

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA –

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



4/95, vol. 24

Tässä numerossa

Ydinvoiman murros Keski-Euroopassa	1
ATS:n ekskursio 1995 Tshekkiin, Itävaltaan ja Unkariin	2
Tshekin ydintutkimuslaitos Rez: Suunnitelmataloudesta kaupalliseksi yritykseksi	6
ATS vieraili Temelinin voimalatyömaalla	9
Skoda tunnettu ydinvoiman rakentaja	11
Turistina tutustumassa IAEA:n toimintaan	13
Unkarin ydintekninen seura	14
Vierailu Paksin ydinvoimalaitokselle	15
Ydintekniikkaa Tonavan rannalla ja Budan kukkuloilla	18
Ekskursioilla pitkät perinteet	22
INIS 25 vuotta	24
Lyhyesti maailmalta	26
English abstracts	26

ATS

YDINTEKNIikka

4/95, vol. 24

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura —
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

VUODEN 1995 TEEMAT

TOIMITUS

Päätoimittaja
Tkt Seppo Vuori
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5067

Erikoistoimittaja
FL Risto Paltemaa
Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
p. (90) 7598 8313

Erikoistoimittaja
DI Olli Nevander
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2613

Erikoistoimittaja
DI Tapio Saarenpää
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 4312

1/95

Ympäristö ja itänaapurin
ympäristöongelmat

2/95

EU:n antamat mahdollisuu-
det ja ydinvoima maailmal-
la

3/95

Suomen energiapolitiikan
arvot

JOHTOKUNTA

Pj. TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 3300

Tkt Ilari Aro
Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
p. (90) 7598 8296

Vpj. DI Pertti Salminen
Teollisuuden Energiailiitto
Eteläranta 12
00130 Helsinki
p. (90) 6689 3011

DI Eero Mattila
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2418

Rahastonhoitaja
TkL Eija Karita Puska
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5036

Tkt Seppo Vuori
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5067

Sihteeri DI Petra Lundström
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 5422

4/95

Ekskursio Tšekkiin, Itävaltaan
ja Unkariin

ILMOITUSHINNAT

1/1 sivua 2000 mk
1/2 sivua 1400 mk
1/4 sivua 1000 mk

TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka
c/o Petra Lundström
IVO International Oy
Rajatorpantie 8
01019 IVO
p. (90) 8561 5422 (suora)
telefax (90) 8561 3403

Osoitteenmuutokset pyyde-
tään ilmoittamaan yleissiht-
teeri Aarno Keskiselle.

Lehdessä julkaistut artikkelit
edustavat kirjoittajien omia
mielipiteitä, eikä niiden kai-
kissa suhteissa tarvitse vasta-
ta Suomen Atomiteknillisen
Seuran kantaa.

TOIMIHENKILÖT

Yleissihteeri
DI Aarno Keskinen
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2535

Ekskursios sihteeri
DI Tapio Saarenpää
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 4312

Kansainvälisten asioiden siht.
DI Jussi Palmu
Imatran Voima Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 4562

ISSN-0356-0473



Eero Patrakka

YDINVOIMAN MURROS KESKI-EUROOPASSA

ATS:n vuoden 1995 opintomatkan kohdealue oli ydintekniikan kannalta varsin mielenkiintoinen: Tshekki ja Unkari ovat siirtymässä sosialistisesta länsimaiseen ydintekniikkaan, ja Itävalta on hylännyt ydinvoiman käytön kokonaan. Keski-Euroopan opintomatka oli nimensä mukaisesti varsin opettavainen ja antoi osallistujille paljon ajattelemisen aihetta. Oma maamme on säästynyt sellaisilta ongelmilta, jotka ovat aiheutuneet ydinvoiman murrosajasta isäntämaissa.

TkL Eero Patrakka on Suomen Atomiteknillisen Seuran puheenjohtaja ja Teollisuuden Voima Oy:n kehitystoimiston päällikkö, p. (938) 381 3300.

Tshekkoslovakia aloitti ydintekniikan tutkimuksen jo 1950-luvulla. Prahan lähelle Reziin perustettiin tutkimuskeskus, ja ensimmäinen tutkimusreaktori otettiin käyttöön vuonna 1957. Vanhan teollisen perinteen maana Tshekkoslovakia halusi myös kehittää oman ydinvoimalatyypin. Bohuniceen rakennettu kaasujäähdytteinen raskasvesireaktori osoittautui kuitenkin epäonnistuneeksi. Tämän jälkeen turvauduttiin VVER-440-laitoksiin, joita rakennettiin yhteensä kahdeksan yksikköä.

Tshekkoslovakiassa oli keskeinen asema VVER-1000-laitosten rakentamisessa. SEV-maiden kesken sovitun työnjaon mukaisesti Tshekkoslovakia hoiti kotimaan lisäksi Puolan ja Unkarin, ja Skodan tehtailta Plzenissä tehtiin suuret investoinnit raskaaseen konepajateollisuuteen. Sosialismin romahtaminen 1990-luvun alkaessa muutti kuitenkin kaiken. Tehdyt tilaukset peruttiin, ja konepaja joutui etsimään uutta tuotantoalaa.

Ydintekniikan länsimaistuminen näkyy erityisen hyvin rakenteilla olevassa Temelinin VVER-1000-voimalaitoksessa. Polttoaineen suunnittelee ja valmistaa Westinghouse, ja sama yhtiö vastaa myös instrumentoinnista. Laitos rakennetaan länsimaisten normien mukaisesti. Temelinin uudet yksiköt saadaan käyttöön 1990-luvun lopulla.

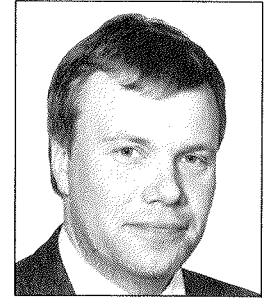
Unkarin ydinvoiman ja ydintekniikan historia on osittain samanlainen kuin Tshekkoslovakian. Fysiikan tutkimuslaitokseen KFKI:hin rakennettiin samanlainen Neuvostoliitosta hankittu tutkimusreaktori kuin Reziin. Lisäksi unkarilaiset suunnittelivat ja rakensivat itse 100 kW:n koulutusreaktorin Budapestin Teknilliseen korkeakouluun.

Unkarissa ei ole valmistavaa ydinteknistä teollisuutta. 1970-luvulla rekennetun Paksin ydinvoimala VVER-440-reaktorit toimitti Neuvostoliitto. Kunnossapitoa varten unkarilaiset ovat nyttemmin luoneet oman infrastruktuurin. Käytetyn polttoaineen palautus Venäjälle on loppunut, ja Paksin laitosalueelle on rakenteilla käytetyn polttoaineen kuivavarasto.

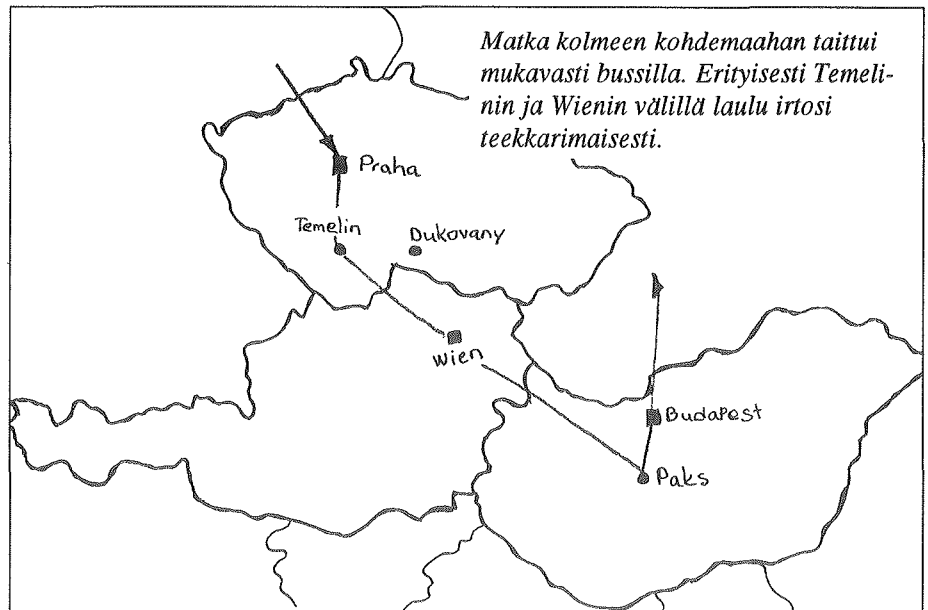
Paksissa panostetaan paljon sekä turvallisuuden kehittämiseen että PR-toimintaan. Laitoksella suoritettiin vuosina 1992–94 laaja turvallisuusarviointi, osa parannushankkeista on nyt käynnissä. PR-toiminnasta ajankohtaisena esimerkkinä oli vierailupäivänä avattu todella hieno vierailukeskus, jonka pihalla seisovat patsaat esittävät mm. kuuluisia unkarilaissyntyisiä ydinfysiikoita Szilard, Teller ja Wigner. Paksin yksiköiden käyttökertoimet ovat jatkuvasti olleet huippuluokkaa, ja Unkari on kilpaillut Suomen kanssa käyttökertoimien kansainvälisestä ykkössijasta.

Oman lukunsa muodostaa Itävalta, joka päätti olla ottamatta käyttöön valmista ydinvoimalaa Zwentendorfissa. Samanaikaisesti sen rajojen tuntumassa Slovakiassa on käytössä vanhanaikaisia ydinvoimalaitoksia. Hallituksen politiikkana onkin vastustaa ydinvoimaa sekä kotimaassa että naapurimaissa. Tätä taustaa vasten on mielenkiintoista, että Wienissä pitää päämajaansa Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA. Itävaltalaisen suhtautuminen siihen on kaksijakoista: toisaalta järjestöä vieroksutaan ja toisaalta sen tuomia työpaikkoja ja tuloja pidetään tärkeinä.

ATS:N EKSKURSIO 1995 TSHEKKIIN, ITÄVALTAAN JA UNKARIIN



ATS:n vuoden 1995 ekskursio suuntautui Tshekkiin, Itävaltaan ja Unkariin. Viikon aikana 17 ekskursiolaista saivat hyvän kuvan Tshekin ja Unkarin ydinvoimatilanteesta. Pitkällä bussimatalla Tshekistä Unkariin poikkesimme IAEA:n päämajaan Wienissä. Unkari oli uusi kohde, kun taas Tshekkoslovakiassa Seura vieraili vuonna 1985. Kymmenen vuoden aikana entisessä itäblokissa tapahtunut muutos sekä kaupunkien julkisivussa ja ihmisissä että ydinvoimaan liittyvissä kysymyksissä ja avoimuudessa on tavattoman suuri.



Vanhan tavan mukaan ekskursio-kohteet sisälsivät ydintekniikkaa laidasta laitaan: rakenteilla ja käynnissä olevat voimalaitokset, teollisuutta, tutkimusta ja viranomaisia. Vaikka varsinaisia kulttuurikohteita matkaan ei kuulunut, olivat Praha ja Budapest elämyksiä niille, jotka eivät ole muutamaan vuoteen kaupungeissa käyneet. Pienenä pettymyksenä koimme aiottujen Tshekin ja Unkarin ydinteknisten seurojen tapaamisen supistumisen lyhyisiin henkilöiden esittäytymisiin. Niinpä yleiskuvaus maiden energia- ja ydinenergiatilanteesta jäi saamatta.

Suomi ylpeilee usein korkeilla käyttökertoimillaan kansainvälisillä ydinvoima-areenoilla. Vähintäänkin Suomen kaltaisena suorituksena voitaneen pitää Tshekin ja Unkarin korkeita käyttökertoimia, jotka ne ovat onnistuneet ylläpitämään myös viime vuosien murroksessa. Tshekki ja Unkari sijoittuvat käyttökertoimien vertailussa heti Suomen jälkeen useiden tunnettujen ydinvoimavaltioiden, kuten Ruotsin edelle. Kaikki käytössä olevat laitokset ovat

Matkakohteet	
su 24.9.	Lento Helsinki – Praha Tutustuminen Prahaan
ma 25.9.	REZ tutkimuskeskus, Praha Skoda, Nuclear Machinery Ltd., Plzen
ti 26.9.	Ydinvoimalaitoksen 2 x VVER 1000 -rakennustyömaa, Temelin
ke 27.9.	IAEA, Wien
to 28.9.	Ydinvoimalaitos 4 x VVER 440, Paks Unkari-Suomi ystävyysseura, Paks
pe 29.9.	KFKI tutkimuslaitos, Budapest
la 30.9.	Tutustuminen Budapestiin Lento Budapest – Praha

VVER-440 -tyyppisiä. IVOilla ja suomalaisilla viranomaisilla onkin ollut tärkeä rooli tietotaidon ja turvallisuuskulttuurin siirrossa näihin maihin.

Kahden ydinvoimamaan välillä vierailimme IAEA:n päämajassa Wienissä. Suomalaiset isäntämme esittelivät

tyhjentävästi IAEA:n toiminnan. Huolimatta mielenkiintoisista esityksistä ehkä mieleenpainuvinta päämajassa oli kuitenkin polkumiinanäyttely ja niistä kertovat erilaiset esitteet. Tähän polkumiinon vastaiseen näyttelyyn, joka muistutti enemmänkin miinon myyntinäyttelyä, olisi varmasti antanut oman

Tshekin ydinvoimalaitokset

Nimi	Tyyppi	Bruttoteho (MWe)	Käyttöönottovuosi
Käytössä			
Dukovany-1	VVER-440	442	1985
Dukovany-2	VVER-440	440	1986
Dukovany-3	VVER-440	452	1986
Dukovany-4	VVER-440	448	1987
Yhteensä		1782	
Rakenteilla			
Temelin-1	VVER-1000	1000	1997
Temelin-2	VVER-1000	1000	1998
Yhteensä		2000	

Unkarin ydinvoimalaitokset

Nimi	Tyyppi	Bruttoteho (MWe)	Käyttöönottovuosi
Käytössä			
Paks-1	VVER-440	460	1982
Paks-2	VVER-440	460	1984
Paks-3	VVER-440	460	1986
Paks-4	VVER-440	460	1987
Yhteensä		1840	

ekssoottisen säväyksensä perinteinen suomalainen latumiina.

Tshekissä ydinvoiman osuus kasvussa

Edellisen ekskursion aikaan vuonna 1985 vanhan Tshekkoslovakian alueella oli käynnissä Bohunicen ydinvoimalaitos 4 x 440 MW ja Dukovany 1. yksikkö 440 MW. Näiden 5 yksikön lisäksi oli rakenteilla tai suunnitteilla 7 x 440 MW ja 4 x 1000 MW. Nyt Dukovanyssa on käynnissä 4 x 440 MW, Mochovcessa on rakenteilla 4 x 440 MW ja Temelinissa on rakenteilla 2 x 1000 MW.

Sitten kymmenen vuoden takaisen vierailumme on Tshekkoslovakia jakautunut Tshekin ja Slovakian tasavaltaan. Bohunicen käynnissä olevat neljä yksikköä ja Mochovcen rakenteilla olevat neljä yksikköä jäivät Slovakian alueelle. Tshekit saivat Dukovany neljä käyvä yksikköä ja Temelinin rakenteilla olevat kaksi yksikköä. Jakautumisessa heikompaan teolliseen pohjaan tyytymään

joutunut Slovakia sai siis ydinvoimaa kutakuinkin tasavertaisen osuuden Tshekin kanssa.

Edellisen ekskursion aikaan Temeliniin oli rakenteilla ja suunnitteilla yhteensä neljä 1000 MW:n yksikköä, joista ensimmäisen oli määrä valmistua vuonna 1992. Nyt yksiköiden määrä on supistettu kahteen, mikä johtuu sosialismin purkautuessa muuttuneesta valtioiden välisestä työnjaosta ja pienentyneestä sähkön tarpeen kasvusta. Kumpikin Temelinin yksikkö oli jo varsin pitkälle valmis, ja isäntiemme mukaan 1. yksikkö otettaisiin käyttöön noin kahden vuoden kuluttua ja toinen puolitoista vuotta tämän jälkeen. Rakennustöitä ovat viivästyttäneet tapahtuneet poliittiset ja talousjärjestelmän muutokset. Isäntien mukaan myös länsimaisten turvallisuusvaatimusten täyttäminen on edellyttänyt runsaasti muutostöitä, mikä on hidastanut valmistumista ja maksanut paljon. Silmämääräisesti ensimmäinen yksikkö näytti jo varsin valmiilta.

Nykyisin ydinsähkön osuus on noin 22 prosenttia maan sähkön tarpeesta. Kun Temelinin kumpikin yksikkö on käytössä, nousee ydinsähkön osuus lähes 45 prosenttiin Tshekissä.

Skodan raskaiden komponenttien tehdas oli yksityistetty, ja isäntien mukaan tehtaan toimitusjohtaja on myös suurin omistaja nykyisin. Työtahti näytti ainakin ulospäin hyvältä, ja markkinatalouteen siirtymistä kuvastanee hyvin se, että raskaiden ydinvoimakomponenttien tilausten puuttuessa ei ole jääty ihmettelämään, vaan tehdas panostaa voimakkaasti käytetyn polttoaineen säilytys-astioiden valmistukseen ja kehittämiseen.

Unkarissa ydinvoiman osuus yli 40 prosenttia

Unkarissa on neljä käyvä ydinvoimayksikköä 4 x 440 MW Paksissa, eikä rakenteilla tai suunnitteilla yhtään. Ydinvoimalla tuotetaan runsaat 40 prosenttia Unkarin tarvitsemasta sähköstä.

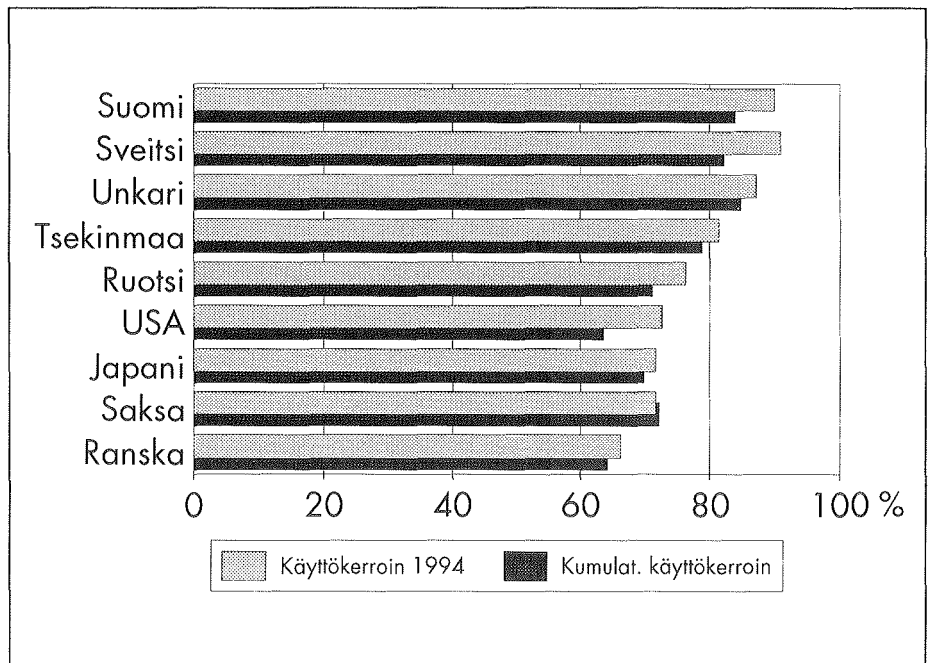
IEA kuvailee Unkarin Paksin voimalaitoksia sanalla "problem-free". Tämän käsityksen myös laitoksista saa. Henkilökunta on asiantuntevaa ja vaikuttaa vastuuntuntoiselta. Vierailukeskus vetää vertoja hyvinkin Loviisan vastaavalle. Pienoismallit laitoksesta ja sen turvajärjestelyistä ovat hienosti tehtyjä. Tosin valtava neljän peräkkäin sijaitsevan turbiinin turbiinihalli aiheuttaa ihmetystä. Käyttökertoimet ovat Paksin paras käyntikortti ja voimalaitoksella osataan myös hyödyntää asiantuntemusta muista maista.

Tshekin massiiviseen teolliseen pohjaan verrattuna Unkari uskoo kehityksessään ehkä enemmän turismiin, palveluihin ja maatalouteen. Budapestissa kävellessä ja unkarilaisia lihapatoja maistellessa tuntuu, että Unkarin vahvuus tulevaisuudessa onkin näissä, ei niinkään raskaassa teollisuudessa. Niinpä sähkön saannista tulevaisuudessa ei Unkarissa ollakaan kovin huolissaan, ja fossiiliset polttoaineet maakaasu etunenässä kasvattanevat osuuttaan.

Julkinen mielipide Länsi-Eurooppaa myönteisempi

Talous- ja hyvinvointiongelmien kanssa kamppailevissa markkinatalouteen siirtyvissä maissa sähkön merkitys ja välttämättömyys ymmärretään paremmin kuin jo pitkään korkeaan hyvinvointiin tottuneissa maissa.

Huolimatta kovastakin ydinvoiman vastaisesta kampanjoinnista ja naapurimaiden vastustuksesta (tai ehkä juuri sen vuoksi), on ydinvoiman suosio korkea etenkin Tshekissä. Mielipidemittausten mukaan noin 60 prosenttia tshekeistä kannattaa ydinvoiman käyttämistä ja Temelinin loppuun rakentamista. Unkarissa 55 prosenttia väestöstä hyväksyy nykyisten ydinvoimalaitosten käytön. Mahdollisten uusien laitosten rakentamista sen sijaan enemmistö unkarilaisista vastustaa.



Tshekin ja Unkarin ydinvoimalaitosten käyttökertoimet ovat huippuluokkaa maailmassa.

Osallistujat

Eurasto Timo, Säteilyturvakeskus
Graae Tapani, ABB Atom AB, Ruotsi
Isolankila Arto, Säteilyturvakeskus
Kattainen Matti, IVO International Oy
Kopiloff Pauli, Säteilyturvakeskus
Korteniemi Virpi, Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu
Lammila Kari, IVO International Oy
Mészáros Ferenc, VTT Energia
Patrakka Eero, Teollisuuden Voima Oy
Pullinen Jaakko, IVO International Oy
Raiko Heikki, VTT Energia
Ritonummi Timo, Lappeenrannan Teknillinen korkeakoulu
Salminen Pertti, Teollisuuden Energialiitto
Sarakaski Terhi, Teollisuuden Voima Oy
Virtanen Markku, Teollisuuden Voima Oy
Vistbacka Olle, Teollisuuden Voima Oy
Wallenius Kalervo, Teollisuuden Voima Oy

Isäntien mukaan Tshekissä on ydinvoimalla ekotilaus, koska fossiilisten polttoaineiden laajamittaisen käytön ja heikon puhdistustekniikan vuoksi laajoja metsäalueita on tuhoutunut. Greenpeace toteutti Tshekissä aggressiivisen ydinvoiman vastaisen kampanjan, joka tilapäisesti laski jonkin verran ydinvoiman suosioita.

Sekä Tshekissä että Unkarissa markkinatalouteen siirtymisen yhteydessä sähkön tarve pieneni jyrkästi. Vuosina 1989–1993 Tshekissä sähkön tarve pieneni noin 10 prosenttia ja Unkarissa noin 15 prosenttia. Sähkön tarpeen väheneminen johtui teollisuustuotannon nopeasta vähenemisestä. Kotitalouksissa sähkön kulutus on sen sijaan jatkuvasti lisääntynyt. Vasta nyt teollisuustuotannon ja talouden elpymisen myötä sähkön tarve on kääntymässä kasvuun kummasakin maassa.

Mikäli talous elpyy toivotusti on myös uusista voimalaitosinvestoinneista tehtävä päätöksiä. Ydinvoima on vaihtoehtojen joukossa molemmissa maissa. Heikohko taloudellinen tila heikentää kuitenkin mahdollisuuksia pääomavaltaisen ydinvoiman lisärakentamiseen, vaikka yleinen mielipide sen hyväksyisikin. Muita vaihtoehtoja ovat lähinnä hiili- ja kaasuvoiman lisärakentami-

nen. Maakaasun käytön tekee houkuttelevaksi alhaiset investointikustannukset, mutta toisaalta riippuvuutta Venäjän kaasusta ei olla kovin halukkaita lisäämään. Todennäköistä kuitenkin on, että maakaasu on lähivuosina keskeisin energialähde, kun voimantuotannon kapasiteettia lisätään Tshekissä ja Unkarissa.

DI Pertti Salminen on Teollisuuden Energialiiton asiamies, p. (90) 668 9300.

Vuoden 1995 ekskursion valokuvat näppäili Olle Vistbacka Teollisuuden Voima Oy:stä, p. (938) 3811.

TEOLLISUUSMESSUT 1996

NÄKIJÖILLE JA TEKIJÖILLE



**MAINTENANCE
96**

**INTERNATIONAL
TRADE FAIR
APRIL 9-11, 1996**

ST. PETERSBURG

LAAJASTI ALUEELLINEN

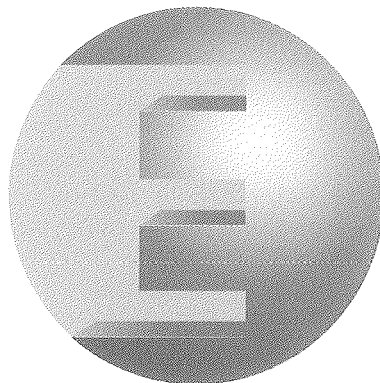


**KUNNOSSA-
PITO 96**

**ERIKOISMESSUT
JA KONGRESSI**

**OULU
11.-12.9.1996**

VUODEN MERKITTÄVIN ENERGIATAPAHTUMA



**ENERGIA
96**

**ERIKOISMESSUT JA KONGRESSI
TAMPERE 15.-17.10.1996**

EXPOMARK OY PUH. (941) 611 133 FAX (941) 611 544
YLIOPISTONKATU 28 A 40100 JYVÄSKYLÄ

AMMATTIMEDIAN LAATUA JA OSAAMISTA

TSHEKIN YDINTUTKIMUSLAITOS REZ Suunnitelmataloudesta kaupalliseksi yritykseksi



Rez perustettiin osana Tshekko-slovakian tiedeakatemiaa vuonna 1955. Heillä on siis meneillään 40-vuotisjuhlat. Rez on pieni kylä noin puolen tunnin ajomatkan päässä Prahas- ta. Perustamisen aikoihin päämielenkiin- to suunnattiin Rezissä oman kaasujääh- dytteisen raskasvesihidasteisen reaktorin tutkimus- ja kehitystyöhön. Tuloksena oli Bohuniceen 60-luvulla rakennettu laitos, joka aikansa toimittuaan on muutamien vakavahkojen haaverien jälkeen suljettu.

Vuonna 1971 Rez liitettiin Tshekko- slovakian atomienergiakomission alai- suuteen, jonka jälkeen tutkimustyö on keskittynyt muihin reaktorityyppeihin ja myös muihin säteilytyksen sovel- luksiin. Seuraavalla vuosikymmenellä tähtäintä siirrettiin taas — tällä kertaa kevytvesireaktoreihin — erityisesti VVER-tyyppisiin painevesireaktoreihin. Näinä vuosina Tshekkoslovakian ydin- tutkimus oli selkeästi osa keskitettyä koordinoitua SEV-maiden ydintutkimus- ohjelmaa.

Hallinnossa 1990-luvulla dramaattiset muutokset

Rez — kuten kaikki muutkin valtion etuoikeutetut organisaatiot — menetti 1990-luvulla suotuisan taloudellisen asemansa ja hallituksen tuen. Toiminnan ja hallinnon tehostamiseksi instituutti muutettiin vuoden 1992 lopussa yhtiö- muotoiseksi yritykseksi. Tällä hetkellä Rezin osakkeet jakautuvat seuraavasti: Tshekin tasavallan kansallinen omai- suussäätiö 56%, Tshekin voimayhtiö CEZ 30%, Skoda Plzen 11% ja paikallinen kunta 3%.

Hallinnon uudistus johti huomattaviin taloudellisiin vaikeuksiin: tutkimuslaitos menetti tukiaisansa ja sen sijaan joutui jopa maksamaan veroja. Tappiota tuli,

Kolmisen vuotta sitten kaikki jaettiin entisessä Tshekkoslovakiassa tasan: 2 osaa Tshekille ja 1 osa Slovakialle. Valtioiden välisen pesän- jaon jälkeen kumpikin uusi valtio aloitti välittömästi yksityistämisen. Valtion omistamat laitokset ja maaomaisuus jaettiin tasan 12 vuotta täyttäneille kansalaisille. Kansa sai kuponkeja, joilla sai ostaa yksi- tyistettävien laitosten osakkeita. Markkinat alkoivat pyöriä. Jotkut halusivat suuria osuuksia jostakin, toiset eivät taas maallisesta omistamisesta välittäneet. Kauppa kävi ja osakkeet vaihtoivat omista- jaa. Nyt tilanne on sellainen, että jotkut ennestään varakkaammat henkilöt saattavat omistaa mahtaviakin osuuksia suurista teollisuus- laitoksista ja taas toiset ovat syöneet tai juoneet kaikki yhteisestä kansallisuusomaisuudesta saamansa rahat. Tällaisessa myllerryksessä Tshekin ydintutkimuslaitos REZ on kuitenkin kyennyt pysymään hengissä, saneeraamaan itsensä ja käynnistämään toimintansa kaupallistamisen niinkin hyvin, että jo vuoden 1994 taloudellinen lopputulos oli reilusti voitollinen. Onneksi olkoon.



ATS:n retkikunta kokoontuneena Rezin tutkimusreaktorin eteen. Rezin tutkimuskes- kuksen esitteli professori Frantisek Klik.

mutta raaka saneeraus nosti laitoksen uudelleen muutamassa vuodessa voitol- liseksi ja siis elinkelpoiseksi. Murrosvai- heessa kenkää jaettiin ahkerasti: vuonna 1989 väkeä oli vielä 1 200, kun taas

1994 pääluku oli vähän alle 600. Puolet vähennyksestä on korvattu tuottavuuden nostamisella ja toinen puoli on korvattu alihankkijoita käyttämällä. Akateemisen loppututkimuksen suorittaneiden osuus on



nyt reilut 40%. Hallinnollisia lisämurheita aiheutui myös entisen omistajan, Tshekkoslovakian valtion, jakautumisesta kahtia.

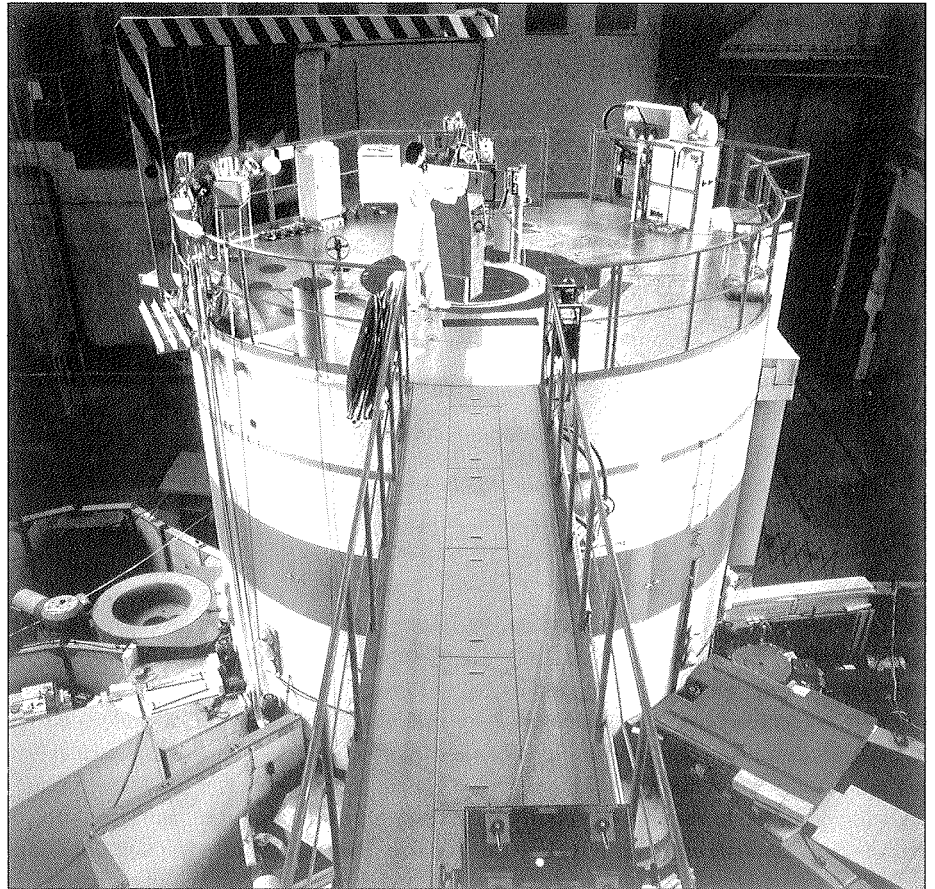
Tutkimustoiminnan strategiat

Rez keskittyy toiminnassaan nyt ydintekniseen tutkimus- ja kehitystoimintaan sekä ydinjätehuoltoon. Päätoimintaluokkia ovat viranomaistuki ydinvoimastrategioissa ja ydinjätehuollossa, ydinvoimalaitosten tehokkaan ja turvallisen käytön turvaava tutkimus sekä laitosten eliniän pidentämiselvitykset. Myös ydinpolttoainekierron suunnittelua koordinoidaan. Lisäksi kehitetään valvontajärjestelmiä sekä säteilytyspalveluja tutkimukselle, teollisuudelle ja lääketieteeseen.

Rez käsittelee myös ydinpolttoaineen loppusijoitussuunnitelmia, radiokemiaa ja lääketieteellisiä merkkiaineita sekä ympäristön suojelua.

Painopistealue tällä hetkellä on VVER-laitosten turvallisuustason nostamiseen tähtäävä toiminta. Työ kohdistuu neljään pääaiheeseen: tason 1 PSA:han Dukovanyin laitokselle, primääripiirin rakenteellisen eheyden varmistamiseen, säteilytyspalveluihin käyttäen laitoksen tutkimusreaktoria ja syvälle kallioperään tapahtuvaan ydinpolttoaineen loppusijoitussuunnitelmaan.

Tämä strategia on osoittautunut menestykselliseksi. Mullistuneessa ja yhäkin muuttuvassa ympäristössä tutkimuslaitos on kyennyt saamaan toimintansa kannattavaksi ja on kyennyt jopa tekemään uusia investointeja. Haasteet ovat kovia, mutta Rezin 40. juhlavuosi on antanut lupaavia tulevaisuuden näkymiä.



Dukovanyin PSA paljasti puutteita

Rez yhdessä Dukovanyin voimalan väen kanssa sai valmiiksi tason 1 PSA:n neljästä VVER-440/213-yksiköstä koostuvalle laitokselle vuonna 1993. Kuten arvata saattaa, selvitys paljasti alueita, jotka kaipaavat parannuksia. Samalla selveni tarvittavien parannusten vaiheistus ja priorisointi.

Suuri joukko parannuksia tehtiin jo PSA-työn yhteydessä. Näihin kuuluivat mm. hätätilannesuunnitelmien laajennukset sekä varasähkönsyöttöjärjestelmien uudelleen suunnittelu. Nyttämmin PSA:ta on laajennettu. Vuonna 1994 käsiteltiin laitteistojen kvalifointi, inhimillisten tekijöiden laajempi tunnistaminen, tulvat ja tulipalot. Tänä vuonna polttopisteessä ovat matalan tehon ja seisokin aikaiset tilanteet. Lopullisesti tähdätään ulkoiset tapahtumatkin sisältävään 2-tason PSA:han.

Paineastiahehkutusta tutkittu paljon

Rez on Tsekissä vastuussa reaktoripaineastioiden materiaalien testaamisesta ja säteilytyksen vaikutuksia seuraavista surveillace-ohjelmista. Rez tukee tutkimuksillaan mm. Skoda Plzeniä, joka suoritti nykyisessä Slovakiassa sijaitsevien Bohunicen 1 ja 2 -yksikköjen reaktoripaineastioiden elvytysherkutuksen vuonna 1993. Rez mallinsi paineastiateräkselle useita säteilytys-elvytyssyklejä käyttäen reaktoriaan ja kuuma-kammioitaan. Myös itse Bohunicen paineastioille tehtiin säteilyhaurastusmittauksia ennen ja jälkeen elvytysherkutuksen. Ja kaiken päälle Rez tuotti kyseiseen elvytykseen liittyvän turvallisuusraportoinnin Slovakian turvallisuusviranomaisten vaatimuksien mukaisesti.

Tällä hetkellä arvioidaan Dukovanyin 4:n VVER-440/230-yksikön ja vasta rakenteilla olevan Temelinin laitoksen kahden VVER-1000-yksikön paineastioiden sitkeysominaisuuksia. Tšekien ongelmakenttä muistuttaakin vahvasti Loviisan laitosten tutkimus- ja kunnossapitoaiheita.

Tshekkien ydinjäteohjelma

Merkittäviä kiinnekohtia projektissa on asetettu seuraavasti:

1996	asetetaan kansallinen ydinjätelaki
2000	valitaan 2 tai 3 hyväksyttävää loppusijoituspaikkakuntaa
2003	paikkaehdokkaiden ympäristövaikutusten arviointi
2005	valittujen paikkojen yksityiskohtainen arviointi
2010	aloitetaan loppusijoitustilan suunnittelu
2020	haetaan rakentamislupaa
2030	haetaan käyttöönottolupaa

Rez viimeistelee par'aikaa Bohunicen, Dukovany ja Mochovcen laitosten primääriputkistojen leak-before-break (LBB) -arviointia ja putkistoille suunniteltuja parannuksia. Osa tätä selvitystä on putkistojen tuennan optimointi seismisiä kuormituksia vastaan käyttäen visko-elastisia vaimentimia.

Muita rakenteisiin liittyviä projekteja ovat laitosten käyttöiän hallinta, paineastioiden surveillance-ohjelmien uudelleen arviointi, säteilyannosten määrittely jälkikäteen, säteilyn kiihdyttämä jännityskorroosio ja virtauksen aiheuttama eroosiokorroosio, ehittyneet ainetta rikkomattomat tarkastustekniikat ja höyrystinputkien eheyden arviointi.

Rezin tutkimusreaktori on LVR-15-tyyppiä ja lämpötehoaan 10–15 MW. Reaktori on laitoksen materiaalitutkimuksen avaintyökalu. Reaktorissa on useita kapselleita materiaalinäytteitä varten ja siinä on kaksi erillistä reaktoriertopiiriä, joissa voidaan simuloida PWR- ja BWR-reaktoreiden vesikemiala ja muita ympäristöolosuhteita. Systemiin kuuluvat myös näissä olosuhteissa toimivat materiaalien koestusvälineet, mm. hidasedon tai korroosioväsymisen tutkimiseen.

Viimeisiä projekteja on ollut myös Dukovany laitoksen uuden vesikemiala suunnittelu ja kokeellinen verifiointi. Tutkimusreaktoria käytetään materiaali-

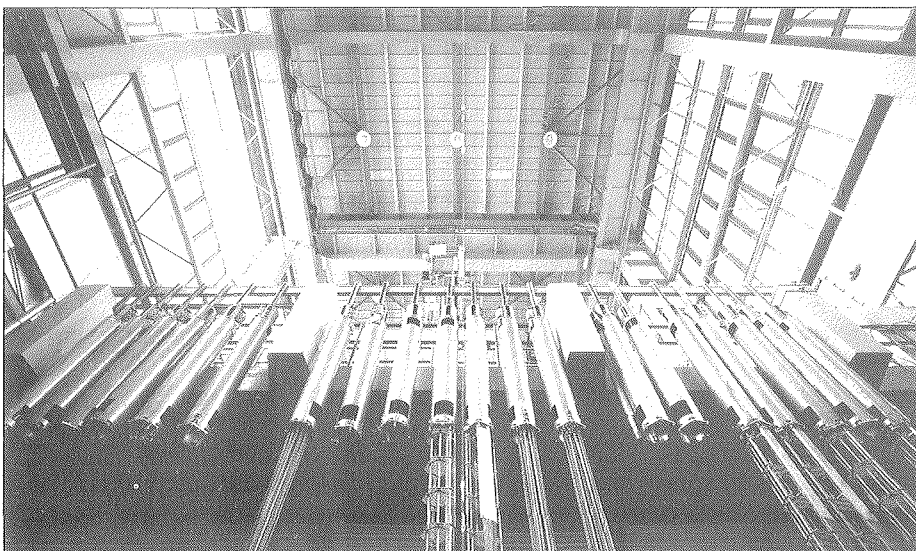
tutkimuksen ohessa myös radioisotooppien tuottamiseen teollisiin ja lääketieteellisiin tarpeisiin sekä esimerkiksi silikonin säteilyttämiseen.

Ydinjätteen loppusijoituksessa uusille urille

Rezin ydinpolttoainekierron kemiala käsittelevä osasto on häärennyt kolme vuosikymmentä jälleenkäsittelyn kimppussa. Nyt kuitenkin kaupallisen kysynnän kohtaamisen vuoksi tutkimusaiheet on vaihdettu kokonaan. Nyt ollaan kiinnostuneita jätteen käsittelystä ja kiinteyttämisestä sekä kalliioon tapahtuvasta loppusijoittamisesta.

Tshekin tasavalta aloitti syvälle kallio-perään tapahtuvan loppusijoituksen kehittämisen osana ydinjätehuoltoaktiiviteettejaan. Rez on projektin vetäjäorganisaatio, joka raportoi johtoryhmälle, jossa ovat edustettuina kauppa- ja teollisuusministeriö, talousministeriö, ympäristöministeriö, ydinturvallisuustoimisto, Tshekin voimayhtiö CEZ ja tutkimuskeskus Rez itse.

Ydinpolttoaineen loppusijoitusaikataulu on jo paalutettu. Periaateratkaisu muistuttaa pohjoismaisia vastaavia konsepteja. Suomen vastaavaan aikatauluun verrattuna Tshekit haluavat toimia 10 vuotta suomalaisia myöhemmin, joka ratkaisun kehityskustannusten vähenemisen vuoksi on heille varmasti edullisempää.

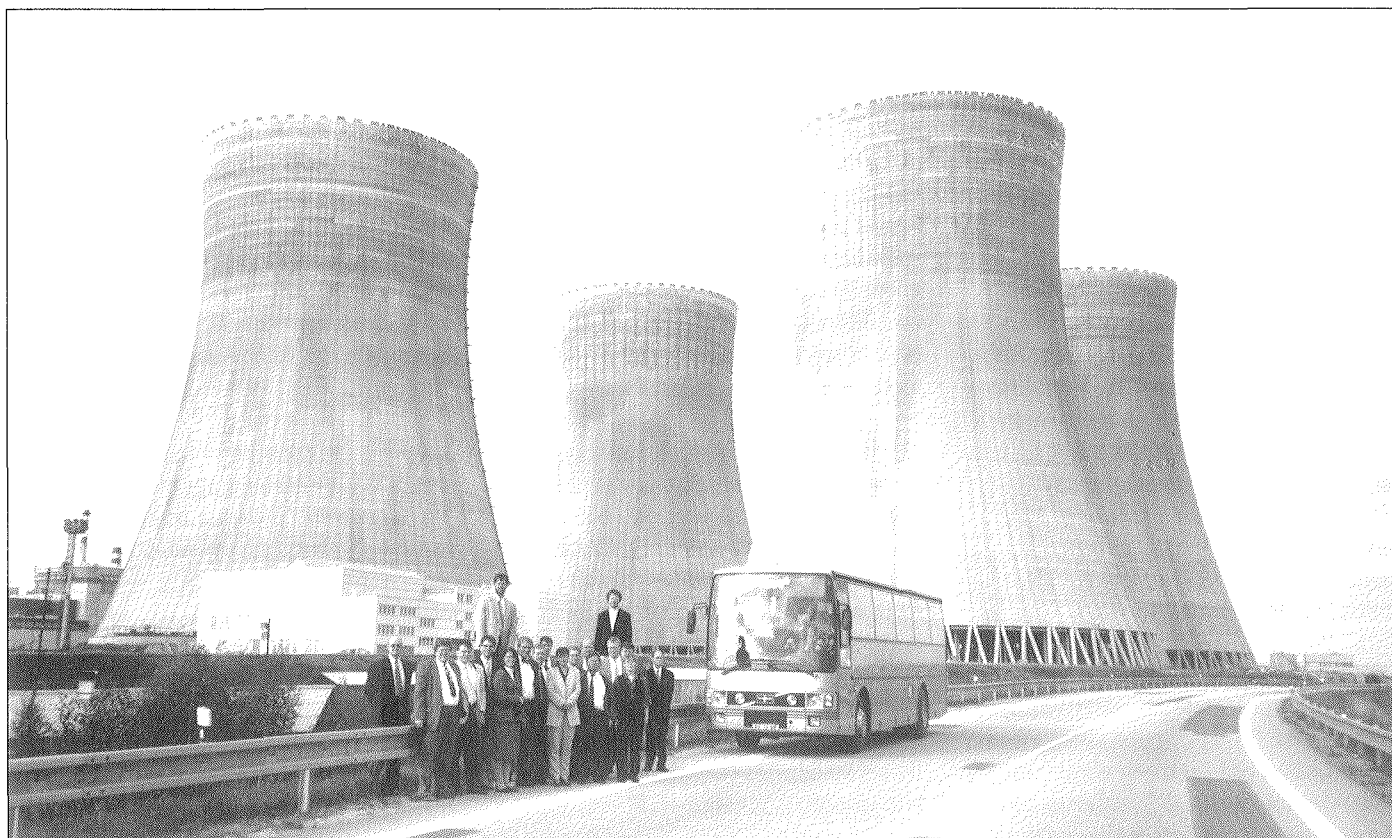


Rezin LR-0-reaktorihalli.

Civil Engineer Ferenc Mészáros on tutkijana VTT Energiassa, p. (90) 456 5057.

DI Heikki Raiko on erikois-tutkijana VTT Energiassa, p. (90) 456 5046

ATS VIERAILI TEMELININ VOIMALATYÖMAALLA



Temelinin mahtavat jäähdytystornit nousevat 150 metrin korkeuteen.

Tshekkoslovakiaan piti alunperin rakentaa neljä neuvostoliittolaista VVER 1000-painevesireaktoria. Tshekkoslovakian jakaantumisen vuoksi päätettiin kuitenkin rakentaa vain kaksi länsimaiset turvallisuusmääräykset täyttävää yksikköä. Muutosten vuoksi on ykköslaitoksen lataus myöhästynyt vuodesta 1992 vuoden 1997 joulukuuhun. Vastaavasti kaksoyksikön lataus tapahtuu vuonna 1999. Laitoksista on myös tarkoitus toimittaa kaukolämpöä lähialueen suurimpiin kaupunkeihin.

Tshekin tasavaltaan, Temelinin pikkukaupunkiin rakennetaan kahta VVER 1000-tyyppistä ydinvoimalaitosta. Höyrygeneraattorit ja paineistimen on valmistanut Vitkovice. Paikkaa valittaessa vuonna 1970 oli suunnitelmassa rakentaa neljä laitosta, mutta itäisen Euroopan mullistusten jälkeen on päätetty rakentaa vain kaksi laitosta. Laitoksen rakennuttaja ja omistaja on Cez as, josta valtio omistaa 77 % ja teollisuus loput. Valtion omistusosuutta on tarkoitus myöhemmin laskea 46 %:iin.

Sähkön kulutus laski Tshekissä 80-luvun lopulta näihin päiviin asti ja on vasta nyt pikkuhiljaa nousussa. Kulutuksen kasvun vuoksi laitoksia ei kuitenkaan rakenneta, vaan niiden valmistuttua

voidaan vanhoja hiililaitoksia Pohjois-Böömissä ottaa pois käytöstä. Ekologiset ongelmat ovatkin erittäin suuret tällä hetkellä, koska suuri osa sähköntarpeesta tyydytetään käyttämällä hiililaitoksia, ja poltettava hiili sisältää paljon rikkiä.

Ensimmäisen yksikön piti käynnistyä vuonna 1992 ja seuraavien siitä noin 1,5 vuoden välein, mutta päätökset tehdä laitoksista länsimaiset turvallisuusmääräykset täyttäviä ovat aiheuttaneet hankkeen viivästymisen. Tällä hetkellä arvioidaan ykköslaitoksen latausajaksi joulukuuta 1997. Laitoksen alkuperäinen kustannusarvio neljälle yksikölle oli 60 mrd korunaa ja tämänhetkinen kustannusarvio kahdelle yksikölle on 78 mrd korunaa (noin 12 mrd markkaa). Laitosten hintaa ovat nostaneet tietysti

hankkeen viivästyminen ja inflaatio, mutta suuri osa lisäkustannuksista on aiheutunut länsimaisista turvallisuusmääräyksistä.

Toimittajaksi Westinghouse

Laitokset tilasi 70-luvun alussa Tšekkoslovakian valtio Neuvostoliitosta. Sopimukseen kuuluivat know-how, tekninen dokumentaatio, lay-out ja alkuprojekti sekä osien toimittaminen reaktori- ja turpiinihalliin. Suurimmat komponentit ja primääripiiri piti kuitenkin alunperin rakentaa Tšekkosloviassa.

Kun Tšekkoslovakia jaettiin kahtia, päätettiin laitosten määrä laskea kahteen sekä rakentaa ne länsimaiset turvallisuusmääräykset täyttäväksi. Vertailtaessa länsimaisia laitoksia ja suunniteltuja laitoksia todettiin, etteivät laitokset olisi läpäisseet länsimaisia määräyksiä. Vuonna 1993 tehtiin 400 M\$ sopimus Westinghousen kanssa laitosten saattamiseksi länsimaiset määräykset täyttäväksi.

Sopimus käsitti reaktorisydämen, polttoaineen, IC- järjestelmän, säteilymittauslaitteet sekä PSA:n. Sopimukseen kuuluivat lisäksi polttoaineen alkulataus ja neljä vaihtolatausta. IC-laitteisto suojausjärjestelmineen on digitaalinen ja 2/3-kytketty (vrt. Sizewell B). PSA:n taso 1 on valmis ja taso 2 työn alla. Tšekkien koulutus on myös tapahtunut osittain Yhdysvalloissa.

Paineastian koko hämmästyttänyt

Laitoksissa on painevesireaktori ja neljälouppinen primääripiiri makaavine höyrygeneraattoreineen sekä yksi paineistin. Paineastian on valmistanut Skoda. Paineastian koko hämmästytti, koska se on pienempi kuin VVER 440:n paineastia (esimerkiksi Loviisa).

Sydämen korkeus on 3,5 m ja halkaisija 3,1 m. Sydämessä on 163 heksagonaalista polttoaineenippua, joista 42 vaihdetaan vuosittain. Polttoaineen rikastusaste on 2,2–4,4 % U235 ja uraanin kokonaismäärä on 80 tonnia. Laitoksen suunnit-

teluperusteena on selvittä tilanteesta (DBA), jossa yksi kiertopiiri menee poikki. Höyrygeneraattorit ja paineistimen on valmistanut tšekkiläinen Vitkovic.

Primääripiirin paine on 15,7 MPa, lämpötila sisäänmenossa 290 °C ja ulostulossa 322 °C sekä tilavuusvirtaus 84 000 m³/h. Höyryä kehittyy 6,3 MPa:n paineessa ja 278 °C lämpötilassa 1470 t/h. Primääripiiri sekä laitteistoon myös kuuluvat vesiakut ovat teräsbetonisessa suojarakennuksessa, jonka korkeus on 38 m, halkaisija 45 m seinämänvahvuus 1,2 m betonia ja 8 mm terästä. Paineenkesto on 0,49 MPa ja se kestää 150 ° lämpötilan. Ykköslaitoksella suoritettua koetusta 0,5 MPa:n koepaineella vuoto oli ollut alle 0,1 % 24 tunnissa. Suojarakennus on suunniteltu kestämään maanjäristykset 7,3 Richteriin asti.

Turpiinilaitos käsittää yhden korkeapaine- ja kolme matalapaineturpiinia. Turpiinin kierrosnopeus on 3000 r/min. Turpiini pyörittää vesi/vetyjäähdytteistä generaattoria, jonka nimellisteho on 1111 MWa ja jännite 24 kV. Laitoksen bruttosähköteho on 980 MWe ja nettosähköteho 912 MWe. Turpiinit ja generaattorit on valmistanut Skoda. Suoraan matalapaineturpiinien alla sijaitsevat titaanilauhduttimet, jotka ovat ranskalais-japanilaista valmistetta.

Lauhduttimien jäähdytysvesi otetaan läheisestä Vltavajoesta ja sitä jäähdytetään kahdessa jäähdytystornissa/laitos. Jäähdytystornit, jotka on valmistettu betonista ja sisäpuolelta muovioitu, ovat 155 m korkeita ja niiden halkaisija maantasolla on 132 m. Kokonaisvesivirtaus tornia kohti on 35 m³/s ja siitä haihtuu max. 0,4 m³/s tornia kohti. Lämpötila laskee sääolosuhteista riippuen 10–14 °C. Laitoksista on tarkoitus toimittaa myös kaukolämpöä Etelä-Böömin suurimpiin kaupunkeihin. Veden lämpötila verkossa on 183 °C.

Matala-aktiivinen ja keskiaktiivinen jäte bitumoidaan, pakataan tynnyreihin ja siirretään Dukovanyyn, jossa on varasto. Polttoainetaisiin mahtuu 12 vuoden käytetty polttoaine kapasiteetiltaan 600 tonnia. Loppusijoitustutkimukset ovat käynnissä.

Jäähdytystornit ovat täysin valmiit ruiskussuuttimiseen ja putkistoihin. Suurimmat komponentit on pääosin asennettu. Ykköslaitoksen reaktoripaineastia on kuljetettu laitospaikalle autokuljetuksena jo vuonna 1992. Kakkosyökkön paineastia tuli laitokselle elokuussa 1992 ja sen kansi oli vielä Skodan tehtailla. Ykköslaitoksen turpiinit olivat olleet konservoinnissa ja niiden tarkastus- ja asennustyöt olivat juuri käynnistyneet.

Simulaattori henkilöstön koulutukseen

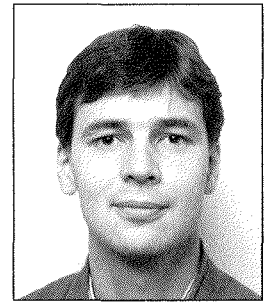
Laitoksen henkilökunnan kokonaismäärä tulee käyttövaiheessa olemaan noin 1 400 henkeä. Vuoron vahvuus on 73 henkeä vuoroa kohti. Tällä hetkellä työmaalla työskentelee noin 7 000 henkeä.

Käyttöhenkilökunnan koulutukseen on tilattu täysimittainen simulaattori. Simulaattorin hardware tulee Westinghouselta ja software on tšekkiläistä valmistetta.

Ins. Kalervo Wallenius on Teollisuuden Voima Oy:n koulutusinsinööri, p. (938) 3811.

Konemestari Markku Virtanen on Teollisuuden Voima Oy:n reaktori-mestari, p. (938) 3811.

SKODA TUNNETTU YDINVOIMAN RAKENTAJA



ATS:n matkan Tshekinmaan viimeisenä kohteenamme oli SKODA:n tehtaat Plzenin kaupungissa. Kaupungissa toimii kaksi maailmalla erittäin hyvin tunnettu Tshekkiläistä yritystä: SKODA ja Pilsner Urquell. Urquellin tuotteisiin tutustuimme pintapuolisesti, mutta SKODA:n tehtaisiin ja tuotantoon tutustuimme jo huomattavasti syvemmin.



Skodan tuotantojohtaja Josef Visnerille luovutettiin ATS:n viiri.

säntänä SKODA:n tehtailla toimivat voimaosaston markkinointijohtaja Josef Riha ja tuotanto-osaston johtaja Josef Visner, joka on samalla Tshekkien ATS:n varajohtaja. Visner toimitti tervetuliasseremonian, minkä jälkeen Riha esitteli meille SKODA:n tuotantorepertuaaria ja nykytilannetta unohtamatta yrityksen pitkää ja kunnia-kasta historiaa. Vierailun lopuksi tutustuimme mm. reaktorin tutkimuslaitokseen ja raskaita komponentteja valmistavaan reaktoritehtaaseen.

SKODA on holding-yhtiö, jolla on 43 tytäryritystä, 12 haarakonttoria ja yhteensä noin 20 000 työntekijää. Yrityksen historia alkaa vuodesta 1859, jolloin SKODA perustettiin. Perehtyminen ydintekniikkaan alkoi vuonna 1955 Neuvostoliiton avustuksella. Vuonna 1974 alkoi VVER-projekti, ja viisi vuotta myöhemmin valmistui reaktoripaineastioita valmistava konepaja. SKODA:n ensimmäinen VVER-440-reaktorin paineastia valmistui vuonna 1980.

Tuorein SKODA:n merkittävimmistä muutoksista tapahtui vuonna 1993, jolloin SKODA yksityistettiin. Nykyisin omistus pohja on seuraavanlainen: SKODA:n pääjohtaja Mr Soudek omistaa 20 %, pankit 18 %, pienomistajat 33 %, muut suuromistajat 20 % (säätiöt) ja Tshekinmaan valtiolla on hallussaan 9 %. Nimestä huolimatta tällä SKODA-yrityksellä ei ole mitään yhteistä autoja tuottavan SKODA-yrityksen kanssa.

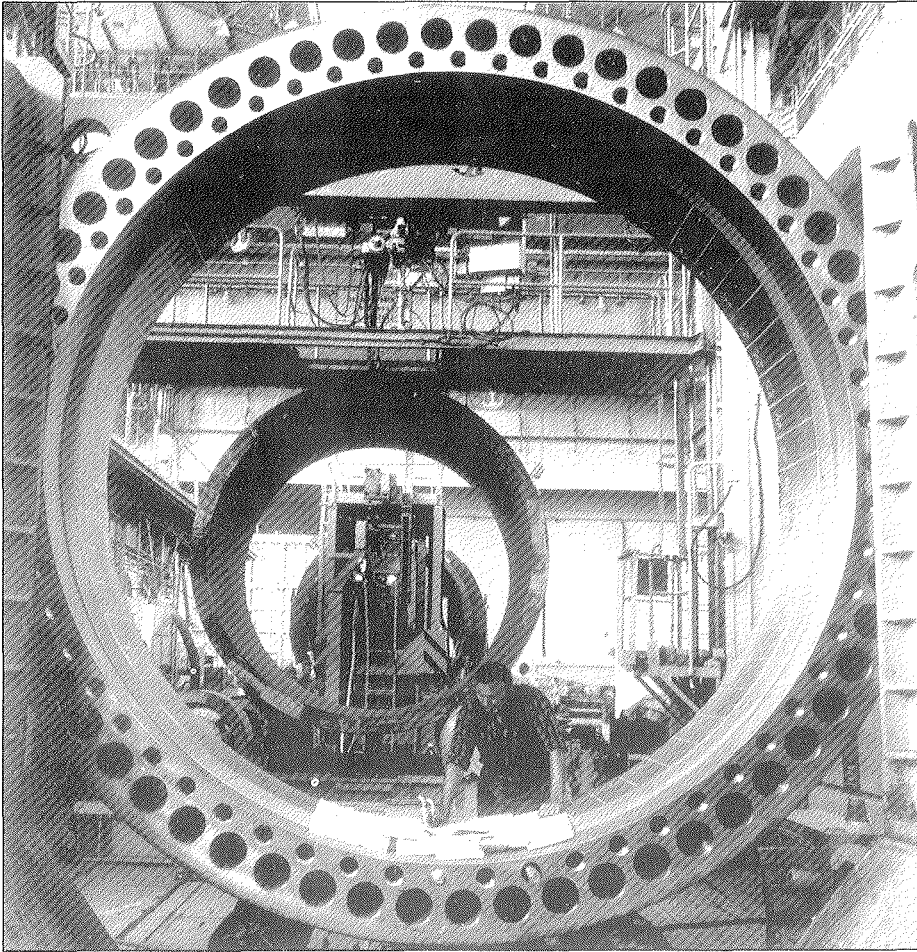
Tutustumiskohteena ydinalan tytäryhtiö

Vierailumme kohdistui tytäryritykseen nimeltä SKODA NUCLEAR MACHINERY Ltd. Yritys valmistaa ja tuottaa nimensä mukaisesti ydintekniikkaan liittyviä komponentteja ja huoltopalveluja. Tosin tuotantolistalta löytyy myös huomattava määrä konventionaalisen voimalaitoksen komponentteja muun muassa lämmönvaihtimia ja paineastiota. Yritys jakaantuu kuuteen osastoon: Power system supply, Technical service, Manufacture, Finance, Common activi-

ties ja QA. Vuosittainen liikevaihto on noin 250 MUSS. Työntekijöitä yrityksessä on noin 1 500.

Tehtaiden tuotanto on jaettu karkeasti kahteen osaan: raskaaseen ja kevyeen. Raskas osa, joka sijaitsee Plzenin kaupungissa, kattaa kaikki ydinvoimateknikassa käytetyt raskaat komponentit reaktoripaineastioista käytetyn polttoaineen varastotelineisiin. Kevyempien komponenttien valmistus tapahtuu noin 20 kilometriä Plzenistä sijaitsevassa Bolevecin tehdasalueella. Kevyempiin komponentteihin kuuluvat mm. säätösauvakoneistot, reaktorin kannen pulttien kiristyskoneet, kalibrointilaitteet dosimetreille ja suojarakennuksen läpiviennit.

Laitteiden valmistuksen lisäksi SKODA:lla on myös erittäin kattava huoltopalvelu. Huoltopalveluiden piiriin kuuluvat laitoksien perusparannukset, tehonkorotukset, korjaukset, tarkastukset, polttoaineen testauksen ja tutkimuslaskentaan liittyvät palvelut.



Tehtaiden raskaan osan päätuotteina ovat viimeaikoina olleet käytetyn polttoaineen varastointiin ja kuljetukseen käytettävät paineastiat sekä polttoainelaitteiden varastotelineet. Varastointitelineitä on toimitettu mm. Koreaan, Tshekinmaahan, Slovakiaan ja Ukrainaan. Teline on SKODA:n suunnittelema ja se kaksinkertaistaa säilytyskapasiteetin venäläiseen konstruktion verrattuna. Eräänä yksityiskohtana telineestä mainittakoon, että väliseinämateriaali sisältää 1 % luonnon booria. Suomeen SKODA on toimittanut mm. TVO:n lauhdenpuhdistusjärjestelmän muutostyön ja tulevaisuuden osalta seuraava suurempi projekti Suomeen on Loviisa 1:n paineastian hehkutus 1996.

Reaktoritehdas on valmistanut kaikkiaan 21 VVER 440-reaktoria ja 3 VVER 1000-reaktoria. Lisäksi SKODA ovat toimittanut 7 lämpöteholtaan 100–5000 MW:a olevaa tutkimusreaktoria. Tehoreaktoreista on toiminnassa 10 VVER 440-tyyppistä reaktoria. Muiden rakennustyöt ovat kesken tai ne on lopetettu kokonaan.

SKODA on saanut laadunvarmistuksen sertifikaatit ISO 9001 28/2/1995, ASME ja TÜV.

Bolevecissä tutkitaan ja Plzenissa rakennetaan

Tutustumisemme kohteina olivat VVER-reaktorin tutkimuslaitos Bolevecissä ja reaktoritehdas aivan Plzenin keskustan tuntumassa.

Aluksi tutustuimme SKODA:n reaktorin tutkimuslaitokseen Bolevecissä. Laitos toimii VVER-1000:n parametreilla ja sitä käytetään lähinnä lämpö- ja virtausmekaniikan ohjelmien kehittämiseen sekä reaktorin olosuhteiden määrittämiseen niin normaalioloissa kuin onnettomuus-tilanteissakin. Tärkeimpiä tutkimusalueita tällä hetkellä ovat polttoaineen lämmönsiirtokriisi, vuodonvalvontamenetelmät ja LOCA-tilanteiden laskennan kehittäminen.

Seuraavaksi tutustuimme yrityksen pääpaikkaan Plzenissä, jossa myös

SKODA NUCLEAR MACHINERY valmistaa ydintekniikkaan liittyviä komponentteja. Tuotantolistalta löytyy myös konventionaalisen voimalaitoksen komponentteja, muun muassa lämmönvaihtimia ja paineastioita.

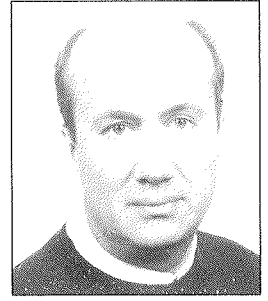
valmistetaan kaikki raskaat komponentit. Alueen laajuudesta ja aikapulasta johtuen jouduimme tyytymään vain reaktoritehtaaseen. Tehdas on perinteinen konepaja, mutta tuotantolaitteet ja tuotteet vain ovat dekadin tai pari perinteisiä suurempia.

Tehtaassa suoritetaan mm. raskaiden komponentteja hitsauksia (reaktorin paineastian aihiot), pinnoitusta, lämpökäsittelyä ja koneistusta. Vierailumme aikana oli työn alla toistakymmentä käytetyn polttoaineen pitkäaikaiseen kuivavarastointiin käytettävää konttia (CASTOR VVER 440/84). Kontti on saksalaisen GNS/GNB:n kehittämä ja se on ns. kuivasäilytyskontti. Yhteen konttiin sopii 84 VVER-440:n polttoaineenippua. Kontti valmistetaan järeästä, 350 mm paksusta teräksestä. Kontti pinnoitetaan sisäpuolelta nikkelillä ja sen ulkopintaan työstetään jäähditysriivat. Kontin suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta. Tehtaan valmistuskapasiteetti on noin 15 konttia vuodessa. Kontteja on toimitettu sekä Itä-Euroopan maihin että Yhdysvaltoihin.

Tehtaalla oli myös viimeisteltävänä Temelinin laitoksen reaktorin suojaupukkiyksikkö ja paineastian kansi. Pääsimme käsikopelolla tutustumaan näihin osiin ja toteamaan työn laadun olevan korkeaa luokkaa. Näiden laitteiden sisaruskomponentit saimme nähdä Temelinin ensimmäisellä laitosyksiköllä, missä ne olivat jo reaktorihallissa. Lisäksi tehtaalla oli valmistuksen alla myös käytetyn polttoaineen varastoinnissa käytettäviä compact-telineitä.

DI Tapani C-G Graae työskentelee ABB Atom AB:ssä Ruotsissa, p. +46 21 347 583
DI Timo Eurasto on Säteilyturvakeskukseen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. (90) 7598 8345

TURISTINA TUTUSTUMASSA IAEA:N TOIMINTAAN



Vierailukohteemme 27.9. oli Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n päämaja. Jo portilla retkijoukkomme valpastutti vartijat ja jouduimme odottelemaan ulkopuolella parin tupakan mitan ajan. Taustamusiikista huolehti buddhalaisen munkkien duo monotonisella joiullaan rumpujen säestyksellä.



Kun vartijat lopulta saivat rivinsä järjestykseen ja uskalsivat päästää meidät sisään, joutui matkanjohtajamme ostamaan pääsyliput. Tämän jälkeen seurasi opastettu turistikierrros rakennuskompleksin sokkeloihin. Opaamme oli hyvin puhelias mutta kuitenkin vähän informaatiota jakava PR-henkilö. Kierroksella saattoi ihailla maamiinoja ja niiden vaikutuksia esiteltävää näyttelyä, josta varsinkin maanpuolustushenkiset retkeläiset olivat kiinnostuneita. Näyttely liittyi meneillään olevaan maamiinojen kieltämistä käsittelevään kokoukseen.

IAEA:ssa tapaa aina vanhoja tuttujakin

Turistikierroksen jälkeen retkikunnalle oli järjestetty tilaisuus tavata IAEA:ssa työskenteleviä suomalaisia. Tarkoitukseen käytettävästä kokoushuoneesta ATS joutui maksamaan vuokraa. Ennen kuin paikalliset suomalaiset saivat suunvuoron, piti tiedotuspäällikkö Hans-Friedrich Meyer innostuneesti pitkän ja

vuolassanaisen esitelmän IAEA:n toiminnasta ja ajankohtaisista asioista — niin pitkän, että hän myöhästyi seuraavasta kokouksesta; lähti vasta erikseen noudettaessa.

Tapasimme neljä IAEA:n palveluksessa olevaa suomalaista: Kirsti-Liisa Sjöblomin, Juha Rautjärven, Mauri Riihosen ja Markku Kempin. Lisäksi läsnä oli Martti Mutru Suomen Wienin suurlähetystöstä.

Kirsti-Liisa Sjöblom on työskennellyt IAEA:lla jo yli kolme vuotta meriympäristössä olevien ja sinne tulevien radioaktiivisten aineiden ympäristöseurauksia selvittävässä tehtävässä. Juha Rautjärven ja Mauri Riihosen tehtävät liittyvät Suomen tukiohjelmaan. Mauri Riihosen työ liittyy erityisesti IVY-maiden oman ydinmateriaalivalvonnan kehittämiseen. Markku Kempin työskentelee ATK-tehtävissä. Hän kertoi suunnitelleensa IAEA:n kotisivun Internetiin.

Vierailun aikoihin IAEA:ssa oli menossa maamiinakokous, johon näytti osallistuvan varsin moninaista joukkoa.

Vuonna 1957 perustetun IAEA:n päämaja sijaitsee Wienin 1979 valmistuneessa kansainvälisessä keskuksessa 'UNO Cityssä'. IAEA:n lisäksi keskuksessa on useita muita YK:n alaisia järjestöjä, kuten UNIDO (UN Industrial Development Organization). Keskuksessa työskentelee yli 3 500 henkilöä yli sadasta eri maasta; näistä henkilöistä noin kolmannes on itävaltalaisia. IAEA:n palveluksessa on yli 2 200 henkilöä. Näistä noin 30% on vakituisia asiantuntijoita, 23% on määräaikaista asiantuntijoita ja loput 47% ovat hallinnollisissa tehtävissä.



Wienissä iltaa vietettiin Weingut Wolff -nimisessä paikassa. Mukana oli suomalaisia IAEA:n työntekijöitä, mm. Mauri Riihonen, Juha Rautjärvi ja Kirsti-Liisa Sjöblom.

IAEA:n vuosibudjetin loppusumma on noin 219,5 miljoonaa USD (1994); budjetti ei ole saanut reaalisesti kasvaa vuosiin. Lisäksi budjetin ulkopuolista rahoitusta on noin 52,8 miljoonaa USD.

IAEA valvoo, avustaa, julkaisee ja raportoi

IAEA:n perimmäinen tehtävä on avustaa jäsenmaita ydintekniikan rauhanomaisessa käytössä ja valvoa, että ydinmateriaalia ei käytetä väärin tarkoituksiin. Avustustoimintaan liittyen IAEA on mukana yli tuhannessa kehitysprojektissa vuosittain. Tukimuotoja ovat mm. asiantuntijoiden lähettäminen, koulutuksen järjestäminen ja teknisten laitteistojen toimittaminen. Lisäksi IAEA julkaisee oppaita, standardeja ja raportteja ydinturvallisuuteen liittyvistä aiheista.

IAEA:ta johtaa pääjohtaja, joka nimittää neljäksi vuodeksi kerrallaan. Häntä avustavat apulaispääjohtajat, jotka johtavat omia osastojaan. IAEA:ssa on viisi osastoa: tekninen yhteistyö, ydinenergia- ja turvallisuus, hallinto, tutkimus ja isotoopit sekä safeguards.

IAEA:n johtokunta kokoontuu yleensä kahdeksan kertaa vuodessa. Johtokunta tekee yleiskokoukselle suosituksia IAEA:n ohjelmasta ja budjetista, käsitte-

lee jäsenhakemukset, hyväksyy safeguards-valvonnan järjestelyt ja turvallisuusstandardien julkaisun. Johtokunta nimittää yleiskokouksen hyväksymän pääjohtajan. Yleiskokous kokoontuu kerran vuodessa. Se hyväksyy ohjelman, budjetin ja jäsenhakemukset. Yleiskokouksessa jäsenvaltiot tuovat näkemyksensä esiin.

Kun retkikunnan jäsenet oli saatu kerättyä kokoon UNO-Cityn kaoottisessa ruokalassa nautitun lounaan jälkeen, jatkui matka Unkariin kohti Balatonjärveä.

DI Arto Isolankila on Säteilyturvakeskukseen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. (90) 7598 8314.

Ins. Pauli Kopiloff on Säteilyturvakeskukseen ydinturvallisuusosaston ylitarkastaja, p. (90) 7598 8344.

UNKARIN YDINTEKNINEN SEURA

ATS-ekskursiolla oli tarkoitus järjestää tapaaminen Unkarin ydinteknisen seuran kanssa. Varsinainen tapaaminen ei toteutunut, mutta seuran jäseniä tavattiin muissa tutustumiskohteissa.

U nkarin ydintekninen seura on perustettu vuonna 1990. Seurassa on 357 jäsentä, joista noin 20% on fysiikanopettajia. Tukijajäseniä (yrityksiä) on 15-20. Tämän hetkinen puheenjohtaja on professori Zoltan Szatmáry.

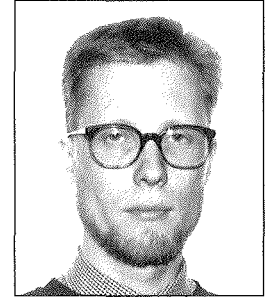
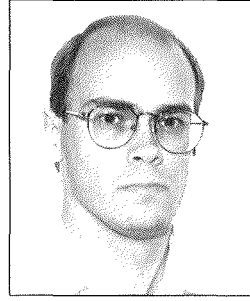
Seuran tavoitteena on mm. edistää ydinenergian ympäristöystävällistä käyttöä ja tutustuttaa opiskelijoita ydinenergian käyttömahdollisuuksiin, riskeihin ja siihen miten riskiä voidaan ehkäistä. Se pyrkii myös ehkäisemään ydinenergian väärinkäyttöä.

Seura toimii yhteistyössä muiden samoilla päämäärillä toimivien organisaatioiden ja muiden maiden ydinteknisten seurojen kanssa. Seuran sisällä toimii useita työryhmiä eri aktiviteettialoilta (esimerkiksi ympäristökysymykset).

Seura kääntää unkariksi European Nuclear Societyn "Nucleus"-julkaisun numerot ja toimittaa ne jäsenilleen, kansanedustajille ja lehdistölle. Tänä vuonna seura on ollut järjestämässä kansainvälistä Top Safe -tapaamista. Suunnitteilla on myös Tshernobylin kymmenvuotistapahtuman järjestäminen

TERHI SARAKASKI
Teollisuuden Voima Oy

VIERAILU PAKSIN YDINVOIMALAITOKSELLE



Paksin voimalaitokset sijaitsevat Paksin kylän läheisyydessä Tona- van sivuhaaran rannalla, josta myös laitoksen jäädytykseen tarvittava vesi pumpataan. Kahden ensimmäisen reaktorin rakentaminen aloitettiin vuonna 1974, joita seurasi toiset kaksi vuonna 1979. Kaikki neljä reaktoria ovat valtion yhtiöiden State Property Holding Companyn ja Hungarian Electricity Companyn omistuksessa.

Voimalaitoksen yhden yksikön sähköteho on 460 MW (brutto) ja kaikkien yksiköiden tuotto kattaa 42,3 % Unkarin sähköntarpeesta. Yksikköjen sähköntuotanto on ollut vuodesta 1989 lähtien varsin vakaa ja pysytellyt noin 14 000 GWh:n tietämillä. Muu sähköntuotanto perustuu hiileen, öljyyn ja maakaasuun, jotka yhdessä vastaavat 53,6 % maan sähköntarpeesta. Tuontisähkön osuus vuonna 1994 oli 2 015 GWh, joka pääasiassa tuotettiin Ukrainasta.

Sähköntuotannon kustannukset ydinvoimalaitoksilla ovat noin 2,8 Ft/kWh. Hintaan ei sisälly käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta eikä laitosten purkamisista aiheutuvia kustannuksia. Öljyllä tuotetun sähkön hinta on ollut vastaavana aikana noin 3,2 Ft/kWh. Sähkölaitokset myyvät kotitaloksille sähköä noin 8 Ft/kWh hintaan. Kaikki tämä yhdessä hyvien käyttökertoimien kanssa on tehnyt laitoksesta yhden Unkarin menestyvimmistä yrityksistä.

Laitostyyppi ja teho vastaavat Loviisaa

Paksissa on neljä VVER-440-, V-213-tyyppistä painevesireaktoria. Loviisan laitokset ovat samaa mallia, mutta poikkeavat kuitenkin monilta osin veljeskansan toteutuksesta. Yhden yksikön lämpöteho on 1 375 MW ja siitä saatava bruttosähköteho 460 MW.

PAKS — Atomerőmű Rt. — ystävällisen unkarilaisen veljeskansan laitos otti vierailijat innostuneesti vastaan. Vastaanottoa edesauttoi tietysti laitoksen henkilöstön harrastus suomenkieltä ja suomen kulttuuria kohtaan sekä jatkuvat kaupalliset ja tekniset suhteet Loviisan ja IVOn kanssa.



Paksin laitoksella on panostettu PR-toimintaan. Vierailupäivänä avattiin todella hieno vierailukeskus.

Blokk	Építés kezdete	Első kritikus állapot	Párhuzamos kapcsolás	Üzemi gép
Unit	Start of construction	First criticality	Connection to grid	Commercial operation
1	1974.08	1982.12.14	1982.12.28	1983.08.10
2	1974.08	1984.08.26	1984.09.06	1984.11.14
3	1979.10	1986.09.15	1986.09.28	1986.12.01
4	1979.10	1987.08.09	1987.08.16	1987.11.01

Laitosten rakennus- ja käyttöönottoaikataulu.

Kaikilla reaktoreilla on kuusi primääri-jäähdytekiertoa ja kaksi turbiinia. Loviisasta poiketen on Paksin yksiköt rakennettu pareiksi. Laitosparilla on yhteinen reaktorirakennus ja turbiinirakennus.

Paksin ydinvoimalaitoksella käytetään ns. bubbler condenser-tyyppistä suojarakennusta, jossa höyrytintilaan vapautuva höyry johdetaan tunnelin kautta vesialtailla ja ilmaloukuilla varustettuun lauhdutustorniin. Tämän tyyppinen suojarakennus ei ole kovin tiivis, vaan päästöjen esto perustuu onnettomuuden jälkeen suojarakennuksessa saavutettavaan alipaineeseen. Suojarakennuksen suunnittelussa DBA-onnettomuutena on käytetty suurta jäähdytteenmenetysonnettomuutta.

Koska Paksissa suojarakennus ei ole kaikenkattava, vaan se muodostuu teräksellä vuoratuista suojaosastoista, jotka pitävät sisällään mm. höyrytimet ja pääkiertopumput. Tällöin paineastian yläosasta purkautuva jäähdyte pääsee suojarakennuksen ulkopuolella olevaan reaktorihalliin, josta on suora yhteys ulkoilmaan. Yhteen reaktorihalliin on sijoitettu kaksi yksikköä. Suojarakennuksen tilavuus on 52 300 m³, josta noin 25 000 m³ on lauhdutustornissa. Mitoitussylipaine on 1,5 baria.

Kahdelle reaktorille yhteisessä turbiinirakennuksessa turbiinit on sijoitettu Loviisan voimalaitoksesta poiketen turbiinien juoksusiivet reaktorirakennusta kohden. Tämä aiheuttaa missiiliväärän turbiinirikon yhteydessä.

Paksin voimalaitoksilla työskentelee vakituisesti noin 3 300 henkilöä, joista noin 1 100 on huoltohenkilökuntaan kuuluvia. Revisioiden aikana käytetään myös ulkopuolista työvoimaa, jota tulee mm. Saksasta.

Paksin ydinvoimalaitoksilla on oma vuonna 1989 rakennettu koulutussimulaattori, jossa valvomossa työskenteleviä voidaan kouluttaa. Simulaattori, jota voidaan käyttää koulutuksen lisäksi järjestelmien toiminnan analysointiin laitosmuutoksissa, on pääosin suomalaisen AFORAn toimittama.

Käyttökokemukset olleet hyviä

Paksin ydinvoimalaitokset ovat varsin uusia ja hyvin hoidettuja, joten niiden käyttökertoimet ovat olleet vuodesta 1986 lähtien noin 85 % ja kolmen yksikön (Paks 2, 3 ja 4) kumulatiiviset käyttökertoimet kuuluvat TOP 25-listaan maailman kaikkien kaupallisten ydinvoimalaitosten kumulatiivisten käyttökertoimien osalta.

Osaltaan hyvään käyttökertoimeen vaikuttaa myös suunnittelemattomien pikasulkujen pieni määrä yksikköä kohden, joka on vaihdellut vuoden 1985 jälkeen 0,25:stä 1,5:een vuodessa.

Revisioiden aikaiset henkilöstön säteilyannokset ovat vaihdelleet 1,5 ja 2,5 manSv:n välillä riippuen aina revision laajuudesta. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmakehään ja vesistöihin ovat olleet viranomaisten asettamien rajojen alapuolella niin, että jodi- ja aerosolipäästöt ovat olleet jopa alle 0,1 prosenttia sallitusta päästöstä ilmakehään.

Paksin tekniset tiedot

- Lämpöteho 1375 MW
- Turbiinien lukumäärä 2
- Sähköteho 2 x 230 MW
- Primääripiirin paine 12,4 MPa
- Sekundääripaine ennen turbiinincita 4,46 MPa
- Primäärijäähdytteen keskilämpötila 282°C
- Reaktorin sydämen koko (korkeus/halkaisija) 2,5 m/2,88 m
- Reaktorin sydämen massa 42 tonnia uraanidioksidia

Paks kansainvälisen yhteistyön kohteena

Paksin laitoksen turvallisuuskysymyksiin paneutunut kansainvälisenä apuna rahoitettu AGNES-projekti (Advanced General and New Evaluation of Safety) toteutettiin vuosina 1991–1994. Projektiin osallistui paikallisten organisaatioiden mm. KFKI-Atomic Energy Research Institute (AEKI), Institute for Electric Power Research (VEIKI) ja ERÖTERV Engineering and Contractor Co (ETV Rt) lisäksi merkittävällä panoksella myös IVO ryhmään kuuluva IVO International Oy Suomesta.

Projektin pääkohteina Paksin ydinvoimalaitosten turvallisuuteen vaikuttavat tekijöistä olivat: järjestelmien turvallisuusarvot ja kuvaukset, oletetut onnettomuudet, vakavat reaktorionnettomuudet ja tason 1 todennäköisyyspohjainen riskianalyysi (PSA).

IVOn osuuteen projektissa kuuluivat mm. seuraavat analyysit: ATWS (Anticipated Transients Without Scram), RIA (Reactivity Initiated Accidents) ja PTS (Pressurized Thermal Shock). Lisäksi projektissa tarkasteltiin laitteiden sijoittelua esimerkiksi turbiinialissa, jotta voitaisiin varmistua siitä, että eri redundanssit on erotettu riittävän hyvin toisistaan. Tällä hetkellä Paksin laitokselle on tason 1 PSA tehty ja tason 2 PSA-työ on parhaillaan menossa.

Tehonkorotusta ja ydinjätteiden loppusijoitusta pohditaan

Käytössä olevien ydinvoimaloiden osalta ydinvoiman kannatus Unkarissa on noin 50–55 %, mutta uusien voimaloiden rakentaminen ei saa kannatusta. Koska energian kulutus kasvaa jatkuvasti, niin unkarilaiset harkitsevat laitosten sähkötehon korottamista, ja Loviisasta saatavilla kokemuksilla on varmasti vaikutusta.

Koska käytetyn ydinpolttoaineen vienti Venäjälle kangertelee, ovat unkarilaiset päättäneet rakentaa käytetyn polttoaineen välivaraston. Varaston rakentamisesta käytiin kansainvälinen tarjouskilpailu, jonka perusteella Paksiin rakennetaan ns. kuiva välivarasto. Toimittajaksi valittiin ranskalainen GEC ALSTHOM.

Kuivassa varastossa polttoaineen jäähdytys tapahtuu luonnonkierron avulla, mikä tekee laitoksesta yksinkertaisemman kuin ns. märkävarasto. Myös polttoaineen säilymiseen vaikuttavia korrosio-olosuhteita pidetään kuivassa vastossa parempina kuin märkävarastossa. Koska tällainen laitostyyppi on jo lisensoitu mm. Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa, niin laitoksen hyväksyttämisen unkarilaisilla viranomaisilla saattaa olla helpompaa. Kuivavaraston hankintahinta ja käyttökustannukset ovat yleisen käsityksen mukaan alhaisemmat kuin märkävarastolla.

Myös tuoreen polttoaineen hankinnassa unkarilaiset ovat hakemassa toimittajaa länsimaista, jotta riippuvuus epävarmasta idästä vähenisi.

Paksin laitokselle suunnitellaan myös mittavia laitosmuutoksia, joilla vanhoja ja luotettavuudeltaan epävarmoja järjestelmiä voitaisiin uusia vastaamaan nykyisiä turvallisuusvaateita. Näin venäläistä alkuperää oleva suojausautomaatiikka aiotaan korvata uusimalla länsimaisella tekniikalla.

Mielikuva laitoksesta: siisti ja hyvin hoidettu

Laitoskierroksella oppaanamme ja koko Paksin ydinvoimalaitoskäyntimme isäntänä toimi Unkarin atomiteknillisen seuran presidentti P. Trampus. Kierros alkoi lyhyellä käynnillä turbiinialissa. Se on tehty samoilla periaatteilla kuin Loviisan turbiinialia, joskin lukuisat turvallisuutta parantavat laitosmuutokset puuttuvat. Turbiinialista siirryimme katselemaan ikkunoiden takaa valvomon toimintaa. Valvomomiehitys näytti olevan suurempi kuin Loviisassa. Monitorointia on parannettu graafisilla päätteillä.

Lopuksi vierailimme reaktorihallin yleisöparvekkeella, joka sijaitsi toisessa sivupäädystä reaktorin vieressä. Reaktorihalli oli yhteinen aina kahdelle yksikölle, jolloin mm. polar-nostureita tarvitaan vain yksi kahta laitosta kohden. Samoin latauskoneita on vain yksi reaktorihallia kohti. Vierailuhetkellä latauskone oli yleisöparvekkeelta katsottuna taaemmalla yksiköllä, eikä siihen saatu suoraa näköyhteyttä.

Laitoskierros päättyi toimistorakennuksessa olevaan pienoismallihuoneeseen, jossa oli itse laitoksen malli sekä yksityiskohtainen teräksinen paineastiamallisisäkaluineen. Mallit olivat erittäin mielenkiintoiset ja havainnollistivat laitoksen rakennetta oivallisesti.

Kaiken kaikkiaan laitos vaikutti varsin siistiltä ja hyvin hoidetulta, jonka puolesta puhuvat myös hyvät käyttökertoimet. Laitoksen panostus ei rajoitu pelkästään turvallisuuskäyttöön ja käyttökertoimiin, vaan laitosalueelle on myös tehty istutuksia ja juuri vierailupäivänä paljastettu kuuluisien fyysikoiden muistomerkki.

DI Kari Lammila on IVO International Oy:n suunnitteluinsinööri p. (90) 8561 2465.

DI Jaakko Pullinen on IVO International Oy:n lujuusinsinööri p. (90) 8561 4123.

EUROOPAN UNIONIN YDINTURVALLISUUSTUTKIMUSOHJELMA (NFS-2) Toinen hakukierros umpeutuu 28.2.1996

Ydinturvallisuusohjelman (Nuclear Fission Safety, NFS-2) ensimmäiselle hakukierrokselle suomalaiset laitokset osallistuiivat aktiivisesti. Suomalaisia oli mukana kaikkiaan 40 anomuksessa, ja he myös menestyivät varsin hyvin. Suomalaiset tulevatkin osallistumaan kaikkiaan 19 hyväksytyyn yhteisrahoitteeseen tutkimushankkeeseen.

Tutkimusohjelman toinen hakukierros avautuu 15.12.1995 ja umpeutuu 28.2.1996. Ohjelmakomitean kokouksessa 10.11.1995 komissio on ilmoittanut, että osa ensimmäisellä hakukierroksella mukana olleista osaihepiireistä on tullut jo varsin hyvin katetuiksi, joten vain todella tasokkaidella hanke-ehdotuksilla näytettäisi

olevan mahdollisuuksia tulla hyväksytyiksi näissä aihepiireissä. Mahdollisista rajoituksista toisella hakukierroksella tullaan tiedottamaan EU:n virallisessa lehdessä 15.12.1995.

Tutkimusohjelmasta ja hakuprosessista voi lisätietoja tiedustella seuraavilta henkilöiltä:

— DI Kirsti Tossavainen
KTM Energiaosasto
p. 160 4832
(yleisinformaatio)

— Prof. Lasse Mattila
VTT Energia
p. 456 5001
(yleisinformaatio sekä osa-alueet A. Uudet innovatiiviset ratkaisut ja B. Reaktoriturvallisuus)

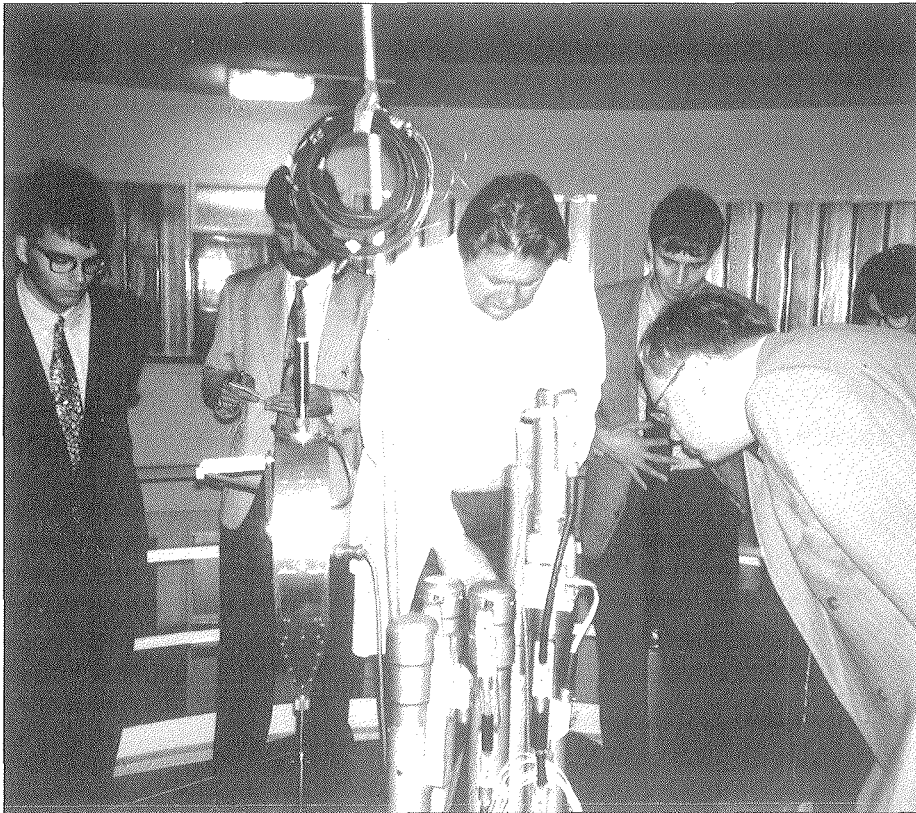
— TkT Seppo Vuori
VTT Energia
p. 456 5067
(osa-alue C. Radioaktiivisten jätteiden huolto ja sekä ydinlaitosten purku)

— FT Raimo Mustonen
Säteilyturvakeskus
p. 7598 8492
(osa-alueet D. Säteilyn vaikutukset ihmiseen ja ympäristöön ja E. Itä-Euroopan ydin/säteilyturvallisuuden parantaminen)

*Seppo Vuori
VTT Energia*

YDINTEKNIikkaA TONAVAN RANNALLA JA BUDAN KUKKULOILLA

Viimeisellä bussietapillamme suunnistimme Paksista Budapestiin. Tonavan Budan puoleiselta rannalta löytyi Budapestin teknillinen korkeakoulu, jossa tutustuimme korkeakoulun Ydintekniikan instituutin ylläpitämään opetus- ja tutkimusreaktoriin. Budapestin toinen ja samalla viimeinen virallinen kohteemme KFKI-tutkimuskeskus löytyi lyhyen, mutta sekä bussia että kuskia raastavan ajomatkan jälkeen yhdeltä Budan kukkuloista. KFKI:n yleisesittelyn jälkeen pääsimme katsomaan, miltä näyttävät tutkimuskeskuksen PMK-2-koelaitteisto ja VVR SZM10 -tyyppinen tutkimusreaktori.



Budapestin teknillisen korkeakoulun tutkimusreaktoria esitteli Zoltán Szatmáry.

Unkarin teknillisen korkeakoulun koneenrakennustekniikan ja sähkötekniikan tiedekunnissa on ydintekniikka ollut yksi vakiokoulutusohjelmista 50-luvulta asti. Ydintekniikan opetuksessa laboratorio-olosuhteet paranivat huomattavasti, kun 1971 saatiin erityisesti opetustarkoitukseen ydinreaktori, jonka teho oli aluksi

10 kW. 1950-luvun jälkeen useita satoja ydintekniikkaan perehtyneitä insinöörejä ja jatko-opiskelijointa on valmistunut tästä opinahjosta. On vaikeaa löytää esimerkiksi Paksin ydinvoimalaitoksesta insinööriä, joka ei olisi tavalla tai toisella ollut teknillisen korkeakoulun koulutuksessa.

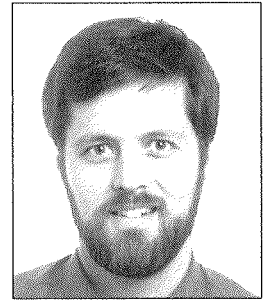
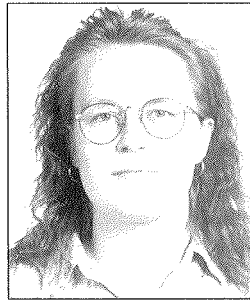
Ydintekniikan instituutti kuin ufo korkeakoulun pihalla

Unkarin ydinteknillisen seuran puheenjohtaja ja Ydintekniikan instituutin johtaja, professori Zoltán Szatmáry toimi isäntänämme tutustuessamme instituutin tutkimusreaktoriin. Tutkimusreaktori sijaitsee ufomaisessa rakennuksessa korkeakoulun sisäpihalla. Reaktori suunniteltiin ja rakennettiin unkarilaisin voimin, ja se on ollut toiminnassa vuodesta 1971 asti. Vuonna 1981 reaktorin termistä tehoa korotettiin 10 kW:sta 100 kW:iin. Reaktoria käytetään lähinnä opetustarkoituksessa; vuosittain reaktorilla käy harjoitustöitä tekemässä noin 240 opiskelijaa.

Instituutin opetusalaan ovat mm. klassinen reaktorifysiikka, reaktoriteknologia, ydinenergia, radiokemia, mittaustekniikka ja säteilysuojelu. Korkeakoulun omien ydintekniikan opiskelijoiden ja jatko-opiskelijoiden lisäksi opetusta annetaan myös muiden Unkarin yliopistojen opiskelijoille. Kurseille osallistujista valmistuu pääasiassa kone- ja sähköinsinöörejä sekä lisäksi fyysikkoja, kemistejä ja biologeja.

Perinteisesti instituutin ohjelmaan kuuluu myös ulkomailta tulevien opiskelijoiden kurssitus. Opiskelijat tulevat lähinnä Tšekinmaasta, Slovakiasta, Ranskasta ja Venäjältä — Moskovassa vastaavanlainen kurssitus on kuulemma kalliimpaa. IAEA:n pyynnöstä kehitysmaiden asiantuntijoille on myös pidetty kursseja. Professori Szatmáry kehui reaktoria Keski-Euroopan merkittävimmäksi koulutusreaktoriksi.

Reaktorilla on myöskin tutkimuskäyttöä, mm. kolme projektia Paksin ydinvoimalaitokselle: polttoainevaurioiden havaitseminen, höyrystinvuodon havaitseminen ja nimenomaan vuodon suuruuden arviointi sekä paineastian säteilyvaurioi-



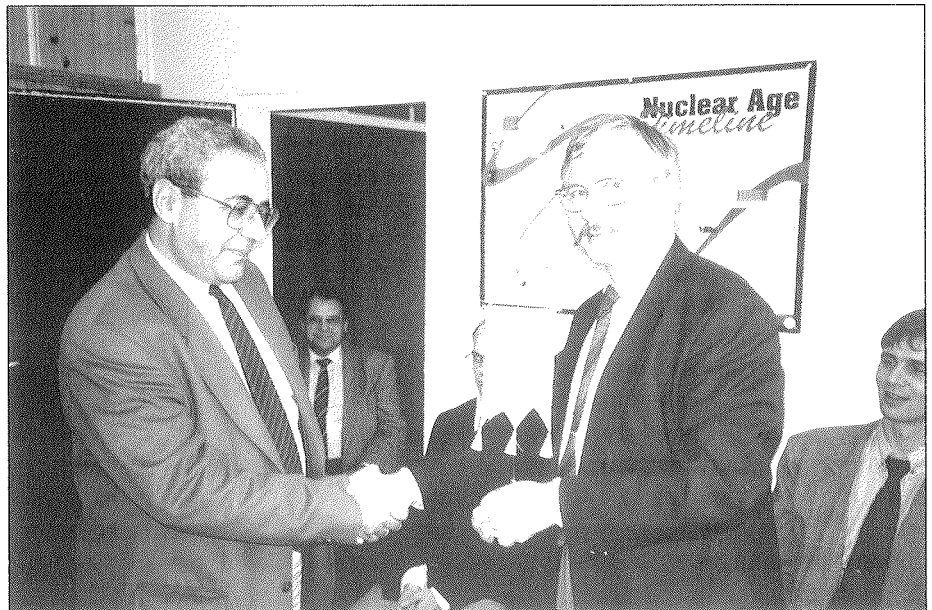
den arviointi ja eliniän pidentäminen. Instituutti tekee myös yhteistyötä sairaaloiden kanssa. Esimerkkinä tästä on boori-neutronikaappausterapia ihosyövän hoidossa — toistaiseksi kokeita on tehty vain rotilla.

Koska Unkarissa kotoista juustohöyläämme ei tunneta, niin Unkarin valtion budjettileikkaukset vaikuttivat instituutin henkilökunnan määrään roimasti; 54 työntekijästä 16 lähti 1.9.1995 ”pustalle paimenpojiksi”. Jäljellä olevista työntekijöistä on 16 professoria tai tutkijaa, loput reaktorin käyttöhenkilöitä ja muuta hallintohenkilökuntaa. Vuonna 1996 instituutissa siirrytään tulospalkkaukseen.

Tutkimusreaktorilla annetaan opetusta

Reaktorin sydän muodostuu 24 elementistä, joissa kussakin on 4*4 polttoainesauvaa. Keraaminen polttoaine on U-235:n suhteen 10 %:ksi väkevöityä. Suojakuorimateriaalina on alumiini. Alkuaikojen 10 kW:n teholla palama oli niin pieni, että polttoainetta ei tarvinnut lainkaan vaihtaa. Tehonkorotuksesta johtuen polttoaineen palama on kasvanut ja polttoaineen vaihtoja on jouduttu suorittamaan.

Reaktorin ainut ei-unkarilainen osa, polttoaine (tyyppiä AK-10) on neuvostovalmisteista, ja sitä on reilusti varastossa. Säätosauvoja reaktorissa on neljä kappaletta. Jäähdytteenä ja moderaattorina toimii tavallinen vesi ja heijastimena on grafiittia. Reaktorikierroksen päätteeksi todistimme valvomossa, kuinka innokas operaattori suoritti pikasulun ajamalla reaktorin ylithehölle.



KFKI-tutkimuslaitoksen johtaja János Gadó vastaanottamassa ATS-viiriä delegaatiota johtavalta Eero Patrakalta.

KFKI:n tutkimus keskittynyt Paksiin

KFKI:ssä isäntänämme toimi Unkarin ydinteknillisen seuran sihteeri László Roblinger. Lounaan jälkeen siirryimme asiaan. Aluksi KFKI:n johtaja János Gadó kertoi hiukan taustaa tutkimuskeskuksesta. Gadó on myös Unkarin ydinteknillisen seuran varapuheenjohtaja.

KFKI Atomic Energy Research Institute (KFKI-AEKI) perustettiin 1951, ja mittava uudelleenorganisointi tehtiin vuodenvaihteessa 1991–1992. Nykyisin instituutissa on työntekijöitä 250, joista 120:llä on akateeminen loppututkinto.

Instituutti koostuu kahdeksasta tieteellisteknisestä osastosta ja talousosastosta. Tutkimuskohteina ovat sovellettu reaktorifysiikka, säteilyfysiikka, luotettavat järjestelmät, fysikaalinen kemia, reaktorianalyysit, simulaattori ja reaktorivalvonta, reaktorikemia ja termohydrauliikka.

Instituutilla on perinteisesti hyvät suhteet entisen Neuvostoliiton instituutteihin (mm. Kurchatov Institute ja OKB-Gidropress), sikäläisiin voimalaitoksiin ja veljeksiansaan Suomessa (VTT ja IVO).

Instituutin tehtävänä on ydinenergian perustutkimus ja sovellettu tutkimus alueinaan mm. reaktorifysiikka, termohydrauliikka, asiantuntijajärjestelmät, reaktorisimulointi, reaktoriturvallisuuden arviointi, vakavien reaktorionnettomuuksien analysointi, paineastian haurastuminen, vuotojen havainnointi ja säteilysuojelu. Edelleen tutkimuskohteina ovat ympäristömittausjärjestelmät, riskinarviointi, kemialliset prosessit, jne. Lisäksi instituutti ylläpitää tutkimusreaktoria.

Instituutissa tehdään lähinnä Paksin voimalaitokseen liittyvää tutkimustyötä. Tärkeimpiä tutkimusprojektien aiheita ovat reaktorifysiikan kokeellinen tutkimus, termohydrauliset kokeet

KFKI:ssa tutustuttiin tutkimuslaitoksen virtauslaboratorioon (yläkuva).

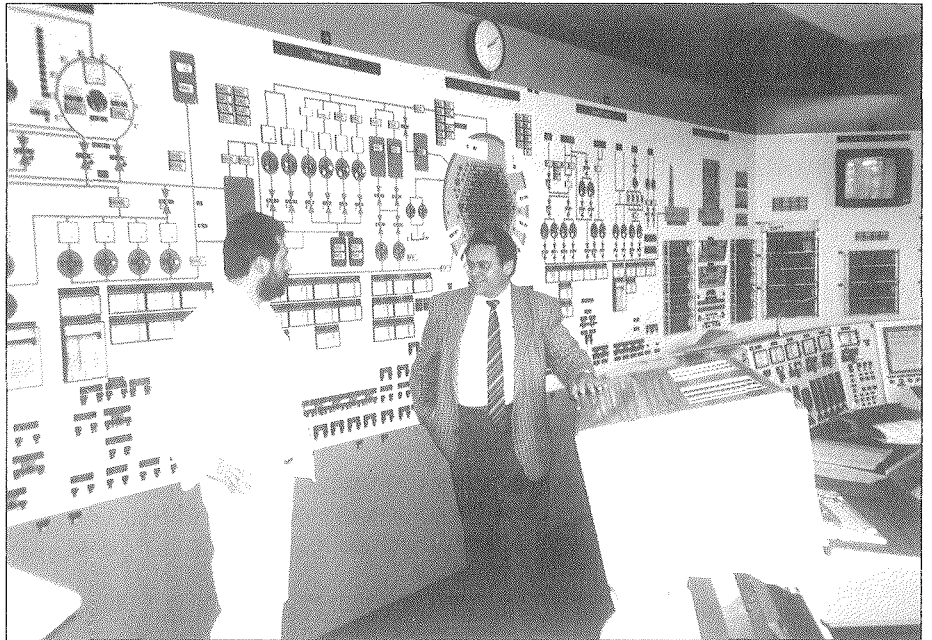
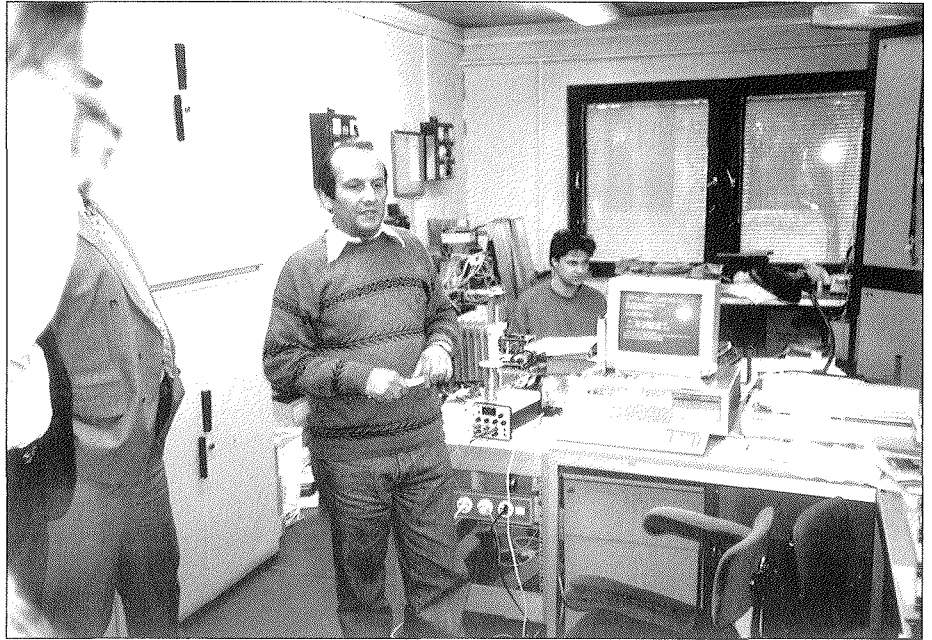
KFKI:n 20 MW:n tutkimusreaktorin valvomo, jota esittelee Unkarin ydinteknillisen seuran sihteeri Laszlo Koblinger (alakuva).

VER440/213-tyyppiselle ydinvoimalalle (PMK-2-koelaitteisto), tietokoneohjelmien kehitys ja sovellukset (KIKO3D-tietokoneohjelma: yhdistetty neutronikinetiikan ja termohydrauliikan laskenta), Paksin turvallisuusanalyysit, VVER-laitossimulaattorit, sydämen VERONA-seurantajärjestelmän (VVER ON-line Analysis) kehitys — käytössä Paksin kaikilla yksiköillä, häiriönmääritysjärjestelmät VVER-laitoksille ja ympäristömittausjärjestelmä Paksille. Tutkimusreaktoritoimintaan liittyvät radioisotopien tuotanto, aktiivointianalyysit ja reaktoripaineastian valvonta.

EU-rahaa toivotaan ja odotetaan

KFKI:n rahoituksesta tulee tällä hetkellä noin 40 % Unkarin tiedeakatemialta, 20 % valtion myöntämistä apurahoista, 20–30 % Paksin tilaustöistä ja loput EU-apurahoista sekä muista alihankintatöistä. Valtion osuuden (nyt siis 60 %) pienetessä tulevaisuudessa KFKI asettaa suuret toiveet ja odotukset Brysselin suuntaan, jotta sieltä löytyisi rahoitusta — ovathan he sentään asiantuntijoita VVER-alalla ja lisäksi omaavat hyvät idänsuhteet. Aivan kuin vastaavaa liturgiaa olisi kuullut aikaisemmin jossain toisessa maassa. KFKI:n johdolla on suhteellisen optimistinen (unkarilaisella asteikolla) katse tulevaisuuteen ja instituution jatkoon.

Paksin voimalaitoksen kaltaista VVER-440-reaktoria mallintavan ns. integroidun koelaitteiston esitteli meille György Ézsöl. Laitteiston nimi on PMK-2 ja siinä on mallinnettu Paksin primääri- ja osittain sekundääripiirikin pitäen korkeussuhteen 1:1 (paitsi paineistimessa ja alasmennössä) ja pienentämällä tilavuutta suhteessa 1:2070. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että Lappeenrannassa olevan samankaltaisen koelaitteis-



ton, PACTELin tilavuuskaalaus on 1:305. Koelaitteistossa on yksi kiertopiiri, VVER-440:ssä niitä on 6. Sydänsosan muodostavat 19 sähkölämmitteistä polttoainesauvasimulaattoria, joista saadaan enimmillään 664 kW:n teho. Höyrystintarjous on erikoinen serpentiiniputkineen ja tynnyrimäisine höyrystintimeen. Korkea- ja matalapaineruiskutusjärjestelmät ovat molemmat mallinnettu. Koetulosten saamiseen on käytettävissä 160 mittauskanavaa. Suurin osa mittauksista on lämpötilamittauksia. Laitteiston suurin etu esimerkiksi PACTELiin verrattuna on, että se toimii

samassa paineessa ja lämpötilassa kuin referenssireaktorikin.

Koelaitteistolla on tehty tähän mennessä erilaisia jäähdytteenmenetysonnettomuuskokeita (LOCA), höyrystintputken murtumista mallintavia kokeita (SGTR) ja sähkömenetykskokeita. Merkittävin koe on ollut IAEA:n organisoima SPE-4 ja KFKI:llä on tavoitteena saada järjestettäväksi SPE-5, jossa tutkittaisiin syöttöveden täydellistä menetystä. Lisäksi koelaitteisto on ollut tärkeässä osassa eri tietokoneohjelmien validoinnissa.



Vierailun virallinen osuus on onnellisesti ohi ja ilonpito Budapestin "Mustassa linnussa" voi alkaa (yläkuva).

Lopuksi vielä kaihoisa katse yli Budapestin upeiden maisemien, ja sitten kotimaikalle (alakuva).



10 MW. Reaktorin käyttö aloitettiin 1959, jolloin teho oli 2 MW. Vuonna 1967 reaktorin parannusten jälkeen terminen teho saatiin nostettua 5 MW:iin, ja viimeisin tehonkorotus tehtiin mittavien korjaustöiden yhteydessä vuonna 1986. Reaktorille on myönnetty lisenssi 20 MW teholle, mutta tämä vaatisi polttoaineen vaihtamista toisentyyppiseksi. Reaktorisydämessä on 200 polttoainesauvaa. Polttoaine on 36 %:ksi väkevöity U-235:n suhteen. Jäähdytteenä ja moderaattorina on tavallinen vesi ja sydämellä on berylliumheijastin. Reaktorin neutronivuon suurin arvo on noin kymmenkertainen esimerkiksi Paksin reaktoreihin verrattuna.

Reaktori toimii pääasiallisesti isotooppi-tuotannossa ja materiaalitutkimuksessa. Reaktorin säteilytyskapasiteetista on tällä hetkellä käytössä vain noin puolet. Reaktorilta siirryimme jouhevasti isäntien kehotuksesta kenkäräjän ja henkilömonitorin ohittaen ulos ja olimmekin valmiit rentoutumaan Budan ja Pestin öissä rankan mutta antoisan viikon päätteeksi.

Tutkimusreaktori — *déjà-vu*

PMK-koelaitteistolta siirryimme ekskursiomme viimeiseen yksittäiseen kohteeseen eli KFKI:n tutkimusreaktorille. Lyhyen valvomoesittelyn jälkeen siirryimme kenkäräjän ohittaen itse reaktorille. Rankan viikon uuvuttamille matkailisille tuli reaktorihallissa vahva *déjà-vu* -tunne, kunnes selvisi, että reaktori on samanlainen kuin ensimmäisen vierailukohtemme Rezin tutkimusreaktori. Samanlainen reaktori on ollut käytössä myös DDR:ssä. Merkittävin

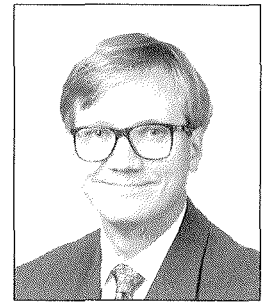
ero Rezin ja KFKI:n reaktoreiden välillä on polttoaine-elementissä. Rezin polttoaineen ollessa levymäistä on KFKI:ssa pyöreitä sauvoja. DDR:n reaktorissa oli samanlaista sauvapolttoainetta ja Saksa onkin myynyt edullisesti sulkemansa reaktorin tuoreet polttoaine-elementit KFKI:lle.

Tutkimusreaktorin tyyppi on VVR SZM10. Kyseessä ei ole painovirhe, vaan tutusta VVER-lyhenteestä on tarkoituksella jätetty energiaa tarkoittava E pois. Kuten tyyppimerkistä arvata saattaa, on reaktorin terminen teho

DI Virpi Korteniemi toimii tutkijana Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun Energiatekniikan osaston Ydintekniikan laboratoriossa, p. (953) 621 2383.

DI Timo Ritonummi toimii ydintekniikan assistenttina Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun Energiatekniikan osaston Ydintekniikan laboratoriossa, p. (953) 621 2713.

EKSKURSIONOILLA PITKÄT PERINTEET



*Ekskursioilla on ollut keskeinen osa ATS:n toiminnassa sen perustamisesta lähtien. Seuran perustaminen sai itse asiassa 1966 alkunsa tuolloisen Atomi-
valtuuskunnan Neuvostoliittoon tekemän matkan yhteydessä. Valokuva matkalta komeilee 'ATS Ydintekniikan' kannessa lehden 25-vuotisjuhlanumerossa 3/91. Lehteä voi vieläkin suositella seuramme historiasta muutenkin kiinnostuneille.*



Vuoden 1994 ATS-delegaatio Sosnovy Borissa.

Seuran historian alkutaipaleella sen järjestämällä ulkomaan opintomatkoina oli ilmeisen tärkeä koulutuksellinen merkitys ydintekniikan tuomiseen maahan. Myöhemmin myös esimerkiksi yhteistyölle tärkeiden siteiden luominen jäsenten välille on ehkä saanut lisää merkitystä jäsenmäärän kasvaessa, mutta kaikissa vaiheissa koulutusrooli on pysynyt perimmäisenä.

Ulkomaan opintomatkoina tilastoitaessa kansainvälisistä konferensseista ja näyttelyistä on seuraavan sivun taulukoon otettu mukaan vain Sveitsissä järjestetty Nuclex, jolla oli alkuvuosina erityinen merkitys. Sen sijaan sen seuraaja ENC on jätetty pois, vaikka sillekin on säännönmukaisesti järjestetty ryhmämatka.

Osallistujamäärät on otettu tilastoon vasta ATS:n julkaisun perustamisvuodesta 1972 lähtien. Tilastosta voi päätellä, että opintomatkoina on osallistunut

yhteensä yli 500 seuran jäsentä. Tämä osoittanee kiistattomasti toiminnan laajuuden ja merkitsee sitä, että valtaosalla tämänkin lukijoista täytyy olla omakohtaisia kokemuksia jo(i)takin mainituista matkoista.

Ekskursiosihteerin hoitaa järjestelyt

Vuodesta 1982 alkaen johtokunta on nimennyt ekskursioita varten oman toimihenkilön. Aiemmin järjestelyistä pääsääntöisesti vastasi yhdistyksen sihteeri, mutta monessa tapauksessa suunnittelu-, valmistelu- ja matkanjohtotehtävät jaettiin useamman henkilön kesken. Kaikkia niitä lukuisia matkojen onnistumisen taanneita henkilöitä ei tässä valitettavasti ole mahdollista nimeltä mainita. Tarkoitus ei kuitenkaan ole mitenkään väheksyä heidän panostaan.

Ekskursiosihteerin tehtävän sisältö ja toimintatavat ovat vuosien mittaan vakiintuneet. Tehtävän siirto henkilöltä toiselle on nykyisin yksinkertaista. Toisaalta vapauksia ja haasteita jää niin paljon, että tehtävä on ehdottomasti hoitajalleen antoisa ja tarjoaa siten yhdistykselle mahdollisuuden uusien ihmisten kasvattamiseksi sen toimintaan. Tämän takia tehtävää onkin tarkoituksenmukaista kierrättää riittävän taajaan. Samaa voi tietysti sanoa laajemminkin seuran toimihenkilötehtävistä.

Ekskursiotoiminta painottuu ulkomaanmatkoihin, muttei rajoitu niihin. Lisäksi on miltei poikkeuksetta järjestetty ainakin yksi vuosittainen kotimaan vierailu. Viime vuosina ei aktiivisuus tässä suhteessa ole ollut silmiinpistävä, muttei kotimaisia kohteita siitä huolimatta ole tarkoitus unohtaa. Silläkin uhalla, että ne väkisin alkavat toistaa itseään.

ATS:n ulkomaanekskursiot vuosina 1966–1995

Vuosi Kohde	Osallistujien lukumäärä	Ekskursio- sihteeri
1966 Sveitsi (Nuclex)		
1967 —		
1968 Tanska		
1969 Sveitsi (Nuclex)		
1970 —		
1971 Neuvostoliitto		
1972 Ruotsi		
1972 Sveitsi (Nuclex)		
1973 Ruotsi ja Tanska	12	
1974 Saksan liittotasavalta	43	
1975 Sveitsi (Nuclex)		
1976 Englanti ja Belgia	29	
1977 Ranska	20	
1978 Sveitsi (Nuclex)		
1979 Neuvostoliitto		
1980 Japani	16	
1981 Sveitsi (Nuclex), Ranska ja Espanja	25	
1982 Ruotsi	23	Klaus Kilpi
1982 Unkari ja Italia	13	Klaus Kilpi
1983 Neuvostoliitto	31	Klaus Kilpi
1984 Kanada ja Yhdysvallat	16	Pertti Salminen
1985 Ruotsi	19	Pertti Salminen
1985 Tšekkoslovakia ja Saksan liittotasavalta	19	Pertti Salminen
1986 Kiina	12	Pertti Salminen
1987 Sveitsi ja Ranska	20	Eero Patrakka
1988 Japani	16	Eero Patrakka
1989 Englanti	16	Eero Patrakka
1990 Neuvostoliitto	23	Jorma Aurela
1991 Espanja	19	Jorma Aurela
1992 Kanada, Yhdysvallat ja Meksiko	10	Tapio Saarenpää
1993 Hollanti ja Saksa	15	Tapio Saarenpää
1994 Viro ja Venäjä	28	Tapio Saarenpää
1995 Tshekki, Itävalta ja Unkari	17	Tapio Saarenpää

Kansainväliset ja kotimaiset ammattivierailut ovat vieläkin hyvä ja tarpeellinen keino uusien henkilöiden perehdyttämiseen alalle. Voi perustellusti päätellä, että pelkästään väistämättä käynnistyvä sukupolvenvaihdos takaa tulevienkin vuosien ekskursiontoiminnan tarpeiden säilymisen.

Tätä luettaessa yhdistyksen vuosikokous ja uuden johtokunnan valinta on lähestymässä. Olen toiminut tehtävässä jo neljä vuotta ja katson antaneeni parhaan panokseni sen hoidolle. Tämä ilmeni taannoin esimerkiksi siten, etten ehtinyt osallistua tässä numerossa kuvatulle matkalle.

Olen pyytänyt nykyistä puheenjohtajaa aloittamaan uuden henkilön etsimisen ja esittänyt oman seuraajaehdokkaani. Uuden johtokunnan ensimmäisiä tehtäviä on nimetä seuralle virkamiehistö, joten kenties jo seuraavassa lehdessä saamme lukea uuden innokkaan ekskursiontoiminnan nimen.

Kiitän kaikkia niitä, joihin minulla on ollut tilaisuus tutustua viime vuosien ekskursiontoiminnalla ja toivotan seuraajalleni menestystä sekä yhtä antoisia matkakokemuksia isäntiensä ja matkakumppaneidensa kanssa.

DI Tapio Saarenpää on Teollisuuden Voima Oy:n projektipäällikkö sekä ATS Ydintekniikka -lehden erikoistoimittaja ja seuran ekskursiontoiminnan sihteeri, p. (938) 381 4312

INIS 25 VUOTTA

Ydinenergia-alan viitetietokanta INIS on täyttänyt 25 vuotta. Kansainvälisen atomienergiäjärjestön IAEA:n alaisuudessa Wienissä toimiva INIS eli the International Nuclear Information System kerää tietoa eri puolilla maailmaa julkaistusta rauhanomaiseen ydinenergian tuotantoon liittyvästä kirjallisuudesta. Tällä hetkellä 90 maata ja 17 kansainvälistä organisaatiota osallistuu INIS-yhteistyöhön. Esimerkkeinä mainittakoon CERN, OECD/NEA ja UNSCEAR.



INIS-tietokannan historia ulottuu vuoteen 1965, jolloin IAEA ryhtyi suunnittelemaan tietokonepohjaista tiedon keruu-, varastointi- ja välitysjärjestelmää jäsenmaidensa käyttöön. Elektronisessa muodossa olevia tietokantoja ei vielä tuolloin ollut laajassa käytössä. Kirjallisuushakuihin ja -seurantaan käytettiin painettuja viitetieto- ja tiivistelmäjulkaisuja. Ydinenergia-alalla tällainen oli esimerkiksi amerikkalainen Nuclear Science Abstracts. Kansainvälisenä yhteistyönä INIS-tietokannalle luotiin oma luettelointi-, asiasanoitus- eli indeksointi- sekä luokitusjärjestelmä. Tietokanta avattiin käyttöön toukokuussa 1970, tuolloin ilmestyi myös ensimmäinen painettu INIS Atomindex -julkaisu.

INIS on ensimmäinen maailmanlaajuinen tietokanta, joka perustuu hajautetun syötön periaatteelle. Jokaiseen jäsenmaahan ja organisaatioon on nimetty yhdyshenkilö, Liaison Officer, joka vastaa omassa maassaan tai organisaatiossaan julkaistun kirjallisuuden valinnasta ja syötöstä tietokantaan. Lisäksi yhdyshenkilöt toimivat linkkinä käyttäjien ja tietokannan kehittämisen välillä. Suomessa INIS-yhteistyöstä on vuodesta 1970 lähtien vastannut Teknillisen korkeakoulun kirjasto.

INIS sisältää tällä hetkellä yli 1,8 miljoonaa viitettä ja kasvu on noin 85 000 viitettä vuosittain. Kolmannes aineistosta on peräisin Yhdysvalloista, toinen kolmannes koostuu Englannin, Ranskan, Saksan ja entisen Neuvostoliiton alueen maiden syöttämistä viitteistä. Yli puolet (53 %) tietokannan sisällöstä koostuu lehtiartikkeliviitteistä, raporttien osuus on reilu viidesosa (23 %).

Tietokannan viitteisiin lisätään asiasanoja (indeksitermejä), aiheenmukaisia luokkia sekä englanninkielinen tiivistelmä, jotka kaikki helpottavat oikeiden julkaisujen löytymistä. Asiasanat ja annetut luokat on valittu kuvaamaan alkuperäisjulkaisun keskeisintä asiasisältöä. Niitä kannattaa hyödyntää hakuja tehtäessä, sillä tiivistelmien tekstissä sama asia kuvataan usein monin eri tavoin ja sanoin. Asiasanat ja luokat ovat (tai ainakin pyrkivät olemaan) yksikäsitteisiä. Tiivistelmien laadinnassa tullaan tulevaisuudessa painottumaan entistä informatiivisempaan suuntaan ts. tutkimuksen tärkeimmät tulokset ilmoitetaan jo tiivistelmässä.

Jäsenmaiden syöttämien viitteiden laatua valvotaan Wienissä jatkuvasti. Tätä varten on kehitetty nk. expert system, joka tarkistaa annettujen luok-

kien ja asiasanojen oikeellisuuden. INIS on myös palkannut tietokannan eri aihealueita edustavia asiantuntijoita, jotka seuraavat oman alansa viitteiden sisältöä ja antavat jäsenmaille palautetta syötetystä aineistosta. Wienissä järjestetään vuosittain kursseja, joilla käydään läpi luettelointiin, indeksointiin, luokitukseen ja tiivistelmien laadintaan liittyviä asioita.

INIS-tietokantaa tehdään läheisessä yhteistyössä kansainvälisen energiäjärjestön IEA:n piirissä tuotetun ETDE – Energy Database -tietokannan kanssa. ETDE, johon tällä hetkellä 18 maata syöttää tietoa, kattaa kaikki energiamuodot ja se sisältää yli 3 miljoonaa viitettä. Kaikki INIS-tietokannan viitteet syötetään myös ETDE-tietokantaan.

INIS saatiin CD-ROM-käyttöön vuonna 1991 ja CD-ROM-levyillä tietokanta on vuodesta 1976 alkaen. CD-ROM-laitteiden yleistymisen on johtanut siihen, että painetun kaksi kertaa kuussa ilmestyvän INIS Atomindex -julkaisun tilauskanta on huomattavasti pienentynyt. Suunnitelmissa on, että painetusta julkaisusta tullaan muutaman vuoden sisällä luopumaan.

INIS CD-ROM-tietokantaan on mahdollista tutustua Teknillisen korkeakoulun pääkirjastossa. Lisätietoja tietokannasta on saatavissa Internet-osoitteesta <http://www.hut.fi/TKK/Kirjasto/energia.html>.

Tieteellinen julkaiseminen on siirtymässä verkkoihin. Tämä asettaa melkoisia haasteita myös tietokannan tuottajille. INIS selvittää tällä hetkellä mahdollisuuksia saada tiedot julkaisuista elektro-

Lisätietoja INIS ja ETDE -tietokannoista

Teknillisen korkeakoulun kirjasto
Informaatiopalvelu

Marja Roukala tai Eva Tolonen

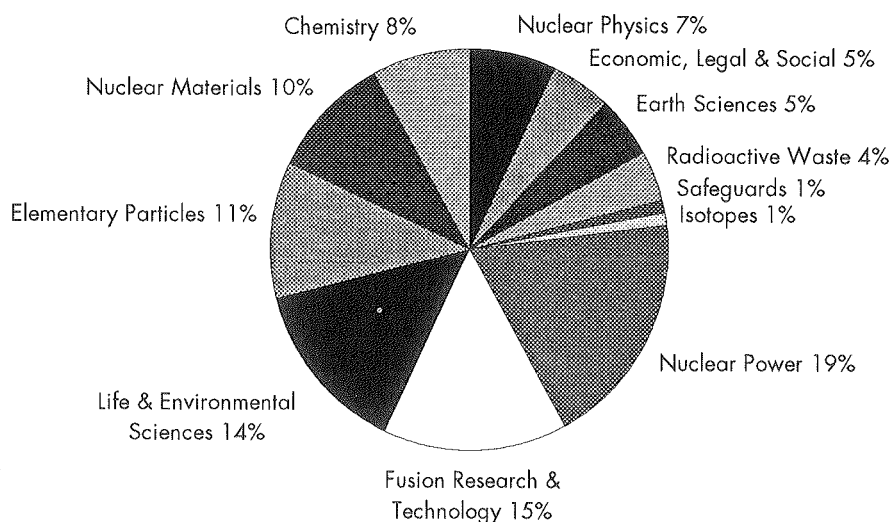
Otaniementie 9
02150 Espoo
puh. (90) 451 4104, (90) 451 4140
fax (90) 451 4132
marja.roukala@hut.fi
eva.tolonen@hut.fi

nisessa muodossa suoraan kustantajilta. Myös erilaisia automaattisen indeksoinnin ja tiedon järjestämisen keinoja tutkitaan.

Tähän asti kaikki tietokantaan syötetty raporttikirjallisuus on keskitetysti tallennettu Wieniin mikrokorttimuodossa kirjallisuuden helpon saatavuuden takaamiseksi. Jatkossa tallentaminen tapahtuu CD-ROM-levyille, jolloin raportit voidaan toimittaa nopeasti myös sähköisessä muodossa tietokannan käyttäjille.

IAEA:n www-kotisivu on avattu Internet-osoitteessa <http://www.iaea.or.at/> ja INIS www-kotisivua valmistellaan parhaillaan. INIS-kotisivulta luodaan linkkejä mahdollisimman moneen tietokannan aihealuetta lähellä olevaan tiedonlähteeseen.

Tietokannan aihealueet vuonna 1994



Hederspris och stipendier ur dipl. ing. Edmund Wilhelm Guerillot's fond 1995

Hederspris

”För utmärkta förtjänster i att befordra forskningen av teknologin i kärnkraftverk med syfte att öka användningen av kärnkraft för elproduktion i Finland:”

Dir. Anders Palmgren, 60 000 mk;
VD Magnus von Bonsdorff,
60 000 mk; Akademiker Jorma K.
Miettinen, 40 000 mk; FD Raimo
Mustonen, 40 000 mk

Stipendier

DI Mikko Ilvonen, 10 000 mk, för att utveckla nya dosberäkningsmodeller och ett datorprogram för atmosfärisk spridning (lic. avhandling)

Professor Heikki Kallis forskargrupp:

DI Christine Sarrette, 20 000 mk, för att utveckla program som simulerar kärnkraftverkens termohydraulik

DI Jozsef Banati, 20 000 mk, för att studera VVER-kraftverkens termohydraulik

TkL Reijo Munter, 20 000 mk, för att studera avancerade lättvattenreaktorer ALWR (doktorsavhandling)

DI Pekka Raussi, 20 000 mk, för att numeriskt modellera naturcirkulationen och skala upp laboratorieexperiment till kraftverksnivå (doktorsavhandling)

DI Juhani Vihavainen, 20 000 mk, för att studera ALWR-kraftverkens passiva säkerhetssystem

DI Virpi Korteniemi, 20 000 mk, för att studera det termohydrauliska beteendet hos kärnkraftverk och försöksanläggningar (lic. avhandling)

DI Timo Okkonen, 20 000 mk, för forskning i behandling av härdsmälta (doktorsavhandling)

DI Jyrki Peltonen, 20 000 mk, för att beräkna och experimentellt bestämma reaktivitetsfaktorn hos en effektreaktor (doktorsavhandling)

DI Markku Puustinen, 20 000 mk, för att analysera experiment som modellerar mindre läckage och borutspädningsfenomen

DI Timo Ritonummi, 20 000 mk, för bedömning av neutronflödet i en punkt med Monte Carlo metoden (lic. avhandling)

FD Rolf Rosenberg, 60 000 mk, för speciering av ⁹⁰Sr och ²³⁹Pu i vatten-ekosystem

TkL Mikki Sirola, 20 000 mk, för att utveckla en beslutsmodell i ett mångagentsystem (doktorsavhandling)

TkL Klaus Sjöblom, 30 000 mk, för att utveckla arbetsmetoder och verktyg för nordiska haveriberedskapsövningar för kärnkraftsolyckor

TkL Heli Talja, 20 000 mk, för studie i numerisk brottmekanik tillämpat på reaktortanken i kärnkraftverk (doktorsavhandling)

Prof. Björn Wahlström, 20 000 mk, för att studera kärnsäkerhetsarbetets operativa ledning; mål, medel och mätmetoder

TkL Pekka Viitanen, 20 000 mk, för att studera utnyttjandet av tracer metoder i uppskattning vid slutförvaring av radioaktivt avfall (doktorsavhandling)

Understöd

Atomtekniska sällskapet i Finland, 30 000 mk, för tidskriften ATS Ydintekniikka

Totalt 610 000 mk

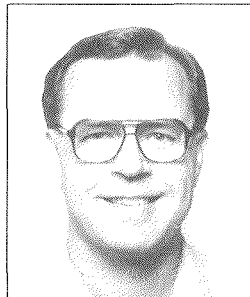
Lyhyesti maailmalta

Lyhyesti maailmalta-palsta loppuu tähän. Lehdistön ydinvoimatiedotus on laajentunut ja parantunut huomattavasti sitten palstan aloituksen kymmenen vuotta sitten. Muun muassa Euroopan ydinteknisen seuran NucNet-julkaisu on osoittautunut erittäin hyväksi. Kiitän lukijoita Lyhyesti maailmalta -palstan seurannasta.

Ukrainalla on nyt Euroopan suurin ydinvoimalaitos. Zaporochen ydinvoimalaitoksen kuudes yksikkö otettiin käyttöön 6. lokakuuta ja laitoksen yhteisteho on 5 700 megavattia. Ranskan Gravelinesin laitoksella on myös kuusi yksikköä, mutta ne ovat yhteisteholtaan 5 460 megavattia. Ukrainalla on nyt 15 ydinvoimalaitosyksikköä käytössä ja ne kattavat 34 % maan sähkönkulutuksesta. Zaporochen kaikki yksiköt ovat venäläistä VVER 1000-tyyppiä ja teholtaan 950 MW.
NucNet 6.10.1995

Ranskan kansainvälinen Superphenix 1 240 MW-hyötöreaktori käynnistettiin uudelleen syyskuun 25. päivänä. Reaktori oli pysähdyksissä syyskuun alusta useiden häiriöiden vuoksi. Mm. natriumvuotojen ilmaisujärjestelmä antoi hälytyksiä vaikka vuotoja ei ollut. Laitoksen varsinainen huoltoseisokki on suunniteltu tapahtuvaksi vuoden kuluttua.
Nucleonics week 5.10.1995

Norjan ja Venäjän yhteistyötä hidastaa edelleen puuttuva vastuuvollisuus-sopimus Kuolan ydinvoimalaitokseen liittyen. Muut valtiot, kuten Liettua ovat jo allekirjoittaneet vastaavat sopimukset. Norja pelkää joutuvansa pahasti vaikeuksiin jonkin toimittamansa laitteen vikaannuttua Kuolan ydinvoimalaitoksessa.
Nucleonics week 12.10.1995



*Ystävällisin terveisin
Pekka Lehtinen*

Ins. Pekka Lehtinen on Säteilyturva-keskuksen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. (90) 759 881.

English abstracts

THE FNS 1995 STUDY TOUR TO CZECH REPUBLIC, AUSTRIA AND HUNGARY

Salminen (page 2)

The annual technical tour of the Finnish Nuclear Society was made to Czech Republic and Hungary. During a long bus trip from Czech to Hungary the group also visited the IAEA headquarters in Vienna. In seven days the group of 17 members of the Society got a good survey of the nuclear status in Czech Republic and Hungary. The group visited two nuclear research institutes, REZ in Prague and KFKI in Budapest, Skoda Nuclear Machinery in Plzen and two nuclear power plants, one under construction in Temelin (2 X 1000 MW) and the other in operation in Paks (4 x 460 MW). In addition to these, in Czech Republic there is Dukovany nuclear power plant (4 x 440 MW) in operation. All these nuclear power plants have high load factors and public opinion in both countries is more favourable for nuclear power than that in Western European countries. The visits are described in more detail in separate articles.

THE FNS VISIT TO NUCLEAR RESEARCH INSTITUTE REZ IN CZECH REPUBLIC

Mészáros, Raiko (page 6)

The Nuclear Research Institute REZ has weathered some difficult years, becoming a commercial organisation and adapting to the split between the Czech and Slovak Republics. Now, in its 40th year, it is technically focused and financially optimistic. We congratulate REZ for the anniversary!

THE FNS VISIT TO CZECH REPUBLIC AND NUCLEAR POWER PLANT TEMELIN

Wallenius, Virtanen (page 9)

The 1995 nuclear power plant visit in Czech Republic was done to the Temelin Nuclear Plant. The original plan of the state of Czechoslovakia was to build four VVER 1000 pressurized water reactors, which were ordered from the Soviet Union. Turbines and generators, with an output of 980 MWe, and pressure vessels were ordered from Skoda and the other large components from Vitovice Czechoslovakia. After the collapse of Czechoslovakia in 1989 Czech Republic decided to build only two reactors which must fulfill western safety regulations. Because of these reasons the fueling of plant 1 has been delayed from 1992 to December 1997. The loading of plant 2 will take place in 1999. It has also been planned to deliver municipal heating to the biggest towns nearby.

VISIT TO SKODA NUCLEAR MACHINERY Ltd

Graae, Eurasto (page 11)

One of the companies the excursion group visited was SKODA Nuclear Machinery Ltd in Plzeň. SKODA is a holding company including 43 subsidiaries and 12 affiliates. SKODA Nuclear machinery Ltd is one of the biggest subsidiaries. The total number of employees is around 1500. The production includes all the primary components and technical services in the area of nuclear power technology. SKODA also manufactures components used in conventional power plants, such

as heat exchangers, heavy pressure vessels and some medical equipment.

The manufacture is divided between two factory areas. The heavy components, including reactor pressure vessels, are manufactured in the main factory area in Plzeň. The smaller components, like control rod drives, hermetic cable penetrations and other components for NPP's are manufactured in the Bolevic area some 20 km from Plzeň.

The company has manufactured 21 reactors of VVER 440 type and 3 reactors of VVER 1000 type. Ten of the power plants which use reactors made by SKODA company are in operation, the other plants are under construction or the projects have been cancelled.

Today, the main heavy products of the company are spent fuel compact storage racks as well as spent fuel transportation and storage casks. During the visit we had the possibility to see the reactor testing facility in the Bolevec and the reactor factory near the city Plzeň.

VISIT TO IAEA

Isolankila, Kopiloff (page 13)

The excursion group of the Finnish Nuclear Society visited the headquarters of IAEA in Vienna on 27 September. The group was given a walk-through in the Vienna International Centre and short presentations about IAEA's activities. Also the Finns working at IAEA presented their duties.

HUNGARIAN NUCLEAR SOCIETY

Sarakaski (page 14)

The Hungarian Nuclear Society was founded in 1990. The current membership is 357. The president of the society is professor Zoltan Szatmáry.

The aims of the society are, among other things, to contribute to environment-friendly uses of nuclear energy and to familiarize students with the possible uses of nuclear energy, the hazards and the methods of protection against them. It also aims at prevention of incorrect uses of nuclear energy. The society cooperates with other social organizations formed for similar purposes and with foreign nuclear associations.

The society translates the European Nuclear Society's information sheets, "Nucleus", and distributes them to its members, to the members of the Hungarian Parliament and to newswriters. This year the society was involved in organizing the Top Safe Meeting. The society is also planning on celebrating the tenth anniversary of Tshernobyl.

VISIT TO THE NPP PAKS

Lammila, Pullinen (page 15)

The FNS excursion group visited the NPP Paks in Hungary. Paks operates four VVER-444/231 model units with a thermal power of 1375 MW. The lifetime load factors of these plants have been very high. They have produced 42.3 % of the electricity production in Hungary.

The Paks plant has been designed to go through substantial plant modifications that would help Paks to maintain and improve its safety. A dry spent fuel storage will be built for the spent fuel.

Dr. P. Trampus, the president of the Hungarian Nuclear Society, was our host during the visit to the NPP Paks. After an overview presentation of the plants, we made a short visit to the turbine building. Then we took a quick glance at the control room behind a glass pane. Finally we visited the balcony of the reactor hall.

VISITS TO THE TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST AND THE KFKI ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE

Korteniemi, Ritoummi (page 20)

The Technical University of Budapest and the KFKI Atomic Energy Research Institute (KFKI-AEKI) were the last two places to visit on the one week excursion of the ATS foreign excursion group. At the Technical University the group visited the training-research reactor maintained by the Institute of Nuclear Techniques (INT) of the Technical University. Professor Zoltán Szatmáry, the head of the Institute, presented the aim of the Institute, as well as guided the tour around the actual reactor laboratory. The reactor of the Institute has been working since 1971, mainly for educational purposes. At KFKI the ATS group was introduced to the work of KFKI by a short overall presentation. Later the group was shown a test facility of the Institute, namely PMK-2. The PMK-2 thermal-hydraulic test facility is a full pressure scaled-down model of the Paks Nuclear Power Plant. As the last official subject of the

excursion the hosts of the Institute took the group to see the research reactor of the type VVR SZM10.

LONG TRADITION OF FNS STUDY TOURS

Saarenpää (page 22)

Study tours have always had a vital role in the Society's function. In fact, FNS was founded as an indirect result of one made to USSR in 1966. The activities are concentrated on an annual international tour with an almost continuous succession. Quite often these have also been complemented with visits to domestic destination. The long tradition of international tours is presented in a table. This shows that in total 33 tours have been made during 1966–1995 with well over 550 participants, a number almost equal to the Society's total size of membership. Since 1982 the board has appointed an official, the tour secretary, with the specific duty of organizing the annual tours. The names of these are summarized and the person holding the position for the last four years welcomes names for new nominees.

25 YEARS OF THE INTERNATIONAL NUCLEAR INFORMATION SYSTEM (INIS)

Roukala, Tolonen (page 24)

The INIS system, the very first in the world to enable the decentralized creation of an international database, covers all the world's literature on the peaceful applications of nuclear science and technology. Through INIS, Member States of the IAEA, international organizations, scientists, engineers,

managers, planners and policy-makers, members of academic and research institutes, students and users in industry throughout the world are able to benefit from the comprehensive services offered.

At the time of this establishment, the computer-based INIS system was deemed to be at the forefront of information technology; during the intervening 25 years it has steadily developed so as to maintain its position in the vanguard of information transfer activities, while maintaining its non-commercial character and facilitating the availability of nuclear information to users in all participating countries irrespective of their levels of development.

The strategy for INIS developments foresees that access to nuclear information would be ensured not only by producing the INIS database as it has been in the past, but that access to information available elsewhere would become part of the overall INIS approach to the provision of nuclear information. This approach of 'partnerships' with other sources of information stresses the continued provision of comprehensive nuclear information services to its users in the Member States by a combination of data ownership and access to data stored elsewhere.

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA –

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



Kannatusjäsenet

ABB Strömberg Power Oy

Fintact Ky

Imatran Voima Oy

Kemira Oy

Mercantile Oy

NAF Oy

Neste Oy

Nokia Oy Ab Voima

Pohjolan Voima Oy

PRG-Tec Oy

Rados Oy

Saario & Riekkola Oy

Siemens Osakeyhtiö

Suomen Atomivakuutuspooli

Suomen Malmi Oy

Teollisuuden Voima Oy

Terasto Oy

VTT Energia

YIT-Yhtymä Oy