelemaan ydintekniikkaan liittyviä ai-

neita. Isäntämme olivatkin varsin yllättyneitä Suomen Atomiteknillisen Seuran varsinaisesta osallistujajoukosta ja kyselivät kiinnostuneina, mitä Suomessa on tehty

nuorten saamiseksi tälle alalle. Isäntämme kiittelivät myös Suomen aktiivisuutta käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen ratkaisuissa.



Mutaatiobanaanit maistuivat hyvältä.

IAEA:n laboratoriot Seibersdorfissa

IAEA:n tutkimuslaboratoriot sijaitsevat Seibersdorfissa Wienin ulkopuolella. Samalla paikalla oli aikaisemmin myös tutkimusreaktori, joka oli poistettu käytöstä pari vuotta aikaisemmin. Laboratoriot perustettiin vuonna 1962 tukemaan IAEA:n ohjelmien kokeellista toimintaa. Tällä hetkellä Seibersdorfissa työskentelee vakituisesti 182 työntekijää ja lisäksi paikalla on jatkuvasti n. 20 vierailijatutkijaa.

Kolmituntisen vierailumme aikana saimme kattavan katsauksen Seibersdorfin eri toimialoista. Aluksi laboratorioiden johtaja Gabriele Voigt toivotti meidät tervetulleiksi. Aloitimme varsinaisen kierroksemme fysiikan, kemian ja instrumentoinnin laboratoriorista, jossa tehdään kokeellista tutkimusta, tarjotaan jäsenmaille erilaisia palveluja esimerkiksi dosimetrian ja sen laadunvarmistuksen alueella sekä koulutetaan kehitysmaiden tutkijoita. Näimme mm. luokan, jossa oppilaat harjoittelevat instrumenttien huoltoa, sekä mittanormaali-laboratorion, jossa STUKin vastaavan laboratorion tapaan kalibroidaan sädehoitolaiteita ja dosimetripalveluita.

Mielenkiintoinen ja ajankohtainen vierailukohde oli ydinmateriaalivalvonnan laboratorio, missä analysoidtiin ydinlaitoksilta otettuja näytteitä. Näillä analyyseillä sekä IAEA:n ydinmateriaalitarkastajien paikan päällä tekemillä mittauksilla varmistetaan, että IAEA:n valvonnan alaisuudessa olevaa ydinmateriaalia käytetään ainoastaan rauhanomaiseen toimintaan. Irakin kriisistä lähtien tarkastuksia on laajennettu myös todisteiden etsimiseen laitosten ympäristöstä. Seibersdorfissa sijaitseva "puhdas laboratorio" pystyy havaitsemaan analyysimenetmillään jopa femtogramman suuruisen aktinidimäärän näytteestä. Laboratorion nimen mukaisesti puhtausvaatimukset laboratoriotyöskentelyssä ovat tärkeitä, jotta pystytään varmistumaan näytteiden kontaminoimattomuudesta. Tuorein tapaus ydinmateriaalivalvonnan alueella on Iranin tilanne. Vierailuisäntämme kertoi, että IAEA:n tarkastajat olivat kesän alussa löytäneet Iranista näytteitä, joista oli löytynyt rikastettua uraania. Iranin edustajat väittivät rikastetun uraanin joutuneen instrumentteihin laitetoimittajien kotimaassa, ja tätä väitettä IAEA tutkii parhaillaan.

Eksoottisin vierailukohde oli maatalouden ja biotekniikan laboratorio, jonka tutki-



Kärpästen sterilointi... eipä olisi kivaa olla kärpänen!

muskohteet eivät olisi heti ensimmäisinä yhdistyneet meidän vierailuryhmämme mielissä IAEA:n tutkimusalueiksi. Yksi tutkimusyksiköistä kehitti säteilyttämällä ja kemiallisilla menetelmillä riisistä ja banaaneista kestävämpiä ja tuottavampia mutaatioita. Toisessa yksikössä kehitettiin menetelmiä tuholaishyönteisten ympäristöystävälliseen hävittämiseen. Näiden hyönteisten joukkoon kuuluvat mm. hedelmä- ja tsetsekärpänen. Vierailimme laitoksella, jossa viljeltiin hedelmäkärpäsen toukkia. Urokset saadaan eroteltua toukkavaiheessa naaraista

geenimanipuloinnilla saavutetulla erilaisella lämpökkestävyydellä. Tämän jälkeen uroskärpäset steriloidaan ja vapautetaan niiden luonnolliseen ympäristöön. Steriilit koiraat saavat aikaan kärpäspopulaation laskun ympäristössä ilman haitallisia ympäristömyrkyjä. Menetelmä on jo käytössä ympäri maailmaa ja IAEA:n laboratoriossa yritetään lähinnä kehittää eri tuotantovaiheiden tehokkuutta. ■

Bohunicen modernisoidut VVER laitokset

Ekskursiomme kolmantena päivänä, 25.11.2003, ohjelmassamme oli tutustuminen Slovakian ydinvoimatuotantoon. Asukkaita Slovakiassa on hieman suomalaisia enemmän, mutta maan pinta-ala ja bruttokansantuote ovat seitsemäsosa Suomen vastaavista. Sähkön kulutus on 40 prosenttia Suomen kulutuksesta ja tästä noin 53 prosenttia on ydinvoimalla tuotettua. Maassa on kuusi toiminnassa olevaa ydinvoimalaitosta, neljä Bohunicessa ja kaksi Mochovcessa. Lisäksi Mochovcessa on kaksi 50 prosenttisesti valmista laitosta, joiden rakentaminen aloitettiin vuotta ennen Tshernobylin onnettomuutta. Rakennustyöt kuitenkin keskeytettiin 90 -luvun alussa. Kaikki laitokset ovat valtion energiayhtiön, Slovenské Elektrárne:n (SE) omistamia.



Maan pääkaupungista, Bratislavasta 70 kilometrin päässä sijaitsevalla Bohunicen laitoksella meitä olivat vastassa Milos Lascek ja Rastislav Pritrsky. He esittelivät meille laitosten historiaa, laitoksille tehtyjä muutoksia ja laitosten turvallisuuskulttuuria. Esitysten jälkeen tutustuimme 90 -luvun lopulla uusittuun V1 -laitoksen 1 -yksikön valvomoon sekä reaktori- ja turbiinihalliin.

Laitosten historiaa

Valtionakin jo historiaa olevan Tsherkoslovakian ydinvoimaohjelma käynnistyi vuonna 1955 suunnittelu- ja yhteistyösopimuksella USSR:n kanssa. Ohjelman alkutaipaleella USSR myös kontrolloi sitä voimakkaasti. Vuonna 1957 esiteltiin suunnitelma koeluontoisesta reaktorista K 140 . Aluksi laitos aiottiin sijoittaa Bratislavaan, mutta myöhemmin sijoituspaikaksi valittiin vilja-

aroen keskellä sijaitseva Jaslovské Bohunice. NPP A-1:ksi nimetyn laitoksen rakennustyöt aloitettiin elokuussa 1958 ja käyttöönotto tapahtui vuoden 1972 lopussa. Muutamien käyttövuosien jälkeen laitoksella tapahtui vuoden 1976 alussa kaksi lähes peräkkäistä polttoaine-elementteihin liittyvää onnettomuutta.

Ensimmäinen onnettomuus vaati myös kaksi kuolonuhria. Lopullisesti laitos poistui tuotannosta vuonna 1977. Viimeinen vakava onnettomuus tapahtui laitoksella vuonna 1991, kun aiemmin onnettomuuksissa vaurioituneita polttoaine-elementtejä poistettaessa reaktorihalliin levisi huomattavia määriä radioaktiivisuutta. Onnettomuudet ovat hankaloittaneet käytöstäpoistotoimenpiteitä, jotka arvioidaan saatavan lopullisesti päätökseen vasta vuonna 2050.

Uudempien, ja edelleen käytössä olevien laitosten rakentaminen alkoi NPP V-1 osalta vuonna 1974. Laitos käsittää kaksi erillistä

tuotantoyksikköä, joista ensimmäinen kytkettiin verkkoon syksyllä 1978 ja toinen keväällä 1980. Nämä Bohunice NPP V-1:n 1- ja 2- reaktorit ovat vanhempaa VVER 440-mallistoa, eli tyyppiä V230.

Vuonna 1976 alettiin rakentaa toista, edellistä modernimpaa laitosta NPP V-2 , jonka reaktoriyksiköt 3 ja 4 kytkettiin verkkoon 1984 ja 1985. Nämä reaktorit ovat tyyppiä VVER 440 - V213, kuten Loviisan yksikötkin. Bohunicen reaktoriyksiköitä ei Loviisan yksiköistä poiketen ole kuitenkaan suojattu varsinaisella suojarakennuksella, vaan ne on sijoitettu ns. hermeettiseen suojavyöhykkeeseen (confinement), joka nimestään huolimatta on kaikkea muuta kuin tiivis.

Lisäksi V1- ja V2-laitokset ovat ns. kaksoisyksikkölaitoksia: Kaksi reaktoriyksikköä on sijoitettu samaan reaktorihalliin. Vain reaktorihallin lattiaan maalattu viiva erottaa yksiköt toisistaan!

Suomalaisista laitoksista poiketen kaikilla Slovakian laitoksilla lauhde jäähdytetään jäähdytystorneissa. Bohunicessa kullakin reaktorilla on näitä, 120 metriä korkeita torneja kaksi kappaletta. Nämä kahdeksan lähkeäin rakennettua jäähdytystornia ovatkin Bohunicessakin hyvin kauas näkyvä maamerkki.

Mittavia uudistuksia V1:llä – ja vähän V2:lläkin ...

Jaslovské Bohunicen V1-laitoksen 1- ja 2-yksiköt ovat läpikäyneet mittavia muutoksia käyttöönottojensa jälkeen. V2-laitoksen 3- ja 4-yksiköillä muutokset ovat olleet vähäisempiä.

Turvallisuuden parantamiseen tähdänneiden muutostöiden taustalla on lukuisia tarkastuskäyntejä: Tarkastuksia ovat suorittaneet sekä entisen Tsekkoslovakian että Itävallan valtionhallinnot, Siemens, ENAC (European Nuclear Assistance Consortium), IAEA, WANO (World Association of Nuclear Operators) ja WENRA (Western European Nuclear Regulatory Association). IAEA on tehnyt kymmenen vuoden aikana (1990-2000) V1-laitokselle kaikkiaan 13 tarkastuskäyntiä ja viiden vuoden (1994-1999) sisällä V2:llekin viisi visiittiä.

Laitosyksiköitä on modernisoitu tarkastuksissa havaittujen, alkuperäiseen 230-tyypin (V1) laitossuunnitteluun sisältyneiden puutteiden poistamiseksi. Näitä puutteita ovat olleet mm.:

- turvajärjestelmien riittämättömyys primääripiiriin (jo hyvinkin) pienen vuodon (Δ 32 mm!) tapauksessa,
- turvajärjestelmien redundanttisten laitteiden riittämätön fyysinen erottelu,
- alhainen automaatioaste,
- turvajärjestelmien laitteiden kvalifioimattomuus onnettomuusolosuhteisiin ja
- reaktorin ns. hermeettisen(?) suojavyöhykkeen (confinement) riittämätön tiiveys.

Muutoksia on tehty useassa vaiheessa. Ensimmäisillä, ennen 1990-lukua, 1- ja 2-yksiköillä toimeenpannuilla teknisillä parannuksilla mm.:

- pienennettiin reaktoripaineastian (RPA) seinälle kohdistuvaa neutronivuota ja sitä kautta laskettiin paineastian haurasmurtumariskia asentamalla sydämeen suojaelementtejä (dummy assemblies),
- täydennettiin ja parannettiin laitosietokonejärjestelmiä sekä asennettiin instrumentointia onnettomuuden jälkeisen tilanteen seuranta varten, lisäksi



Bohunicen laitoksen suojarakennusratkaisut ihmetyttivät myös sisäpuolella.

- asennettiin diagnostiikkajärjestelmiä päälaitteiden tilan seuraamiseksi.

Tämän jälkeen laitostuutoksia on tehty ensin pienemmässä mittakaavassa 1990-luvun alussa (1991-1993) ja suuremmissa määrin 90-luvun lopussa (1996-2000). V1-laitoksen modernisoinnin ensimmäisessä vaiheessa mm.:

- hehketettiin molempien yksiköiden (1 ja 2) RPA:t,

- parannettiin reaktorin hermeettisen suojavyöhykkeen tiiveyttä,
- nostettiin sekundääripiiriin kautta tapahtuvan lämmönpoiston luotettavuutta,
- lisättiin hätäsähkönsyötön kapasiteettia,
- parannettiin primääripiiriin komponenttien, turvajärjestelmien ja rakennusten maanjäristyskestävyyttä sekä
- kohennettiin palosuojelua,
- ja kehitettiin diagnostiikkaa edelleen.



Bohunicen vierailukeskuksessa saimme opastusta.



Bratislavan yliopisto.

Paineastioiden hehkutuksessa käytettiin samoja Bohunicen omistamia laitteita ja samaa Skodan tekniikkaa kuin Loviisa 1:n tapauksessa.

Laitoksella tunnuttiin oltavan erityisen tyytyväisiä jälkimmäisen viisivuotisen 'Gradual Upgrading'-projektin tuloksiin. Tämä modernisoinnin toinen vaihe toteutettiin Siemensin ja slovakialaisen tutkimusinstituutin, VÚJE Trnavan, muodostaman REKON konsortion toimesta.

Laitokselta saatujen tietojen mukaan koko noin 200 miljoonaa euroa maksanut hanke vietiin läpi normaaleissa seisokkai-katauluissa aiheuttamatta ylimääräisiä tuotannon menetyksiä. Siemensin ja VÚJEn ohella projektissa oli mukana Bohunicen omaa väkeä ja noin 130 slovakialaista alihankijaa.

Laitoksella oltiin vakuuttuneita siitä, että modernisoinnin jälkeen V1-laitosyksiköt täyttävät kaikki nykyaikaiset länsimaiset turvallisuuskriteerit. Merkittävimpiä parannuskohteita kesäkuussa 2000 päättyneessä projektissa olivat mm.:

- paineistimen varoventtiilit ja ulospuhalluslinja,
- höyrystimien varahätäsyöttövesijärjestelmä,
- höyrystimien paineenalennusasemat (varoventtiilit),
- varahätäsähkönsyöttö Madunicen vesivoimalaitokselta,
- sydämen hätäjähdytys- ja ruiskutusjärjestelmät,
- palosuojelujärjestelmät,
- sähköjärjestelmät,
- instrumentointi- ja säätöjärjestelmät,
- onnettomuuden paikallistamisjärjestelmät ns. hermeettisen(?) suojavyöhykkeen sisällä,
- ns. hermeettisen (?) suojavyöhykkeen tiiveys, eheys ja lujuus, sekä suodatettu ulospuhallusjärjestelmä,
- jäähdytysvesijärjestelmä jäähdytystorjineen ja lämpönieluineen,
- HVAC-järjestelmät ja
- laitteiden maanjäristyskestävyyys.

Vaikka modernisoinnilla on saavutettu merkittäviä parannuksia 1- ja 2-yksiköiden

turvajärjestelmissä jäähdytteenmenetysonnettomuuksien (LOCA) varalta, niin toisin kuin esimerkiksi Loviisan laitoksella suunnitteluperusteiseksi onnettomuudeksi (DBA) ei V1:llä edelleenkään valittu primäärikiertopiiriin giljotiinimurtumaa, jossa jäähdyte vuotaisi esteettä katkenneen primääriputken (DN 500) molemmista päistä (2x100% vuoto). Tämä tapaus on analysoitu samoin hyväksymiskriteerein kuin varsinainen ison LOCAn lisensiointianalyysi, mutta realistisemmin oletuksin.

Pahin LOCA-tilanne, josta modernisoidut yksiköt lisensiointianalyysien perusteella selviävät kunnialla on paineistimen yhdyslinjan (DN 200) päittäinen katkeaminen (2x100%).

Parhaimpana esimerkkinä uuden länsimaisen tekniikan onnistuneesta integroinnista V1:n 25 vuotta käytössä olleisiin puitteisiin laitoksella pidettiin Teleperm XS digitaalijärjestelmän asentamista reaktorin suojaus- ja säätöjärjestelmiin.

Uudemmillle, tyyppiä 213 oleville 3- ja 4-yksiköille tehtyt laitosmuutokset eivät juu-

rikaan olleet vierailun aikana esillä. Näillekin yksiköille on kuitenkin tehty parannuksia mm. primääripiirin laitteiden maanjäristyslukuokitukseen, palosammutuslaitteisiin ja valvomoiden ilmastointiin liittyen.

Modernisointien yhteydessä on parannettu myös reaktorin ns. hermeettisen suojavaikkeen tiiveyttä ja kestävyyttä, mutta sen paremmin 1. ja 2. kuin 3. tai 4. reaktoriin ei kuitenkaan ole varsinainen täyspainaisen suojarakennuksen ympäröimä. Suojavyöhykkeen paineenalennusjärjestelmän (paine puretaan vesipetien läpi erillisiin enemmän tai vähemmän tiiviisiin tilavuuksiin) avulla pitäisi laitoksen selvitä suuresta jäädytteenmenetysonnettomuudesta. Vakavampia onnettomuuksia varten ei ole suunnitelmia.

... mutta turhaanko, eli miltä tulevaisuus näyttää?

Laitoksella oltiin V1:n modernisointiin erittäin tyytyväisiä, eivätkä isäntämme suostuneet ainakaan ääneen tunnistamaan yhtään teknistä syytä, jonka nojalla 1- ja 2-yksikön sulkemispäätökset olisivat perusteltavissa. Puheissa viitattiin useaan otteeseen IAEA:n ja WENRA:n raportteihin, joista löytyisi tukea sille, että laitosyksiköt täyttävät nykyisellään kaikki kansainväliset turvallisuusstandardit. Erityisesti Slovakian lähi-naapurit tuntuvat kuitenkin löytävän sulkemiselle myös teknisiä perusteita.

Niin tai näin, Slovakian hallitus on kuitenkin vuonna 1999 päättänyt sulkea 1-yksikön vuonna 2006 ja 2-yksikön vuonna 2008. Itse asiassa hallitus päätti jo 1994 kertaalleen, että nämä yksiköt suljettaisiin vuoteen 2000 mennessä. Tästä päätöksestä kuitenkin livettiin ja yksiköt modernisoitiin.

Sulkeminen tuli uudelleen ajankohtaiseksi Euroopan Komission ns. Agenda 2000:ssa, eli suunnitelmassa koskien Euroopan Unionin laajentumista. Tämän suunnitelman mukaan 1- ja 2-yksiköt eivät ole siinä määrin modernisoitavissa, että ne olisivat EU:ssa lisensoitavissa, ja Slovakian EU:hun liittymisen edellytykseksi asetettiin realistinen suunnitelma laitosyksiköiden nopeaksi sulkemiseksi.

V1-laitoksen sulkeminen poistaisi 880 MW, eli 11%, maan 7800 MW:n sähkön tuotantokapasiteetista. Samaan aikaan hallitus on vapauttamassa sähkön hinnanmuodostusta kilpailulle ja yksityistämässä valtion omistuksessa olevia strategisia yrityksiä, näiden joukossa myös 100%:sti val-



Budapestin yliopiston Bogdam Jamanji.

tion omistamaa SE:tä, jolle myös Jaslovské Bohunicen laitokset kuuluvat.

Parlamentin kolme oppositiopuoluetta vastustavat hallituksen sulkemispäätöstä. Nykyinen hallitus, jonka on sanottu voittaneen vaalit EU-myönteisyydellään, ajaa läpi kovia oikeistolaisia uudistuksia, mikä saattaa näkyä seuraavissa vuoden 2006 vaaliluoksissa.

Jos oppositiopuolueet voittavat vuoden 2006 vaalit, miten mahtaa käydä Bohunicen V1-laitosyksiköiden sulkemiselle. Se jää nähtäväksi.

Laitoksella oltiin kuitenkin jo nyt poliittisen pelin katkeroittamia ja SE:ssä odotettiin pelonsekaisin tuntein uusia, mahdollisesti tsekkiläisiä, venäläisiä, amerikkalaisia, itävaltalaisia, saksalaisia, belgialaisia, italialaisia tai englantilaisia omistajia.



Bratislavan yliopiston Vladimir Slugen.

Paksin ydinvoimalaitos

Paksin hieno historia ja kovat koettelemukset



Paksin ydinvoimalaitos sijaitsee Keski-Unkarissa, noin 120 kilometriä Budapestista etelään. Ydinvoimalaitoksessa on neljä venäläisvalmisteista VVER-440/213 -tyypin reaktoria. Ydinvoimalaitoksia alettiin suunnitella vuonna 1966, mutta ensimmäinen laitos aloitti toimintansa vasta 1983. Loput laitokset valmistuivat vuoteen 1988 mennessä.

Laitosten sähkötehoa on nostettu alkuperäisestä 440 MW tehosta. Paks 1:n teho on nykyään 470 MW ja muiden kolmen yksikön 460 MW. Lämpöteho on edelleen alkuperäinen 1375 MW. Laitosten yhteisteho 1850 MW vastaa n. 40 % Unkarin nykyisestä sähköntarpeesta. Paksin laitokset ottavat jäähdytysvetensä Tonavasta, joten Paksiin ei ole rakennettu Keski-Euroopan laitoksille tyypillisiä jäähdytystorneja. Paksin ydinvoimalassa on töissä n. 2700 henkilöä.

Paksin ydinvoimalaitokset ovat perustyyppiltään samanlaisia kuin Loviisan ydinvoimalaitokset. Merkittävin ero laitosten välillä on Paksissa käytössä oleva bubbler condenser -tyyppinen suojarakennus (engl. confinement).

Loviisa 1 ja 2 ovatkin ainoat länsimaisella suojarakennuksella varustetut VVER-440 -laitokset maailmassa. Bubbler condenser -suojarakennuksen toiminta perustuu suureen tilavuuteen ja höyryn lauhtumiseen vesialtaisiin. Lisäksi Paksin laitokset on raken-

nettu parilaitoksina, joissa kaksi reaktoria on sijoitettu samaan halliin.

Länsimaisen suojarakennuksen puuttuminen ei ole kuitenkaan este laitoksen turvallisuudelle käytölle IAEA:n ja WENRA:n (Western European Nuclear Regulator's Association) arviointien mukaan.

WENRA:n raportissa vuodelta 2000 Paksin laitos todetaankin turvallisuudeltaan hyväksi.

Paksin laitoksissa on suoritettu laaja modernisointi 1990-luvun puolivälistä alkaen.

Mm. turva-automaatio on vaihdettu kokonaan digitaaliseksi.

Paksin laitokset ovat olleet varmatoimisia venäläisvalmisteisia ydinvoimalaitoksia maailmassa. Tarkasteltaessa laitoksen koko käyttöikä Paks 4 oli vuonna 2002 19. sijalla maailmassa 86,5 % käyttökertoimella. Myös muut Paksin laitokset ovat neljäkymmenen parhaan joukossa (vertailun vuoksi samassa tilastossa TVO 1 89,2 % (4.), TVO 2 88,8 % (5.) ja Loviisa 2 87,4 % (14.)).

Paksissa yksi polttoainenippu on reaktorissa yhteensä 4 vuotta. Vuoteen 1995 asti käytetty polttoaine vietiin Venäjälle. Paksissa sijaitsee laitoksen oma 1996 valmistunut polttoaineen välivarasto, jota voidaan laajentaa tarvittaessa. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta ei ole tehty päätöstä. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen sijoituspaikaksi kaavaillaan Bataapatia Lounais-Unkarissa.

Tutustuminen Paksiin

Paksissa ohjelmaan kuului käynti vierailukeskuksessa ja kunnossapidon koulutuskeskuksessa, lyhyt laitoskierron sekä esitys Paksin polttoainevauriosta. Varsinainen laitoskierron rajoittui käyntiin turbiinihallissa. Toisin kuin Slovakian Bohunicessa valvomoon ja reaktorihalliin ei ollut mahdollista päästä. Niihin tutustuminen oli mahdollista ainoastaan lasikäytävästä katselemalla. Kaikista Paksin tiloista, joihin pääsimme tutustumaan, jäi siisti ja hyväkuntoinen vaikutelma.

Paksin koulutuskeskuksen erikoisuutena on kunnossapidon koulutuskeskus (Maintenance Training Center), jonne on koottu käyttämättömiä VVER-440 -laitosten keskeisimpiä komponentteja. Vierailijat ja koulutettavat pääsevät sisätiloissa tutustumaan aivan lähietäisyydeltä mm. reaktoripaineastian, höyrystymien ja pääkiertopumppujen rakenteeseen. Komponenttien rakenteeseen tutustumisen lisäksi tiloja voidaan käyttää kunnossapidon työmenetelmien kehittämiseen. Suurin osa komponenteista on peräisin Zarnowiecista Puolasta, jossa voimalaitoksen rakennustyöt keskeytettiin 1990. Keskusten rahoittamiseen on saatu apua IAEA:lta, Yhdysvalloilta ja EU:lta.

Erityisesti Loviisan ydinvoimalaitoksen kanssa työskenteleville kunnossapidon koulutuskeskukseen tutustuminen oli puhtaasti ammattitaidonkin kannalta hyödyllistä, mutta kiinnostusta näytti riittävän koko eks-



Paksin ydinvoimalaitos.

kursiojoukolla. Alkuperäisestä ekskursio-ohjelmasta poiketen aikaa ei valitettavasti riittänyt Paksin koulutussimulaattoriin tutustumiselle. Paksissa on suomalais-unkarilaisena yhteistyönä 1980-luvun loppupuolella kehitetty täysimittakaavainen koulutussimulaattori. Varsinainen simulaattorikoulutus on aloitettu Paksissa 1990-luvun alussa. Varsinaisen koulutuksen lisäksi simulaattoria on käytetty mm. uuden reaktorisuojausjärjestelmän testaamisessa, prosessitietojärjestelmän uusinnassa ja uusien hätätilanneohjeiden kehittämisessä.

Polttoainenippujen vaurioituminen

Paksin voimalaitoksella tapahtui 30 polttoainenipun erän rikkoutuminen vuosihuollon yhteydessä tehdyssä polttoaineen puhdistusoperaatioissa 10.4.2003. Kansainvälisellä INES-asteikolla tapahtuma luokiteltiin aluksi luokkaan 2, mutta myöhemmin INES-luokitus korotettiin luokaksi 3 eli vakavaksi turvallisuuteen vaikuttavaksi tapahtumaksi. Päästöt ympäristöön jäivät vähäisiksi eikä henkilövahinkoja tapahtunut.



Budapest yo:n koereaktori ulkopäin.

Paksin 1, 2 ja 3 -yksiköillä on tehty höyrystimien dekontaminointeja syöttövesijakajien uusinnan vuoksi. Dekontaminoinnin seurauksena primääripiirin korroosiotuotteita on kertynyt polttoaine-elementteihin, mikä on estänyt jäähdytysveden virtausta. Reaktorin tehoa on jouduttu laskemaan lämpötilojen pitämiseksi hyväksyttävänä tukkeutuneissa nipuissa.

1990-luvun lopussa Siemens KWU kehitti kemiallisen puhdistuslaitteiston, jolla pystyttiin puhdistamaan kerrallaan seitsemän nippua. Vuosina 2000-2001 laitteistolla puhdistettiin yhteensä 170 nippua. Puhdistuskapasiteettia tarvittiin kuitenkin lisää, ja maaliskuussa 2003 Framatome ANP:n toimittama uusi 30 nipun puhdistuslaitteisto asennettiin Paks 2:lle varastoaltaaseen.

Puhdistuslaitteisto koostui puhdistussäiliöstä sekä erillisistä puhdistus- ja jäähdytyspiireistä. Laitteistolla oli ennen vaurion tapahtumista ehditty puhdistaa viisi polttoaine-erää. Kuudennen erän kohdalla säiliön aukaiseminen puhdistuksen jälkeen viivästyi ja laitteisto kytkettiin jäähdytyskierrolle. Jäähdytys ei kuitenkaan ollut riittävä, ja säiliön lämpötila alkoi nousta ja vesi haihtua aiheuttaen polttoaineen lämpötilan nopean

nousun. Noin kuusi tuntia jäähdytyskierrolle kytkemisen jälkeen havaittiin säteilymitauksissa nousua. Syyksi epäiltiin vuotavaa nippua, joka päätettiin poistaa. Kannen raotessa kylmä vesi pääsi kosketuksiin kuumien polttoaineen kanssa, jolloin polttoainepiput vaurioituivat. Kannen avaaminen keskeytyi nostovaijerin katketessa, ja kansi saatiin auki vasta 16.4.2003, jolloin nippujen vaurioita päästiin kunnolla arvioimaan. Tällöin INES-luokitus korotettiin luokkaan 3.

Puutteellisen jäähdytyksen mahdollisiksi syyksi on esitetty luonnonkierron toimimattomuutta, polttoaine-elementtien paineentasausreikien kautta kulkenutta virtausta, yhden polttoaine-elementin tukkeutumista ja jäähdytyskierron puutteellista kaasunpoistoa.

Altaan jäähdytys hoidetaan tällä hetkellä laitoksen kiinteisiin järjestelmiin kuuluvalla järjestelmällä. Altaan booripitoisuutta on nostettu sen varmistamiseksi, ettei kriittisyyttä pääse tapahtumaan. Vaikka Paks 1:llä ja 2:lla on yhteinen reaktorihalli, Paks 1:n käyttöä on pystytty jatkamaan.

IAEA:n kesäkuussa tekemässä riippumattomassa tarkastuksessa löydettiin parannettavaa niin Paksin voimalaitoksen, Fra-

matome ANP:n kuin Unkarin ydinturvallisuusviranomaisen HAEA:n toiminnassa. Paks on tehnyt sopimuksen venäläisen TVEL:in kanssa vaurioituneen polttoaineen poistamisesta. Työn arvioidaan valmistuvan vuoden 2005 alkupuolella.

Neuvottelut vastuun jakamisesta Paksin laitoksen ja Framatome ANP:n välillä jatkuvat. Paks 2:n tuotannonmenetyksen arvon on arvioitu olevan n. 200000 euroa päivässä. Paksin edustajien mukaan pahinta tapahtumassa on kuitenkin ollut laitoksen tähänastisen hyvän maineen menettäminen.

Paksin polttoainevaurio on jäänyt varsin vähäiselle huomiolle muiden maiden tiedotusvälineissä. Sen sijaan paikallisissa tiedotusvälineissä asia on ollut erittäin voimakkaasti esillä. ■

Tapahtumasta löytyy runsaasti lisätietoa mm. Paksin laitoksen, HAEA:n sekä IAEA:n verkkosivuilta (<http://www.npp.hu>, <http://www.haea.gov.hu/english/>, <http://www.iaea.org>).

Paksin Suomi-seura — *vankat yhteydet Loviisaan*



Budapestin yö oli kuuma – ainakin tunnelmaltaan...

Etelä-Unkarissa sijaitsevassa Paksin kaupungissa on noin 20 000 asukasta. Asukkaista suuri osa työskentelee läheisessä ydinvoimalaitoksessa. Laitokset ovat tyypiltään Fortum Power & Heat:n Loviisan voimalaitosten kaltaisia VVER 440 painevesireaktoreita. Paksilaisilla ja loviisalaisilla on yhteyksiä toisiinsa muissakin kuin ydinvoimaan liittyvissä asioissa. Paksissa nimittäin toimii Suomi-seura, jolla on vankat siteet Loviisan Unkari-seuraan. Seurat perustettiin kymmenen vuotta sitten paksilaisten aloitteesta. Jäseniä Paksin Suomi-seurassa on kaikkiaan noin sata, joista parikymmentä on aktiivijäseniä. Moni Paksin Suomi-seuran jäsen on vierailut Suomessa ja Loviisassa, jotkut useammankin kerran. Loviisan Unkari-seura on tehnyt myös vastavierailun Paksiin, ja tarkoituksena on järjestää ensi vuonna seuran 10-vuotisjuhla Paksissa.

Paksin suomiseuralaiset tapaavat kuukausittain, jolloin he tutustuvat suomalaiseen kulttuuriin mm. erilaisten esitelmien myötä. He järjestävät myös erilaisia teema-tapahtumia, valmistavat yhdessä suomalais-

ta ruokaa tai vaikkapa saunovat! Sauna on tullut tutuksi kaikille seuran jäsenille ja yhdellä jäsenistä on jopa oma sauna, mikä ei ole ihan tavallista Unkarissa.

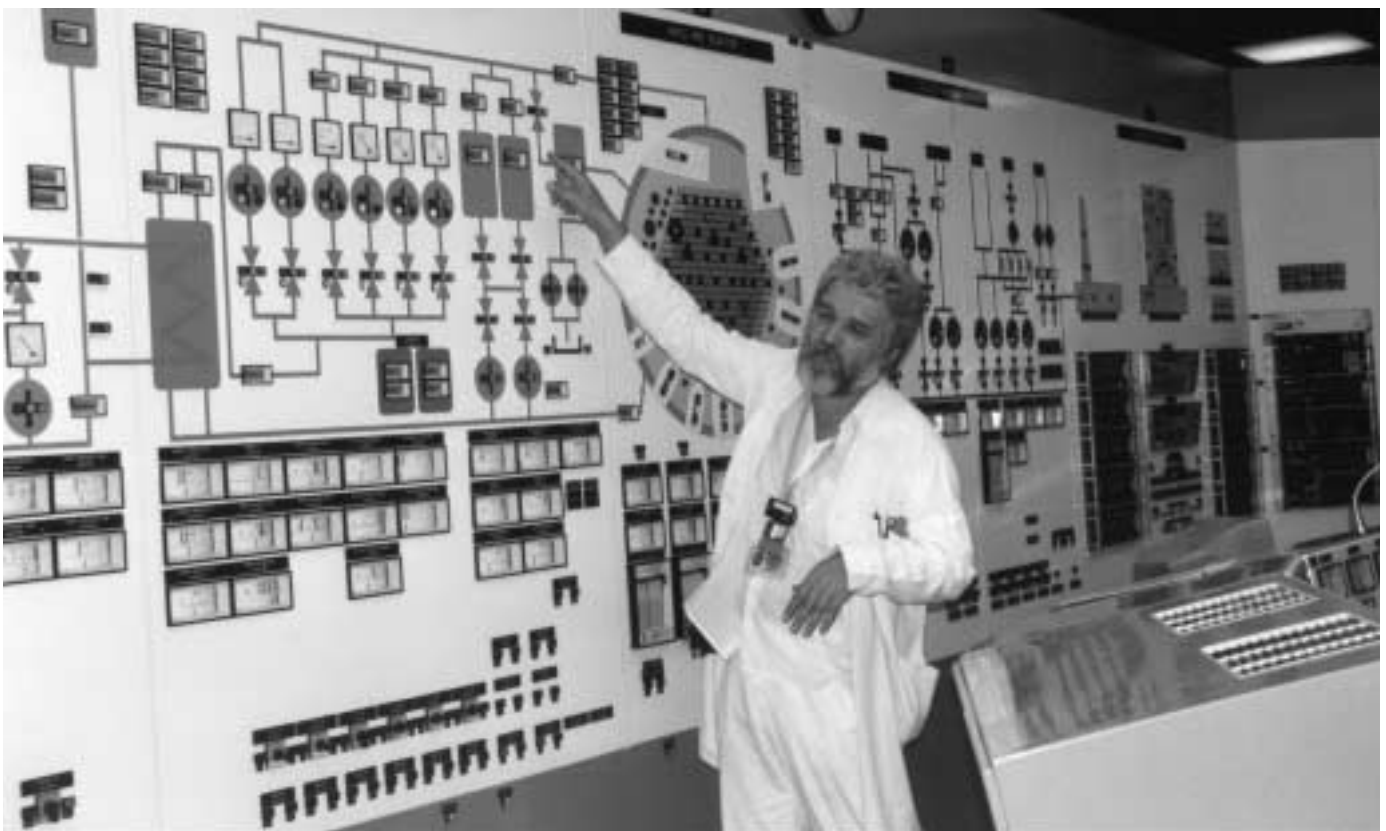
Suomi-seuran puheenjohtajan Blazsek Balázsin mukaan suomalaiset ovat tuttu näky Paksin katukuvassa. Tänäkin vuonna Paksiin saapuu suomalainen joulupukki. Pukki ei saavu Paksiin Korvatunturilta vaan Loviisasta. Arvi Vaittinen on toiminut Paksin Suomi-seuran ”virkaatekevänä” joulupukkina jo useiden vuosien ajan.

Suomen ATS:n jäsenillä oli kunnia tulla kutsutuksi Paksin Suomi-seuran järjestämään viininmaistajaistilaisuuteen. Tilaisuus pidettiin viinintuottaja Szedmák István viinikellarin tiloissa. Maukkaan ruuan lisäksi saimme tilaisuuden maistaa toista kymmentä toinen toistaan parempaa viiniä. ■



Budapestin yliopistolla.

Slovakian tutkimuskeskusten TYÖN TULOKSET OVAT HYVIÄ resursseihin nähden



Ekskursiolla ydinalan opetukseen ja tutkimukseen Slovakiassa ja Unkarissa oli mahdollisuus tutustua Slovakian teknillisessä yliopistossa Bratislavassa, Budapestin yliopistossa ja KFKI:n tutkimuskeskuksessa Budapestissä.

Keskiviikkoamuna suunnistimme Bratislavan teknillisen yliopiston ydinfysiikan ja -tekniikan osastolle, jossa osaston johtaja professori Jozef Lipka toivotti meidät tervetulleiksi. Osaston laboratorioiden esittelyn piti apulaisprofessori Vladimir Slugen. Osastolla annetaan monipuolista opetusta ydintekniikan alalla ja myös tutkimusta on kehitetty

moneen suuntaan. Laitoksella on mm. radioisotooppi-, neutronifysiikan-, PET-tekniikan- ja radioekologianlaboratoriot.

Ydinfysiikan ja -tekniikan opetuksessa käytetään osaston oman laboratorion laitteiden lisäksi myös naapurimaissa olevia laitteita, kuten Budapestin yliopistolla sijaitsevaa kooreaktoria. Tämä onkin varsin luontevaa, sillä Slovakiaan ei 20 vuoden ponniste-

luista huolimatta ole saatu omaa kooreaktoria. Kommunistaikaan asiat etenivät huonosti ja yliopistolla oli kova rahapula. Maan irtauduttua Tsekkoslovakiasta yliopisto alkoi saada erilaisia avustuksia mm. EU:sta ja reaktorin rakentaminen olisi kenties ollut taloudellisesti mahdollista, mutta naapurimaat alkoivat vastustaa kooreaktorin rakentamista.

Kuten apulaisprofessori Slugen kertoi myös Slovakiassa ollaan kiinnostuttu kaikkien ENEN-maiden kattavasta yhteisestä ydintekniikan alan yliopistokoulutuksesta. Slugenin huolena oli kuitenkin sellaisten maiden osallistuminen yhteiseen koulutukseen, joilla ei itsellään ole omaa ydintekniikan koulutusta tai ei tarpeeksi opiskelijoita kattamaan oman maan tarpeita. Hänen mielestään olisi varsin hankala tilanne, jos esim. puolet slovakialaisista ydintekniikan opiskelijoista päätyisivät töihin muualle Eurooppaan ja maan omat laitokset jäisivät ilman uusia insinöörejä. Tämän takia hän peräänkuulutti myös suomalaisen osaamisen ja alan koulutuksen ylläpitoa useissa kansallisissa yliopistoissa.

Slovakiassa ei ole ollut ongelmana houkutella alalle uusia opiskelijoita. Edes EU:hun liittymisen ehtona ollut Bohunicen ydinvoimalaitoksen kahden yksikön sulkeminen ei ole pudottanut opiskelijoiden määrää. Pelkästään ydinfysiikan ja -tekniikan osastolle tulee vuosittain 10-20 uutta opiskelijaa, joiden lisäksi alalle valmistuu ihmisiä myös radiokemian ja voimalaitostekniikan osastoilta. Osastolla on myös kymmenkunta jatko-opiskelijaa, joista yksi on koko Slovakian osuuden ajan isäntänämme toiminnut Milos Lascek.

Slovakian yliopiston hiukkaskiihdytinlaboratorio

Ydinfysiikan ja -tekniikan osaston yleisesittelyn jälkeen siirryimme unettomuuttakin aiheuttaneella julkisella liikennevälineellä eli raitiovaunulla aivan Bratislavan keskustassa sijaitsevaan hiukkaskiihdytinlaboratorioon. Laboratorion johtaja Peter Kovacs esitteli meille laboratorion laitteistoa ja viimeaikaisia tutkimushankkeita.

Tällä hetkellä hiukkassuihkuja tuotetaan 1 MV:n kiihdytysjännitteellä toimivalla lineaarikiihdyttimellä. Kiihdyttimen jännite tuotetaan kuudella kaskadikytketyllä kiihdytinputkella ja kiihdytettävänä partikkeleina voidaan käyttää mm. elektroneja ja Helium-atomeja (alfa-hiukkasia). Kiihdyttimen alapuolella olevassa tilassa hiukkassuihku voidaan kohdistaa erilaisiin kohtioihin magneettien avulla.

Kiihdyttimen avulla on tutkittu erilaisten materiaalien kestävyyttä reaktoriolosuhteissa. Esimerkkinä voidaan mainita alfa- ja beta- hiukkasten sekä raskaiden ytimien vaikutuksen tutkimista fuusioreaktori ITER:n lämmönsiirtoseinämään.



Bratislavan yliopiston professori Josef Lipka sai viirin.

Lisäksi laboratorio on tutkinut puolijohdeiden rakennetta erittäin tarkalla heliumdiffraktiomenetelmällä. Kiihdyttimen vuosittainen käyttöaika on noin 1500 tuntia, joten laitteella on varsin hyvä käyttöaste, kun muistetaan, että laitteiden kalibrointeja tms. ei voi tehdä kokeiden kanssa yhtä aikaa. Kiihdyttimen ongelmana on sen varsin pieni kiihdytysjännite, nimittäin maailmalla on useimmiten käytössä 2 MV:n jännitteellä toimivia laitteita, joiden erotuskyky erilaisissa diffraktiokokeissa on parempi.

Laboratorio on saamassa uuden suuremman kiihdyttimen, jonka tekniikka on kotoisin Venäjältä. Yliopisto saa laitteen periaatteessa ilmaiseksi, sillä laitetoimituksella lyhennetään neuvostoajalta peräisin olevaa Venäjän valtion velkaa Slovakialle. Laboratorion johtajalla oli kuitenkin paha aavistus, että laboratorion riippumattomuus ja itsenäisyys voivat olla uhattuna tilanteessa, jossa laite saadaan Venäjältä ja monet instrumentit ja mittalaitteet saadaan EU:lta tai muilta länsimaailmalta organisaatioilta.

KFKI

Budapestiin saavuttiin Paksin voimalaitokselta tarkoituksena mennä tutustumaan unkarilaiselta nimeltään Központi Fizikai

Kutató Intézet olevaan tutkimuskeskukseen, jonka ensimmäinen laitos, fysiikan tutkimuskeskus perustettiin 1950. Tutkimuskeskus sijaitsee kukkuloilla noin 10 km päässä Budapestin keskustasta. Tutkimuskeskuksesta käytetään normaalisti lyhennettyä nimeä KFKI. Pienen harailun takia Budapestissa KFKI:n tutkimuskeskukseen saavuttiin hieman aikataulusta myöhässä, joten vierailuaika laitoksen tiloissa jäi hieman lyhyemmäksi kuin alun perin oli suunniteltu.

KFKI Atomic Energy Research Institute:n (AEKI) tärkeimmät tutkimusalueet ovat reaktorifysiikka, termohydrauliikka, polttoaineen- ja materiaalien käyttäytyminen, informaatioon liittyvät alueet simulaattori, reaktorisydämen monitorointi, lääketieteen sovellukset sekä ympäristötutkimus.

Ensimmäisenä tutustumiskohteena oli 1962 toimintansa aloittanut Neuvostoliitosta ostettu painevesityyppinen tutkimusreaktori. Tutkimusreaktorin alkuperäinen termien teho oli 2 MW, jota korotettiin ensin 5 MW:iin ja myöhemmin 10 MW:iin. Polttoaineena käytetään 36%:ksi rikastettua uraanidioksidia ja polttoaineen suojakuori on valmistettu alumiinista. Polttoaine-elementtejä reaktorissa on 227 kpl ja polttoaineen massa on 80 kg. Sydämen aktiivisen osan korkeus on 60 cm. Reaktorista poistet-



PMK2:n tutkimuslaitteisto muistutti meidän PACTEL:ia.

tua polttoainetta pidetään vesialtaissa jäähtymässä 6 vuotta, jonka jälkeen se siirretään kuivasäilöön. Loppusijoituspaikka tulee luultavasti olemaan sama kuin Paksin voimalaitoksen käytetyn polttoaineen. Neutronitehon sammuttamiseksi reaktorissa on 3 automaattista pikasulkusauvaa, joista yksi-kin riittää reaktorin pikasulkuun.

Kokeellista toimintaa tehdään reaktorissa olevien 10 säteilytyskanavalla, joista 2 on tarkoitettu käytettäväksi nopeiden neutronien alueella. Tutkimusreaktorin ympärillä oleva tutkimustoiminta on viimeaikoina keskittynyt lähinnä materiaali- ja polttoainetutkimukseen sekä lääketieteellisten isotooppien tuotantoon.

Toisena tutustuttiin AEKI:n termohydrauliikkaosaston PMK-2 -koelaitteistoon, joka on hyvin samantapainen kuin Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa oleva PACTEL -koelaitteisto. Laitteiston tilavuussuhde on 1:2070, mutta korkeussuhteet mal-

linnettu 1:1, jotta gravitaation vaikutukset virtausolosuhteisiin säilyvät.

PMK-2 simuloi Paksin VVER-440/213 tyyppistä ydinvoimalaitosta ja jäähtytteen lämpötila ja paine ovat samat kuin voimalaitoksessakin. Sydämen muodostaa 19 sähkölämmitteistä sauvaa. VVER-440 -laitoksen 6 kiertopiiriä on koelaitteistossa korvattu yhdellä kiertopiirillä. PMK-2:n suunnittelu ja rakentaminen aloitettiin 1980-luvun alussa ja primääripiirin malli saatiin käyttöön 1985. Nykyiseen muotoonsa koelaitteisto päivitettiin 1990, jolloin mukaan tuli myös sekundääripuolen laitteita. PMK-2:lla ja sen vanhemmalla versiolla (PMK-NVH) on tehty yli 60 erilaista koesarjaa, joista suurinta osaa on käytetty koodien kelpoistamiseen.

Kolmantena kohteena tuli yllättäen mahdolliseksi käydä tutustumassa dosimetrialaboratorioon. Laboratorioissa on suunniteltu erilaisia dosimetrejä ja niiden lukemiseen

tarvittavia laitteita jo 30 vuotta. Laboratorion tutkimus on keskittynyt ja keskittyy edelleen avaruuslentojen dosimetriaan. Dosimetrialaitteistoja on toimitettu aikoinaan avaruusasema MIR:lle. Myös Euroopan avaruushallinto (ESA) on tilannut laboratoriolta dosimetrejä ja lukijalaitteita uudelle kansainväliselle ISS-avaruusasemalle. Laboratorion uudella kannettavalla dosimetri /lukija- laitteistolla on tehty ISS:llä yli 1000 mittauksen koesarja, joka osoitti, että laitteisto on luotettava kaikissa olosuhteissa. Laitteiston mittausalue on 1 mikroSievertistä 10 Sieverttiin energia-alueella joka ulottuu peräti 3 GeV asti.

Budapestin tekniikan ja talouden yliopisto

KFKI:n vierailun ja pikaisen lounaan jälkeen tutustuimme keskellä kaupunkia olevan Budapestin tekniikan ja talouden yli-

opiston kooreaktoriin sekä yliopiston ydintekniikan opetukseen. Kuten professori Csaba Sükösd mainitsi, Unkarissa on pitkät ja kunniaakkaat perinteet ydintekniikan opetuksessa ja tutkimuksessa: nimet Eugene Wigner, Edward Teller ja Leo Szilárd ovat varmasti tuttuja kaikille alan historiaa tunteville.

Osaston opetus on nykyisinkin varsin monipuolista ja opiskelijoista ei ole pulaa kuten länsimaissa. Tällä hetkellä osastolla on 45 työntekijää ja kymmenkunta jatko-opiskelijaa, jotka keskittyvät mm. termohydrauliikkaan, virtauslaskentaan, reaktori-fysiikkaan, radiokemiaan jne. Tärkeitä tutkimushankkeita ovat mm. sula-suolareaktorin periaatteellinen mallintaminen ja laskenta, Paks:n voimalaitoksen käyttöä ja lisensointia tukevat termohydrauliikkalaskut ja Paksissa tapahtuneen onnettomuuden kriittisyyslaskut sekä voimalaitosten polttoaineen palamalaskut.

Tohtori Szabolcs Czifrus esitteli meille yliopistolla sijaitsevaa vuonna 1971 käyttöönotettua kooreaktoria, joka on unkarilaisista suunnittelua ja sen nominaaliteho on 100 kW. Reaktori on lähinnä opetus- ja tutkimuskäytössä, mutta sillä voidaan tuottaa myös radioisotoopeja sairaalakäyttöön. Yliopiston fysiikan ja lääketieteen tiedekuntien yhteistyönä on myös tutkittu BNCT (Boron neutron capture therapy)-hoidossa käytettävän neutronisuihkun kollimointia ja neutronien termalisointia erilaisilla materiaaleilla. Neutroniterapiahoitoja reaktorilla ei kuitenkaan ole suoritettu. Reaktoria on aktiivisesti kunnostettu mm. automaation osalta. Seuraavaa lisensointia varten joudutaan kuitenkin tekemään lisää turvallisuustyötä: vaikka reaktori on luontaisesti erittäin turvallinen, on siihen ilmeisesti lisättävä ainakin yksi pikasulkusauva.



Budapestin kooreaktorin Szabolcs Czifrus vastaanotti ATS:n viirin.



Bratislavan yliopistolla.

ATS

Syysseminaari 2003

Suomen Atomiteknillisen Seuran syysseminaari järjestettiin 24. marraskuuta perinteiseen tapaan Helsingissä Lord Hotellin juhlasalissa. Paikalle oli saapunut noin sata seuran jäsentä.

Maineikkaalle hotellille vuosi 2003 oli juhluvuosi, sillä Vanha Poli -nimellä tunnettu rakennus vihittiin käyttöön sata vuotta sitten, loka-kuun lopussa 1903. Rakennuksen suunnittelivat aikoinaan Walther Thomé ja Karl Lundahl, ja se toimi teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan osakuntarakennuksena 60-luvun loppupuolelle saakka. Lisää tietoa rakennuksen ja hotellin historiasta löytyy hotellin [www-sivuilta](http://www.sivuilta) osoitteesta www.lordhotel.fi.

Seminaari oli aiheiltaan tulevaisuuteen suuntautunut. ATS:n puheenjohtajan Antti Piirron avauspuheenvuoron jälkeen kuultiin kaksi esitystä uudesta ydinvoimayksiköstä, jonka nimi oli tarkentunut sitten edellisvuoden seminaarin FIN 5:stä Olkiluoto 3:ksi. Eero Patrakka TVO:sta kertasi lyhyesti hankkeen eri vaiheita, ja käsitteli tarkemmin kilpailuvaihetta. Teollisuuden Voimahan oli ilmoittanut reilu viikko ennen seminaaria että laitospaikaksi on valittu Olkiluoto, ja että neuvotteluja jatketaan ensisijaisesti Framatome ANP:n ja Siemens AG:n jättämän EPR-laitosta koskevan tarjouksen pohjalta. Kuten arvata saattaa, yleisöllä oli paljon kysyttävää, mutta neuvottelujen ollessa edelleen kesken TVO ei valitettavasti voinut vastata kaikkeen mitä olisi haluttu tietää. Patrakkan esityksen jälkeen uuden laitosyksikön toteuttamisesta vastaavan projektiosaston johtaja Martin Landtman selitti kuinka varsinaiseen toteutusprojektiin on valmistauduttu.

Seuraavat kaksi esitelmää käsittelivät koulutusasioita. Kauko Yli-Antola (TVO) kertoi kuinka tiedon siirrosta uusille henkilöille huolehditaan TVO:ssa. Asiaan on paneuduttu, yhtiössä on muun muassa tehty



lukuisia opinnäytetöitä jotka käsittelevät oppimisasiota eri näkökulmista. Kyseessä on tärkeä asia, ei pelkästään alan ikärakenteen vaan myös Olkiluoto 3:n tarjoaman haasteen vuoksi; laitoshenkilöstö on pätevoidettävä ja luvittava projektin tiukan aikataulun mukaisesti, lisäksi on selvää että projektihenkilöstön ydinvoimaosaaminen on tärkeää projektin onnistumisen kannalta.

Toisen koulutusta käsittelevän esitelmän piti Lappeenrannan teknillisen yliopiston ydinenergiatekniikan professori Riitta Kyrki-Rajamäki, joka kertoi pääasiassa YK1-kurssista sekä alan kansainvälisistä koulutushankkeista. Kyrki-Rajamäki korosti että turvallisuuden ei saa tuodittautua, vaan sen eteen on tehtävä jatkuvaa työtä. Suomessa tehdyt periaatepäätökset ydinjätteiden loppusijoituksesta ja uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta asettavat koulutukselle ja tutkimukselle suuria haasteita. Ammattilaisia on löydettävä niin kauan

kuin laitosten käyttö ja jätteistä huolehtiminen vaativat.

Viimeisenä esityksenä kuultiin Fingrid Oyj:n Jyrki Uusitalon esitelmä Suomen kantaverkon siirtovarmuudesta. Aihe on ajankohtainen paitsi alkusyksyn sähkökatkosten niin myös uuden suuritehoisen laitosyksikön rakentamisen vuoksi. Yleisöä kiinnostikin kovin mikä on uuden yksikön vaikutus vaikkapa vaadittaviin reserveihin, ja esityksen jälkeen keskusteltiin innokkaasti monenlaisista aiheeseen liittyvistä kysymyksistä.

Keskustelu jatkui vapaamuotoisena perinteisessä cocktail-tilaisuudessa, jonka aluksi kohotettiin Antti Piirron johdolla malja sekä menneille että tulevaisuudelle. ■

Suurin osa syysseminaarissa pidetyistä esityksistä löytyy seuran [www-sivulla](http://www.sivulla) osoitteesta www.ats-fns.fi



Yleisö kuunteli esityksiä tarkkaavaisena.



Satavuotias Vanha Poli tarjosi komeat puitteet seminaarille ja cocktail-tilaisuudelle.

*Minna Tuomainen
VTT Prosessit
Tutkija
p. (09) 456 5787
minna.tuomainen@vtt.fi*



Eero Patrakka Kolumni



MISSION COMPLETED?

Mitä yhteistä on seuraavilla mailla: Argentiina, Etelä-Korea, Intia, Iran, Japani, Kiina, Romania, Slovakia, Suomi, Ukraina ja Venäjä? No tietenkin se, että kaikissa niissä on rakenteilla vähintään yksi ydinvoimala. Seurakunta on sekalainen, emmekä ehkä tunne oloamme aivan kotoisaksi siinä joukossa. EU:n nykyisistä ja tulevista jäsenmaista mukana ovat vain Suomi ja Slovakia. Tilanne muuttuu huomattavasti, jos Ranska ja Tseki päättävät ydinvoiman lisärakentamisesta. Italiakaan ei ole poissuljettu: syksyisen sähkökatkon jälkeen siellä on vakavissaan ryhdytty pohtimaan ydinvoiman uutta tuleamista.

Yleisesti ottaen tilanne rakkaassa Unionissamme on ydinvoiman – ja samalla energiahuollon – kannalta huono. Hämmästyin suorastaan säikähtäin, kun eräässä tilaisuudessa huomasin, kuinka alistuneita eurooppalaisten ydinvoimayhtiöiden edustajat ovat ydinvoiman tulevaisuudesta puhuttaessa. Jo kohta kaksi vuosikymmentä jatkunut ydinenergian mustamaalaus on aiheuttanut sen, että alankin ihmisiltä on mennyt usko siihen, että ydinvoimalla olisi merkitystä tulevaisuuden sähkön tuotannossa. Poliittisen kehityksen tuloksenahan esimerkiksi Ruotsissa, Saksassa, Belgiassa ja Hollannissa korkeintaan puhutaan ydinvoimaloiden käytöstäpoiston aikataulusta. Eikä Britanniassa ja Espanjassakaan kukaan usko lisärakentamiseen.

Tuulella ei ole ystävää – lauletaan, mutta energia-alalla ystäviä tuntuu riittävän. Usko tuulivoimaan ja muihin uusiutuviin energialähteisiin on vankkumaton ja ainakin ydinvoiman poissulkeva laajoissa vakavasti ajattelevissa EU-kansalaispiireissä. Asiain tilaa on murehdittu monissa järjestöissä ja niiden lukuisissa työryhmissä, ja lukuisa on ollut niiden julkilausumienkin määrä, joissa asiaan on otettu kantaa. Kaikki tämä on tarpeellista ja jopa välttämätöntä työtä, joka ei kuitenkaan tekijänsä heti kiitä. Kiitosta voidaan joutua odottamaan jonkin aikaa, onhan kyseessä uskon, ei tiedon asia. Jossain vaiheessa syntyy kuitenkin tarve uskonpuhdistukselle, ja silloin on kysyntää vaihtoehtoisillekin näkemyksille. Sitä ennen ei auta muu kuin pohjustaa uutta energia-

kenttää, jolla ydinvoima esiintyy tasavertaisena ja arvonsa mukaisessa asemassa.

Kaikki muistamme mahtipontisen Mission Completed -lakanan, jolla juhlistettiin George W. Bushin puhetta Irakin sodan ”päätyttyä” viime keväänä. Viimeistään nyt on selvää, että tuo missio kestää vielä kauan. Me suomalaiset emme ole aivan yhtä sotaisia kuin herra W(ar), joten meidän missiommekin on rauhanomaisempaa laatua. Tässä ajattelen omaa Olkiluoto 3 -hankettamme, joka on onnistuneesti saatettu ensimmäiseen välietappiinsa (tai toiseen, jos periaatepäätös katsotaan ensimmäiseksi). Vaikka monet ovat huokaisseet helpotuksesta, varsinainen rankka työ on vasta edessä, ja lakanan levittelyyn on aihetta vasta vuosikymmenen lopulla.

Meidän hankkeemme voidaan tulkita myös osaksi eurooppalaista ydinvoimamissiota, joka toistaiseksi on aivan alkutekijöissään. Oikea missio toteutuu mielestäni vasta sitten, kun rakenteille on saatu Suomen kuudes ydinvoimala ja jokunen keskieuropalainenkin laitos. Tämän missiön toteuttaminen edellyttää niin oman valtiovaltamme kuin brysseliläisenkin valtakoneiston apua. Avun saanti vaan ei ole mitenkään itsestään selvää, niin paljon kapuloita on heitetty – ja on varattu heitettäväksi – energiavaljakon pyöriin. Jotta synkistelyni ei jäisi perustelematta, viittaan toisaalta Kioton pöytäkirjan ja toisaalta Århusin sopimuksen soveltamissuunnitelmiin. Edellinen mahdollistaa kotoisen erityisasemamme lopullisen romuttamisen ja jälkimmäinen voi estää kaikki järkevät investointihankkeet. Näin ei tarvitse käydä, riittää kun Suomen hallitus noudattaa ohjelmaansa. Mutta mikä on Euroopan Komission hallitusohjelma? ■

**Ydinvoimalaitosten automaatio,
turvallisuus ja simulointi
13.-15.04.2004**

Helsinki-Riika-Helsinki, Silja Opera

Seminaarin ohjelmassa

loppukäyttäjien, toimittajien ja
tutkimuslaitosten näkemykset
ydinvoimalaitosten automaatiosta,
turvallisuudesta ja simuloinnista.

Alustava ohjelma

<http://www.automaatioseura.fi>

Ilmoittautumiset 12.03.04 mennessä

Osallistumishinnat

- 550 EUR /hlö
- 500 EUR /hlö*

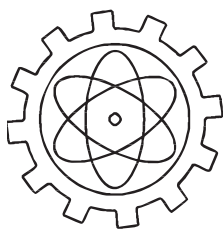
Hinnat sisältävät
seminaarin materiaalin,
majoituksen 2- hengen
hytissä, ohjelmassa
mainitut ruokailut ja
kiertoajelun Riikassa.

*Suomen Automaatioseuran
jäsenille



Järjestäjä
Suomen Automaatioseura ry
Asemapäällikönkatu 12 B
00520 Helsinki
Puh. 0201 9812 20
Fax 0201 9812 27
S-posti: office@atu.fi

SILJA LINE



**ATS
YDINTEKNIikka 2004**

Teemat:

- | | |
|--------|--|
| 1/2004 | Jäteasiat |
| 2/2004 | Säteily |
| 3/2004 | Olkiluoto 3,
tekniikka ja lisäsähkön
vaikutukset |
| 4/2004 | Ulkomaan ekskursionmatka |

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
Pohjoismainen Ydinvakuutuspooli
Teollisuuden Voima Oy
TVO Nuclear Services Oy
VTT Prosessit
VTT Tuotteet ja tuotanto
YIT Installaatiot

ATS internetissä:

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