

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA-

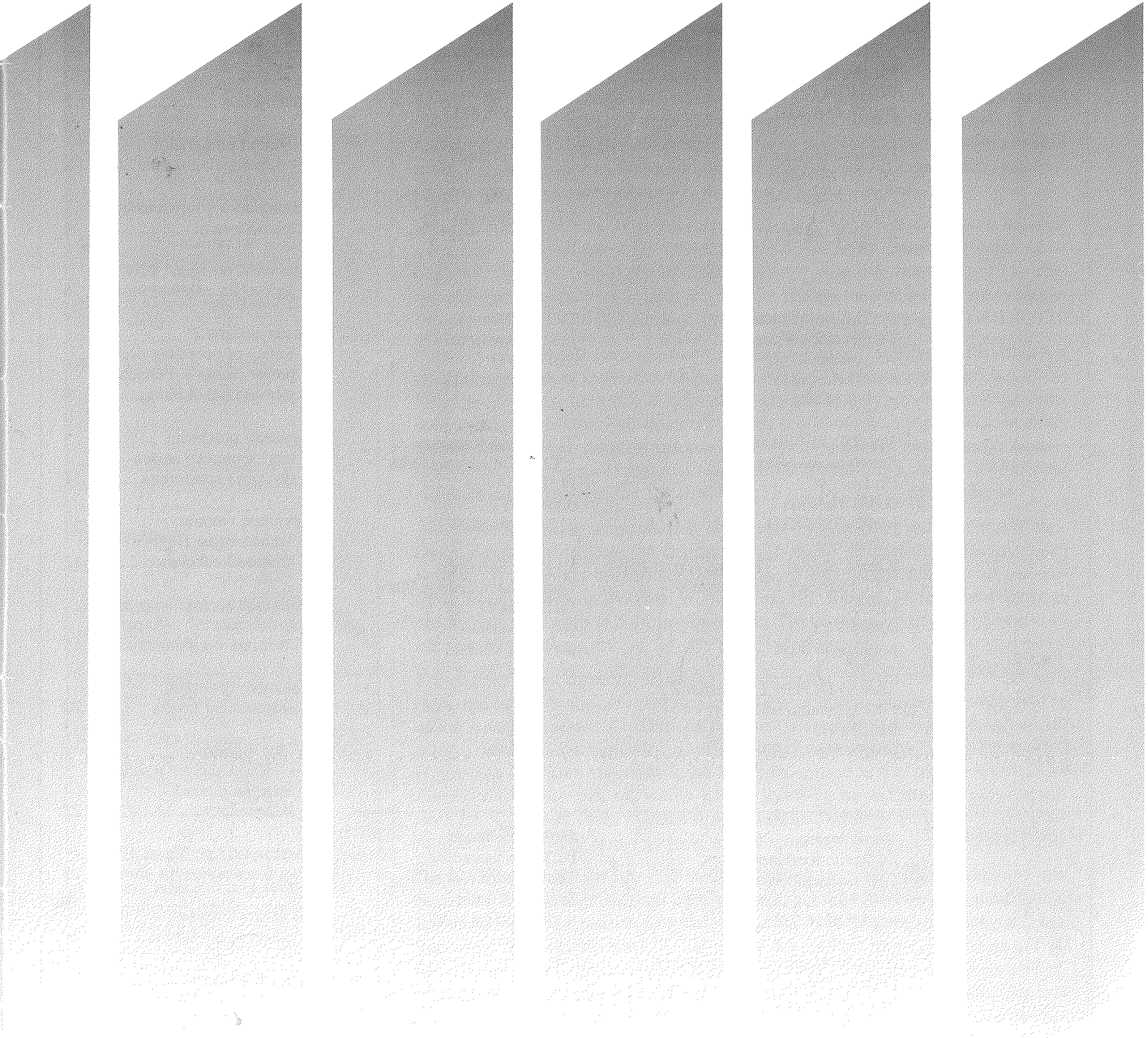
ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry.



ATS

YDINTEKNIikka

4/94
vol. 23



ATS

YDINTEKNIikka

4/94, vol. 23

JULKAISIJA Suomen Atomiteknillinen Seura —
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

TOIMITUS

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

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

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

Erikoistoimittaja
DI Ahti Toivola
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 2600

JOHTOKUNTA

Pj. TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
Annankatu 42 C
00100 Helsinki
p. (90) 61 801

Vpj. DI Olli Vilkkamo
Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
p. (90) 7598 8311

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

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

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

TkT Rauno Rintamaa
VTT Valmistustekniikka
PL 1704
02044 VTT
p. (90) 456 6879

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

TOIMIHENKILÖT

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

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

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

SISÄLTÖ

Pääkirjoitus	1
Vierailu Leningradin ydinvoimalaitokselle	2
Leningradin ydinvoimalan tekniikasta	4
Atomeilla energiaa! ENC'94 järjestäjän näkökulmasta ...	6
Poster session 2: Safety of operating nuclear power plants —Puheen- johtajan näkökulma	9
Lyonissa pohdittiin tarvitsemmeko uuden- tyyppisiä reaktoreita	11
Tekninen vierailu: Tutustuimme Bugeyn koulutuskeskukseen	12
Millainen on maailman suurin hyötöreaktori? —Super- Phenixä katsomassa	15
Vaakahöyrystimien asiantuntijat koolla	20
ATS:n vieraana — Ranskalaisten nuorten Suomen matkan kokemukset	22
Matkamietteitä: Vuosi 1994 ekskursiosihteerin silmin ..	25
10 vuotta Lyhyesti maailmalta -palstaa	26
English abstracts	31

DI Jari Snellman työskentelee Lo-
viisan ydinvoimalaitoksen turvalli-
suusinsinöörinä, p. (915) 550 3040.

ATS YDINTEKNIikka (25) 4/94

ENC'94 Lyon

Vuoden 1995 numeroiden teemat ovat:

- 1/95 Ympäristö ja itänaapurin
ympäristöongelmat
- 2/95 EU:n antamat mahdollisuudet
ja ydinvoima maailmalla
- 3/95 Suomen energiapolitiikan
arvot
- 4/95 Ekskursio Unkariin

Vuosikerran tilaushinta muilta kuin
ATS:n jäseniltä: 200 mk

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

Toimituksen osoite:

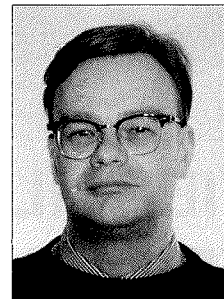
ATS Ydintekniikka
c/o Petra Lundström
IVO International Oy
01019 IVO Rajatorpantie 8
p. (90) 8561 5422 (suora)
telefax (90) 8561 3403

Lehdessä julkaistut artikkelit edusta-
vat kirjoittajien omia mielipiteitä,
eikä niiden kaikissa suhteissa tarvitse
vastata Suomen Atomiteknillisen
Seuran kantaa.

ISSN-0356-0473

Jari Snellman

Nuorisossako ydinvoiman tulevaisuus?



Ydinvoimalaitosten käyttöikä voidaan pidentää uusimalla kriittisiä komponentteja sitä mukaa, kun näiden suunniteltu tai taloudellinen käyttöikä tulee täyteen. Mutta onko meillä jatkuvasti nuorta ja motivoitunutta henkilökuntaa, joka on valmis ottamaan harteilleen vastuun laitosten turvallisesta käytöstä ja ylläpidosta? Kansainvälisissä kokouksissa painotetaan ydinalan tietojen ja taitojen välittämistä nuorille ja laitosten turvallisuuden varmistamista tulevaisuudessa.

Ydinvoima-alan koulutusta annetaan Suomessa kahdessa korkeakoulussa: Lappeenrannassa ja Espoon Otaniemessä. Onko nyt opiskelunsa aloittaville nuorille töitä, kun he joskus ovat valmiit antamaan oman panoksensa Suomen ydinvoima-asiantuntemuksen ylläpidossa ja kehittämisessä? Jo nyt vastavalmistuneet ovat joutuneet jättämään Suomen saadakseen koulutustaan vastaavaa työtä. Ulkomaille siirtyminen ei liene aivovuotoa, vaan pikemminkin alan eloonjäämisekeino. Ulkomailla työskentelyn vaihtoehtona olisi opiskelijan siirtyminen muulle alalle jo opiskelun loppuvaiheessa.

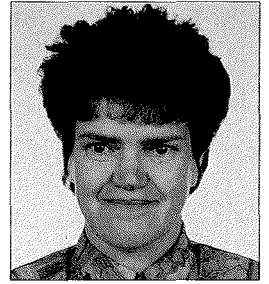
Eduskunnassa 24.9.1993 tapahtunut viidennen ydinvoimalaitoksen hylkääminen oli monelle nuorelle ydinalan opiskelijalle ja ammattilaiselle suuri pettymys. Uusi rakennusprojekti olisi avannut monia haasteellisia ja urakehitystä auttavia työmahdollisuuksia. Jaksavatko nuoret uskoa ydinvoiman tulevaisuuteen ja viidennen ydinvoimalan uuteen tulemiseen?

Suomen talouden 80-luvun taitteen sukelluksen todellinen syvyys on vasta nyt orastavan nousun kynnyksellä paljastumassa. Kehityssennusteet laadittiin kovin pessimistisesti: sähkön kulutuksen arvioitiin jopa vähenevän vuosikymmenen loppupuolella. Talouden elpymisen välttämätön komponentti on edullinen sähkön hinta. Sähkön kulutus on jo nyt hienoisessa nousussa ja uusimmat ennusteet lupaavat vastaavaa kehitystä myös jatkossa. Jotta sähkön hinta voidaan pitää nykytasolla, ei ydinvoimalle ole todellisia vaihtoehtoja.

Sähkömarkkinoiden vapautuessa lisääntyy epävarmuus ydinvoimalla tuotetun sähkön kilpailumahdollisuuksista. Uusilla voimalaitoksilla pyritään mahdollisimman lyhyeen investoinnin takaisinmaksu-aikaan. Tämä puolestaan suosii vähän pääomaa ja investointeja sitovia ja toisaalta kallista polttoainetta käyttäviä tuotantolaitoksia. Tässä tilanteessa ydinvoimalla ei ole kilpailuedellytyksiä.

Ydinvoima-alan laman jatkuessa Euroopassa ja Amerikassa ovat painopistealueiksi muodostuneet Aasia, Itä-Eurooppa ja entisen Neuvostoliiton maat. Aasian maissa: Kiinassa ja Intiassa, suomalainen ydinvoimavienti on ollut konsultointia venäläisen osapuolen ja tilaajan välillä VVER-1000-tyyppisen laitoksen suunnittelussa. Itä-Euroopassa ja entisen Neuvostoliiton maissa on osallistuttu nykyisten VVER-laitosten turvallisuuden parantamiseen EU:n ja Maailman Pankin rahoituksella. Suomalaisille asiantuntijoille hankkeet ovat olleet keino turvata ydinosaamisen taso myös tulevaisuudessa.

Pystyykö suomalainen ydinvoima-ala talouden elyessä vastaamaan nuorten haasteeseen? Nuoret vaativat mielenkiintoista, ehkä hieman eksoottistakin ja kohtuullisen hyvin palkattua työtä. EU-päätöksen auttamina vastavalmistuneet ovat valmiita lähtemään ulkomaille paremman toimeentulon ja tietysti alhaisempien verojen toivossa. Monikansalliset yhtiöt kuorivat helposti kerman päältä tarjoten nuorille toinen toistaan houkuttelevampia työtilaisuuksia ympäri maailmaa. Kuinka moni nykyinen nuori asiantuntija lähtee muihin tehtäviin ydinvoima-alan laman jatkuessa?



VIERAILU LENINGRADIN YDINVOIMALAITOKSELLE

ATS:n lyhyt ulkomaanekskursio tehtiin 23.–24.9.1994 Leningradin ydinvoimalaitokselle Sosnovyi Boriin. Sosnovyi Bor on ydinvoimalaitosyksiköiden rakentamisen myötä syntynyt kaupunki, joka sijaitsee Suomen lahden rannalla noin 70 km Pietarista länteen. Matkalla oli mukana 28 ATS:n jäsentä ekskursionestari Tapio Saarenpään johdolla.

Matka tehtiin Tallinnan kautta. Rajanylitysmuodollisuuksiin Narvassa kului aikaa reippaasti: menomatalla puolitoista tuntia ja palatessakin tunnin verran. Venäjän puolen tullirakennus edusti modernihkoa länsimaista arkkitehtuuria, jota meillä oli siis hyvää aikaa tutkia. Tilaa ja kapasiteettia tullaukseen ja passintarkastukseen oli, mutta asia ei vain edennyt. Ylimääräisenä muodollisuutena varsinaisen valtakunnan rajan jälkeen jouduimme maksamaan US-dollareina jonkinlaisen vakuutusmaksun alan yhteisyritykselle. Maksun kerääjät eivät tosin vaikuttaneet mihinkään viralliseen organisaatioon kuuluvilta.

Matkan vaikeudet

Monista matkan aikana eteen tulleista tilanteista selvittiin venäjän kielen taitoisen Hanna Rädyn avulla. Hän oli aina valmis selvittämään tilanteita, joita kohdattiin niin asioitaessa Venäjän viranomaisten kanssa kuin tietä kysyttäessä.

Matka ydinvoimalaitokselle oli pitkä, ainakin ajallisesti. Tallinnasta oli lähdetty puolilta päivin ja perillä oltiin klo 19.30. Vastaanottajat olivatkin jo ehtineet huolestua, että meille oli matkalla sattunut jotain.

Sisäänkäynnin, tuon tutun mosaiikkifasadin eteen pääsimme busseinemme ilman mitään kontrollia. Ikäänkuin mitään erityistä ei liittyisi siihen, että bussilastillinen ulkomaalaisia tulee muutaman metrin päähän ydinvoimalaitoksesta. Mitään aitoja tai portteja ei todellakaan ollut. Ehkäpä



edellä esitetyt muodollisuudet eivät sittenkään olleet pelkkiä muodollisuuksia.

Siirryimme välittömästi laitoksen neuvottelutilaan, jossa meille tarjottiin kahvit ja esiteltiin laitosta ja siihen Tshernobylin onnettomuuden jälkeen tehtyjä muutoksia. Ohjelmassa on ollut polttoainekanavien vaihto, valvonta- ja suojausjärjestelmien parantaminen sekä turvajärjestelmien lisääminen. Kakkosyksiköllä muutostyöt olivat meneillään ja ykkösyksikkö oli juuri käynnistetty muutostöiden jälkeen. Kolmos- ja nelosyksikölle muutostyöt on suunniteltu alkamaan vuonna 1998.

Ympäristövalvontaa tekee sekä Leningradin voimalaitos itse että muut muut organisaatiot. Vuosittain tehdään ympäristönäytteistä 4000 analyysiä. Säteilymittauksia on tehty myös yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa.

Uusi laitosyksikkö tulossa

Laitospaikalle on suunnitteilla uusi 800 MW monikanavareaktorilla varustettu laitosyksikkö. Laitokselle ollaan myös hankkimassa USA:laista simulaattoria, jota varten oli rakennus valmistumassa.

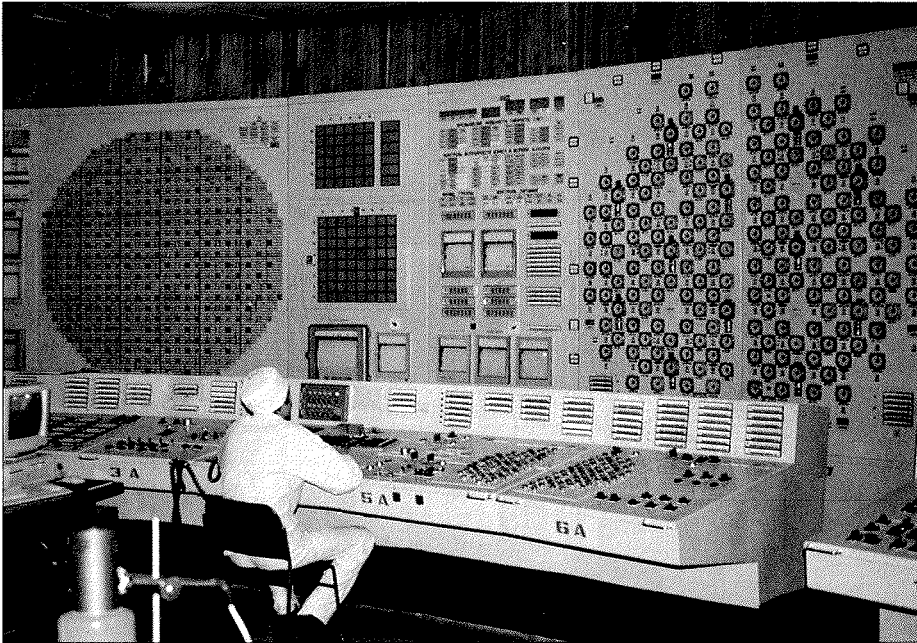
Simulaattoriprojektin toteutus on suunniteltu vuodeksi 1995. Laitospaikalla on 25 000 käytetyn ydinpolttoaine-elementin varasto.

Kaikkiaan Leningradin ydinvoimalaitos on mahtava kompleksi monimuotoisine toimintoineen. Työntekijöitä on 6000, joista 4000 toimii ydinenergian tuotannossa ja 2000 siihen liittyvissä palvelutehtävissä kuten terveydenhuollossa, ravitsemuspalveluissa, päiväkodeissa ym.

Palvelupuoleen pääsimme tutustumaan, kun meidät majoitettiin "Health Centeriin" eli suomeksi käännettynä entiseen pioneerien koulutus- ja virkistyskeskukseen. Tästäkin mitä mahtavinta rakennus järven rannalla parinkymmenen kilometrin päässä ydinvoimalaitoksesta. Illallinen nautittiin kyseisen keskuksen ravintolassa venäläisen kaavan mukaan. Reippaimmat kävivät vielä saunomassa.

Lauantaiamuna oli sitten laitoskierros ykkös- ja kakkosyksiköillä. Laitoskierros oli ilmeisesti sama joka yleensäkin vieraiden kanssa tehdään. Leningradin ydinvoimalaitoksella vierailee paljon erilaisia ryhmiä, pari tuhatta kävijää vuosittain. Kaikki sujui sen mukaisella rutiinilla. Pukeuduimme valkoisiin suojavaatteisiin, joihin

DI Kirsti Tossavainen on Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. (90) 759 881.



myös nähdä videofilmin Eesti Energian historiasta ja nykypäivästä.

Eesti Energialla on kuusi voimalaitosta, joilla tuotetaan lähes 100 % Viron tarvitsemasta sähköstä ja kolmannes lämmöstä. Sähköä viedään myös Venäjälle ja Latviaan. Suurin osa Viron sähköverkosta on Eesti Energian omistuksessa. Energia-lähteinä ovat maakaasu, öljy sekä palava kivi. Palavaa kiveä on omasta takaa ja lisäksi sitä tuodaan Venäjältä. Palavan kiven käytön ongelman, suurien rikkipäästöjen vähentämiseen ollaan panostamassa. Rikkipäästöt ovat viime vuosina olleet vähenemään päin, mutta suurin syy tähän suuntaukseen on kuitenkin ollut tuotannon pieneneminen.

Laitoksen valvomo on vuosien myötä tullut lehtikuvien välityksellä tutuksi lähes kaikille suomalaisilla.

kuului myös monissa lehtikuvissa nähty "karjakkopäähine". Erityismaininnan ansaitsee kenkäräjä, joka oli somistettu viherkasvein. Kiertokäynti tehtiin valvomoon sekä reaktori- ja turbiinihalliin.

Loppusanoissa isäntämme Sergei Galkin kiitti meitä korkeasta asiantuntemuksesta ja mielenkiinnosta (olimmehan esittäneet lukuisia yksityiskohtaisia kysymyksiä) ja toi samalla julki kiitollisuutensa Suomen hallitukselle, Teollisuuden Voima Oy:lle ja Säteilyturvakeskukselle avusta, jota he ovat saaneet laitoksensa turvallisuuden parantamiseen vaikeissa taloudellisissa olosuhteissa.

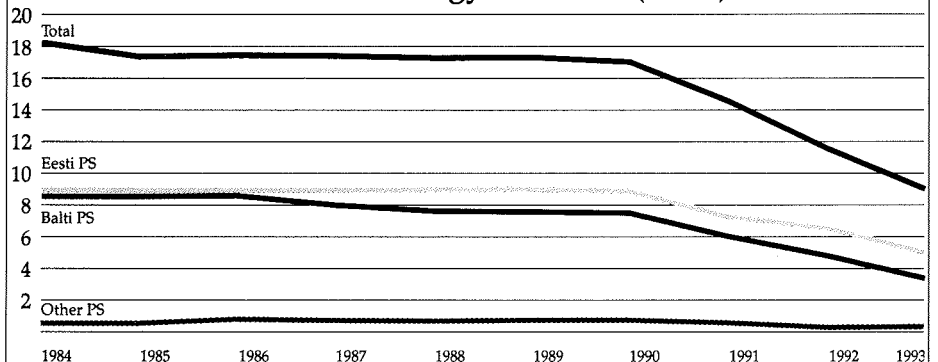
Tutustuimme myös Eestin Energiaan

Paluumatkalla tarkoitus oli käydä Virossa palavan kiven voimalaitoksella lähellä Narvaa. Harhaanajo Venäjällä ja rajanylitysmuodollisuudet veivät kuitenkin sen verran aikaa, että käynti jäi tekemättä. Seuraamme liittyi kuitenkin Narvassa Eesti Energian U. Viitkar. Hän oli järjestänyt meille kahvit & shampanjat narvalaiseen ravintolaan. Bussimatalla Tallinnaan hän kertoi meille Viron energiahuollosta — erittäin hyvällä suomen kielellä. Saimme

Installed Generating Capacity (MW)

Power Station	El. energy	Th. energy	Fuel	Year of construction
Eesti PS	1610	84	Oil shale	1969 - 73
Balti PS	1390	690	Oil shale	1959 - 65
Iru PS	190	827	Gas / oil	1980 - 82
Ülemiste PS	11	413	Gas / oil	1962 - 63
Kohtla-Järve PS	39	535	Oil shale / oil	1948 - 58
Ahtme PS	20	335	Oil shale	1951 - 53
Diesel PS	8	-	Diesel fuel	-
Boilerhouses	-	1315	Gas / oil	-
	3268	4199		

Production of electrical energy 1984-1993 (TWh)

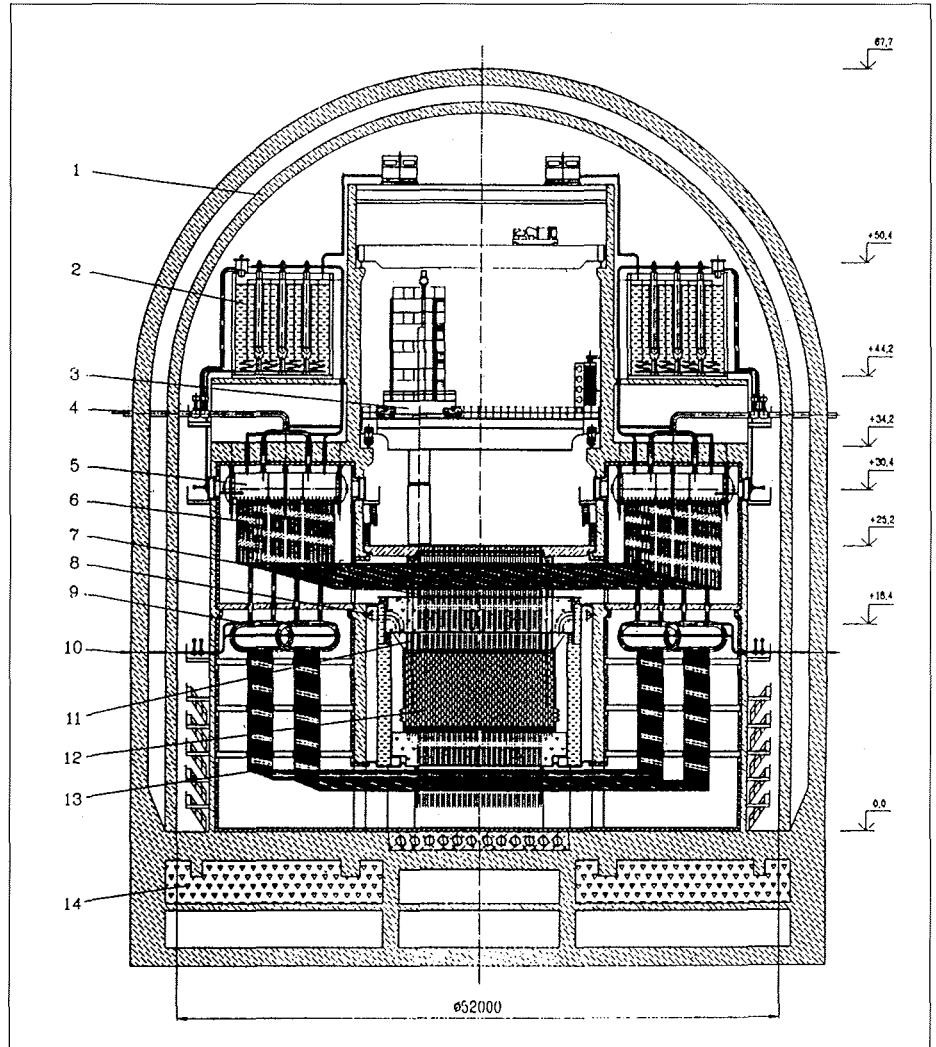


LENINGRADIN YDINVOIMALAN TEKNIKASTA

Laitosvierailun yhteydessä saatiin vahvistusta Leningradin laitoksella toteutetuista ja suunnitella olevista turvallisuusparannuksista, joista ehkä merkittävin on reaktorien fysikaalisten ominaisuuksien parantaminen, jolla Tshernobylin kaltaisen kerkeästi kriittisen reaktiivisuusonnettomuuden mahdollisuus on voitu eliminoida. Mielenkiintoisena yksityiskohtana pidemmän aikavälin suunnitelmista tuli esille uudentyypin passiivisin turvajärjestelmin varustetun kanava-reaktorin (MKER-800) valinta jatko suunnittelun peruskonseptiksi.

Leningradin ydinvoimalaan (LAES) kuuluu neljä vuosina 1973–1981 käyttöön otettua RBMK-1000 -yksikköä. Kaksi ensimmäistä ovat vanhempaa RBMK-tyyppiä. Laitoksen 3. ja 4. yksiköllä vanhempaan sukupolveen verrattuna merkittävä ero on allastyypiset paineenalennusjärjestelmät.

Laitoksen neljästä yksiköstä kolme oli käytössä. Mittavat korjaustyöt 1-yksiköllä on saatettu loppuun, se on normaalisti käytössä ja sen sanottiin olevan käytännössä "uusi". Polttoaineen väkevöintiä on laitoksen reaktoreilla nostettu alkuperäisestä 1,8 %:sta 2,4 %:iin. Tämän ja muiden tehtyjen korjausten jälkeen reaktorin aukkeroin on nyt lähellä nollaa, mutta edelleen jonkin verran positiivinen; suunnitelluilla lisäkorjauksilla se odotettiin saatavan nolliin. Ennen Tshernobylin onnettomuutta aukkeroin oli peräti +4...+7 β , mutta jo nykyisin saavutettu taso (+0,5...+0,7 β) merkitsee, että ylijäämäreaktiivisuus ei epäedullisimmassakaan olosuhteissa — esimerkiksi kaikkien kanavien tyhjentäessä kokonaan vedestä — voisi nousta viivästyneiden neutronien



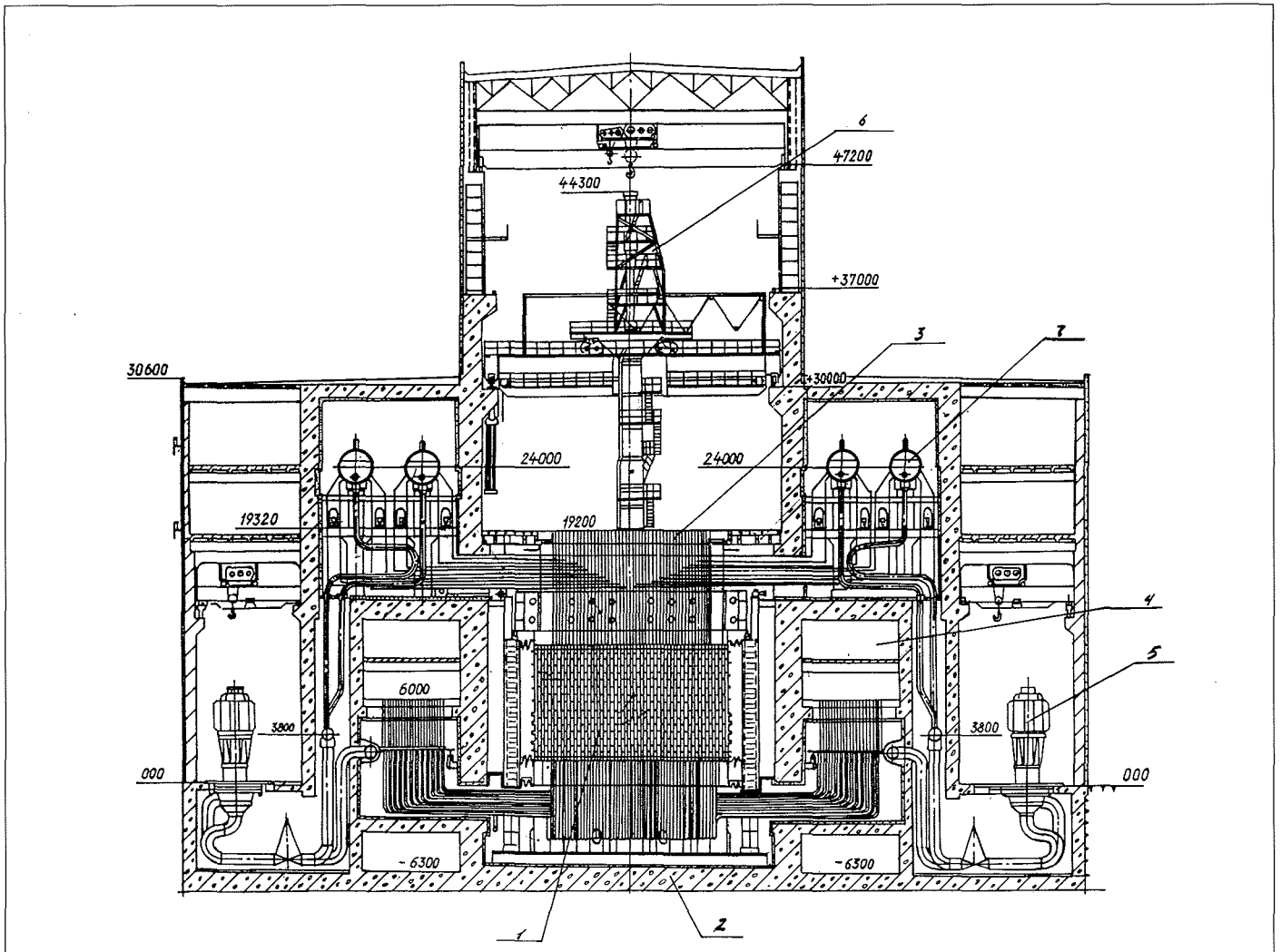
Kaaviokuva MKER-800 laitoksen järjestelmästä:

1. suojarakennus, 2. passiivinen jäähdytysjärjestelmä, 3. polttoaineen latauskone, 4. höyryputkisto, 5. höyrynerotin, 6. höyryvesi putki, 7. polttoainekanava, 8. hätäpurkuputkisto, 9. paineistin, 10. syöttövesiputkisto, 11. säteilysuojasuoja materiaalia, 12. reaktori, 13. kanaville johtava vesiputkisto, 14. soraa sisältävä lauhdutin.

osuutta (β) suuremmaksi eli reaktori ei voi joutua kerkeästi kriittiseen tilaan.

Säätösauvakonstruktoita on myöskin muutettu. Muun muassa säätösauvojen aktiivisen pituuden kasvattaminen täyteen sydämen korkeuteen on poistanut mahdollisuuden reaktiivisuuden kasvamiseen säätösauvojen sydämeen työntämisen alkuvaiheessa. Lisäksi pikasulkusäätösauvojen toimintaa on olennaisesti nopeutettu ja nykyään ne saadaan työntetyiksi kokonaisuudessaan sydämeen 2,5 sekunnissa.

Laitoksen 2-yksikkö oli parhaillaan korjattavana ja suunnitelman mukaan korjaukset on tarkoitus saada valmiiksi vuoden 1994 loppuun mennessä. Alunperin remontin oli suunniteltu kestävän vuoden, toimitusviiveiden ja muiden vaikeuksien vuoksi aikataulu näyttää venyvän 3 vuoteen. Rahoitusongelmia ei ilmeisestikään ole ollut; laitoksen kerrottiin maksavan korjaukset itse. Voimalan 3- ja 4-yksiköt olivat täydessä käytössä, ja niille suunnitellut korjaustyöt aloitetaan myöhemmin. Tehtyjen ja suunniteltujen korjausten lista (myös 1-yksikölle) näytti pitkältä.



Kaaviokuva RBMK-tyyppisen LAES-1&2 laitoksen pääjärjestelmistä:
 1. reaktori ja sitä ympäröivä grafiittirakennelma, 2. & 3. alempiylempi biologinen suoja,
 4. vesisuoja, 5. pääkiertopumppu, 6. latauskone, 7. höyrynerotin.

Vuoden 1993 käyttökerroin koko laitoksella oli 63,54 %, ja tulee olemaan samaa luokkaa tänä vuonna. Luvuissa on kuitenkin mukana seisova 2-yksikkö; käyvien yksiköiden kertoimet ovat 90 % luokkaa. Normaali vuotuinen huoltoseisokki laitoksella kestää 2 viikkoa. Polttoaineen vaihtoa laitoksella suoritetaan jatkuvasti — keskimäärin noin 1.5 kanavan päivävauhdilla. Reaktorien suunniteltu käyttöikä on 30 vuotta, mutta sitä arveltiin voitavan pidentää tehtyjen korjausten ansiosta.

Tuoretta polttoainetta näkyi ripustettuna reaktorihallin seinustalla. Reaktoriyksiköistä poistettu käytetty polttoaine varastoidaan toistaiseksi laitosalueella, mutta matala- ja keskiaktiivinen voimalajäte siirretään jatkokäsittelyyn Radon-laitokselle. Laitoskierroksen jälkeen muutama henkilö joutui pintakontaminaation vuoksi puhdistettavaksi suojatossun pudotua reaktorihallissa. Suomalaisien mukana olleet säteilymittarit eivät tietävästi näyttäneet kierroksen aikana mitään hälyttävämpiä lukemia.

Laitoksella ei tehdä itse transientti- ja onnettomuusanalyseja, vaan niistä huolehtii instituutti nimeltä Scientific Research Institute NIKIÉT (jonka RBMK-artikkeleita näkyy Atomnaja Energia -lehdessä). Laitoksen turvallisuudesta vastaavat turvallisuusviranomaiselle yhdessä: laitoksen omistaja, tieteellinen johtaja, päärakennuttaja sekä pääsuunnittelija. LAES ja NIKIÉT toimivat läheisessä yhteistyössä, ja laitoksella on yleensä jatkuvasti instituutin väkeä paikalla. LAES:n hallussa on kaikki laitosta koskeva dokumentointi. Vuoden 1994 lopussa pitäisi laitoksella olla käytössä myös simulaattori (GPI); parhaillaan kuitenkin mm. tarvittavat tiedotokset ovat vielä USAssa.



Jorma Aurela

ATOMEILLA ENERGIAA!

Korvaavaksi reaktorityypiksi suunnitellaan nyt uraani-grafiittireaktoria MKER-800 (Mnogo-Kanalnyi Energetitsheskii Reaktor, multi-channel energetic reactor eli monikanavainen tehoreaktori). Myöhemmin saadun kirjallisen materiaalin mukaan laitos on suunniteltu varustettavan suojarakennuksella, joka kestää 0,15 MPa ylipaineen. Häätötilanteiden eliminointiin käytetään passiivisia (eli itsestään perulnonlakien mukaan toimivia) järjestelmiä. Jäähdytteen tiheyden pienentyessä reaktiivisuus alenee eli aukko-osuuskerroin on selvästi negatiivinen.

Grafiittimoderaattorin positiivinen reaktiivisuuskerroin lämpötilan suhteen pienentää tehon nostoon reaktoria käynnistettäessä tarvittavaa reaktiivisuusmarginaalia sekä lisää samalla sammutetun (ja jäähtyneen) reaktorin alkriittisyyttä. Moderaattorin suuresta lämpökapasiteetista johtuen ilmiön aikavakio on suuri ja täten sillä on häviävän pieni vaikutus nopeiden tehomuutosten kannalta. Huomattavan sydänvaurion todennäköisyydeksi on arvioitu $2,5 \times 10^{-6}$ reaktorivuotta kohden. Valvotun alueen rajalla määritellyn suurimman sallitun säteilyannoksen ylittämiseen johtavien tilanteiden yhteenlasketuksi todennäköisyydeksi on arvioitu 4×10^{-8} reaktorivuotta kohden.

European Nuclear Congress 1994 Lyonissa on lähes suoraan alenevassa polvessa Geneven 1955 "Atoms for Peace"-kokouksen jälkeläinen. Maailma on muuttunut niistä ajoista, ja niin ydinvoimakin. Nyt kokouksen nimen oli "Atoms for Energy" ja erityisen teemana dialogi eri sukupolvien välillä. Tällä kertaa erityisesti taloudellinen lähtökoh- ta oli vaikea, sillä ydinvoiman markkinatilanne ei ollut aina- kaan parempi kuin 1986 tai 1990. Tästä huolimatta ENS (European Nuclear Society) jär- jesti kokouksen samoissa puitteis- sa (Eurexpo, Lyon) ja samassa laajuudessa (konferenssi ja maailmannäyttely) kuin ENC'90 -kokouksenkin.

Näin ison kokouksen järjestelyt aloitetaan välittömästi edellisen jälkeen eli kun ENC'90 oli saatu dokumentoitua, aloitettiin ENC'94:n valmistelut. Itse tulin valmisteluihin mukaan talvella 1993, jolloin osallistuin ensimmäisen kerran ENC'94 Steering Committeeen kokoukseen. Sitä johti hollantilainen Robert Dee (Urenco), ja yhteisissä kokouksissa istunut Programme Committee oli professori Hans-Henning Henniesin johdossa. Tämä Karlsruhen tutkimuskeskuksen johtaja vieraili ENS:n puheenjohtajana ATS:n Uraani halkeaa -tilaisuudessa Heurekassa 1989.

ENS, ANS (American Nuclear Society) ja Foratom (eräs teollisuuden ydinvoima- järjestöistä) järjestävät ENC-kokoukset, mutta käytännön työt tehdään ENS:n sihteeristössä energisen pääsihteerimme Peter Feuzin johdolla. Sihteeristössä ENC-töitä teki täyspäiväisesti noin neljä henkeä vuoden ajan. Tärkeän panoksen ohjelmalle antavat ENS:n jäsen seurat nimeämällä ehdokkaansa ohjelmaan. ANS nimeää amerikkalaiset kandidaatit, ja sihteeristö hoitaa muut maanosat.

IVO:n osaston tiskillä Lyonin näyttelyssä riitti vieraita. Tässä LTKK:n Heikki Kalli Lauran, Matin ja Marian vieraana.

Tkt Seppo Vuori on VTT Energian johtava tutkija ja ATS Ydintekniikka-lehden päätoimittaja
p. (90) 456 5067.

DI Hanna Rätty on VTT Energian ydintekniikan erikoistutkija,
p. (90) 456 5018.

DI Henrik Nordman on VTT Energian ydintekniikan tutkija,
p. (90) 456 5058.



ENC'94 JÄRJESTÄJÄN NÄKÖKULMASTA



ENC:n olennainen osa on näyttely, ja sitä varten on Exhibition Committee. Sitä johti britti Bill Wilkinson (British Nuclear Industry Forum). Suomen edustajana toimi Soffcon toimitusjohtaja Simo Brummer, joka teki erinomaista työtä taaten Suomelle Comebackin ENC'90:n tynkästandin jälkeen. Suomen näyttelyosasto oli onnistunut, ja se sai kiitosta arkkitehtuuriaan myöten — vrt. Sevillan maailmannäyttely. Ratkaisevaa oli myös Suomen Ulkomaankauppaliiton mukaantulo, sillä sen tuki oli lopulta välttämätön edellytys näyttelyosaston toteutukselle.

Kyselin tilaisuuden aikana suomalaisilta näyttelleasettajilta (IVO, Power Piping, Rados, TVO, Vaisala ja VTT) kuulumisia, ja esimerkiksi IVO:n osastolla oli asiakaskandidaatteja runsaasti. Ykköstuotteena toimi ilmeisesti prosessivesien ”radioaktiivisuussuodatin”, jonka pienoismallit tekivät vaikutuksen kävijään.

Ohjelman sisällön eli puhujat ”saimme” kansallisilta seuroilta tekemämme luurangon perusteella. Lihaa luiden ympärille löytyi, ja ENC'94 koostui kuudesta istunnosta, jossa kussakin oli noin 10 puhujaa. Plenary sessionit päätti paneli, jota kokenut journalisti johti. Posterit olivat tärkeä osa ohjelmaa, ja kolme parasta kirjoitelmää lähettänyttä valittiin esitelmöimään myös Plenary sessioniin.

Ilahduttavaa oli, että ATS oli ehdottanut kolmea Poster Chairmania, jollaisena toimiminen on tunnetusti suuritöinen juttu. Puheenjohtajiksi valituiksi tulleet Petra Lundström ja Ami Rastas selvisivät tehtävistään hienosti. Amin kokemuksella tämä ei ole ihme, ja Petra hoiti tehtävänsä suullista esitystä myöten niin mallikelpoisesti, että professori Hennies muisti erityisesti mainita Petran loppuraportissaan. Hänhän oli tiukasti ajamassa nuorta sukupolvea ohjelmaan. Lasse Mattila toimi varapu-

Suomen Atomiteknillisen Seuran sihteeri Petra Lundström (IVO International) selvisi loistavasti urakastaan ”Safety of operating nuclear power plants” postereiden puheenjohtajana. ENS jatkaa nuorten kehitystä tukevaa politiikkaansa perustamalla nuorten yhteysverkon, jota ryhtyy vetämään ruotsalainen Lars Fredrikson (ABB Atom). ENS:n jäsenseurat nimeävät verkon omat edustajansa, jos ovat tällaisesta toiminnasta kiinnostuneita.

heenjohtajana aiheessa ”The need for Nuclear Energy around the World”.

Kansainvälisen kokouksen ohjelman teko avaa silmien suomuja. Nationalismi ei todellakaan ole kuolemassa EU-Euroopassa. Suuret ydinvoimamaat eivät tajua helposti, mikä on kohtuus, vaan yrittävät rohmuta paikkoja joka sessionista. Tuntui siltä, että pienet maat ja nuoret jäävät jalkoihin. Syntynyt ohjelma on kompromissi, ja sellaisena ei tietenkään kaikkia tyydytä. Itse olin iloinen, kun saatoin vaikuttaa siihen, että alan ulkopuolisen näkökulman esitti John Feingold, CNN:n Euroopan toimiston päällikkö. Vaihtoehtona olisi ollut saksalainen senioritoimittaja eräästä sinänsä tunnetusta laatulehdestä. Valitettava lapsus ohjelmaan pujahti, kun ”virallisen nuorten puheenvuoron” esitti amerikkalainen 1952 syntynyt professori. Se että hän puhui vain ns. Baby Boom sukupolvea, oli jo paha, mutta amerikkalaistyyppinen uskontunnustus ydinvoimaan oli monelle kuulijalle liikaa ...

Viime keväänä kaikki oli periaatteessa valmista. Näytteilleasettajia ja konferenssin osanottajia kuitenkin uupui. Talous olisi kirjoitettu synkeän punaisilla luvuilla, ellei ensin alkukesästä olisi tullut osallistuvien näyttelleasettajien aaltoa ja sitten viimein loppukesästä konferenssivieraiden.

ATS ja suomalaiset olivat kiitettävästi mukana, sillä delegaatio oli noin 30 hengen suuruinen. Kokonaisuudessaan ENC'94:ään otti osaa noin 1 200 maksanutta osallistujaa, noin 2 500 messuvierasta ja 1 600 messuajaa. Näyttelytilaa oli hieman yli 6 000 m² noin 530 eri yrityksen tai yhteisön käytössä. Saavutetuilla tuloksilla muodostui konferenssille hyvin pieni voitto ja näyttelylle sitten suurempi, mikä on ENS:n jäsenseuroille ja siten myös ATS:läisille mukava uutinen.

Ennen kokousta päivät meillä sihteeristössä venyivät. Olin lukenut erään Kuumon kamarimusiikkijuhlien järjestäjän tilitystä omasta kokemuksestaan, ja saatoinkin vain jakaa hänen ajatuksensa hullunmyllystä, johon sukeltaa, ja josta ei ulospäästyään oikein osaa erottaa yksityiskoh-
tia. Yksi suurista ongelmista tässä maanosassa on baabel-mainen kielten sekasotku. Messukeskuksen Eurexpon päälliköt eivät nimittäin suostu puhumaan sanaakaan englantia, vaikka kirjeenvaihdon he kyllä lukevat tällä kielellä... Tuntui joskus turhauttavalta todeta käytännössä, että 80 % vaivasta koituu selviytymisestä eri kielillä.

Varsinkin itse paikan päällä Lyonissa pääasia oli luonnollisesti, että ongelmat ratkaistiin, ja että ohjelma vietiin läpi aikataulussa — se oli nimittäin vastuullani. Kiperin tilanne syntyi, kun eräs saksalainen luennoitsija oli tehdä kapinan hänen mielestään kelvottoman yliolanheittimen vuoksi. Hän oli oikeassa, sillä huippumoderni kameravideo-yhdistelmä oli hieno, mutta se oli siinä tilanteessa ainoa mahdollisuus; olin jo vaihdattanut laitteiston yhteen kertaan... Ukko kuitenkin rauhoittui, muttei malttanut olla vinoilematta puhuessaan.

Kokonaisuudessaan ENC onnistui järjestäjän näkökulmasta hyvin. Ohjelma vietiin läpi, ja palaute siitä on ollut voittopuolisesti positiivista. Poster-puolen korostus tulee jatkumaan tulevissa TOP-kokouksissa. Nuorten esiinmarssi on hidasta, kuten stagnaatiossa olevalla alalla on luonnollistakin. Monissa maissa nykyiset ydinlaitokset rakentaneet sukupolvet pitävät kiinni asemistaan jopa tiedostamattaan siitä aiheutuvia vahinkoja.

Nuoremmille polville ei synny tilaisuuksia oppia ja erehtyä. ENC:ssä virkistävän poikkeuksen muodostivat ruotsalaiset ABB:n punapaidat (paidoissa luki Young Generation), joita oli paikalla kokonaiset 30. Heidät oli arvottu 70:estä ABB:n nuoresta työntekijästä. ABB:n päällikkö Jan Runermark on ottanut nuorten asian sydämelleen, ja ajaa sitä ENS:n hallituksen jäsenenäkin. Nuoret ruotsalaiset kertoivat tästä ABB:n nuorten kampanjasta, ja sitten taas toisaalta tapahtuneista irtisanomisista esimerkiksi Suomen päätöksen vuoksi; tulevaisuus ei ole yksinkertainen.



Suomi ja ATS olivat kiitettävästi mukana ENC'94 -tapahtumassa.



Entä ydinvoiman "spirit"? Virallisissa puheissa henki hienoinen optimismi. On hauskaa, että myös näiden puheiden ulkopuolella saattoi aistia jonkinlaista Dunkerquen henkeä. Vapaasti sen aikaista sanontaa lainaten "ei ehkä olla vielä ydinvoiman vaikeuksien lopun alussakaan, mutta ollaan saavutettu niiden alun loppu". Moni ENC:n puhuja kertasi faktan, että yli neljä-sataa laitosta jauhaa sähköä, ja että viime vuosina tämä on tapahtunut monissa maissa yhä tehokkaammin ja taloudellisemmin. Tämä käy selvästi esille, kun suomalainen Talouselämä-lehti listasi 500 Euroopan suurinta yritystä numerossaan 32. Poimin

listalta 24 selvästi ydinvoiman kanssa naimisissa olevaa yhtiötä (EDF, Tractebel, Iberdrola, Bayernwerk, Vattenfall, Framatome jne). Näiden yhteenlaskettu voitto vuonna 1993 oli 75 miljardia markkaa, eikä yksikään ollut tappiollinen.

Venäjä on suurin entisen itäryhmän maista. Ei siellä eikä Ukrainassakaan ole ydinvoimasähkön tuotanto ratkaisevasti vähentynyt. Turvallisuuskysymykset ovat etualalla. Niitä seuraa koko ydinvoimayhteisö. EDF:n varapääjohtaja Pierre Daurbs totesi ENC:ssä realistisesti, että yksikin suuri onnettomuus voi olla kuolinisku koko teol-

POSTER SESSION 2: SAFETY OF OPERATING NUCLEAR POWER PLANTS

lisuudelle. Niinpä taloudellisen sähkön ohella on jokaisella ydinvoima-alalla työskentelevän mielessä oltava merkittävien sydänvaurioiden välttäminen ja ydinvoimalatapahtumien määrän ja vakavuuden minimointi. Tällöin ENC'02 voi jo olla ydinvoiman uuden tulemisen kokous, ja nykyiset nuoret voisivat luottavaisesti jatkaa ydinvoimateollisuuden palveluksessa.

Lisäksi jos ruotii asioita hieman pintaa syvemmältä, osoittaa "Atoms for Energy"-kokous ydinvoiman edenneen "henkisesti" paljon pidemmälle kuin "Atoms for Peace"-kokous. Silloin puhuttiin paljon miekkokojen takomisesta auroiksi, mutta varsinainen sapelien kalistelu oli vasta edessä.

Nyt tilanne on toinen. Suurissa ydinvoimaissa laitosten käytössä syntyneitä plutoniumia jo kierrätetään MOX-polttoaineena, jota fanaattisemmat ympäristöliikkeet yhä tiukemmin arvostelevat. Piirustuslaudoilta löytyy monia mahdollisuuksia jopa asema-ateriaalien käyttöön, mutta tässäkin ympäristöliikkeitä tulee muodostumaan ongelmalliseksi. Myös uraaniteollisuudessa suunnitelmia asemateriaalin käytöstä seurataan tarkasti.

Genevessä 1964 ja Pariisissa 1975 pidetyissä suurissa ydinvoimakokouksissa teemana oli ydinvoimatekniikan kypsyminen — 1975 kokouksen niminä oli "Nuclear Energy Maturity". Tämän kokouksen yhteydessä muuten perustettiin ENS. Lyonissa 1994 IAEA:n pääjohtaja Hans Blixin puheen otsikko oli "Ydinvoima kypsässä iässä — vähemmän aseita ja enemmän energiaa". 1994 tämän vieläkin nuoren alan kypsyydestä puhuminen tuntui vihdoin realistiselta, kun esimerkiksi Pu-tuotantoraktorit ovat lopultakin poistumassa käytöstä. Nyt fissioituvia atomeja käytetään yhä enenevässä määrin energian tuotantoon.

DI Jorma Aurela toimii European Nuclear Societyssa Bernissä projekti-päällikkönä, p. +41 31 320 6507 ja fax +41 31 382 4466.

Puheenjohtajan näkökulma

Erotan edessäni satoja ihmisiä istumassa hämärässä salissa. Kirkkaat valonheittimet valaisevat suuren salin seiniiä synnyttäneen kauniita sinisiä ja punaisia kartiokuvia. Istun korokkeella yleisön edessä. Vieressäni vasemmalla puolella istuva arvokas harmaahiuksinen herrasmies on Cees Kalverboer, hollantilaisen EPZ:n edustaja. Vähän kauempana istuu Preussen Elektran johtaja, vähintään yhtä juhlallisen vakavana. Electricité de Francen turvallisuusjohtaja Pierre Tanguy puhuu parhaillaan yleisölle — sadat silmäparit tuijottavat jo minua. Tiedän, että muutamana minuutina kuluttua on minun vuoroni siirtyä puhujanpaikalle pitämään puheeni. Yrittään keskittyä puheeni alkulauseisiin, että osaisin ne varmasti ulkoa. Minut valtaa epätoollinen, unenkaltainen tunne — miten ihmeessä olen voinut joutua tällaiseen tilanteeseen?

Kyseessä ei todellakaan ollut painajainen tai hallusinaatio, vaan ENC'94:n Plenary Session 2. ENC'94 pyrki vuoropuheluun ydinvoimateollisuuden nuoren sukupolven kanssa. Käytännössä tämä näkyi siten, että konferenssin erityistehtäviin, kuten sessioiden puheenjohtajiksi, varapuheenjohtajiksi ja puhujiksi, valittiin joitakin ns. nuoren sukupolven edustajia (alle 35-vuotiaita). Perinteisesti nämä tehtävät jaetaan



kokeneille ja ansioituneille konkareille, esimerkiksi suurten voimayhtiöiden johtajille.

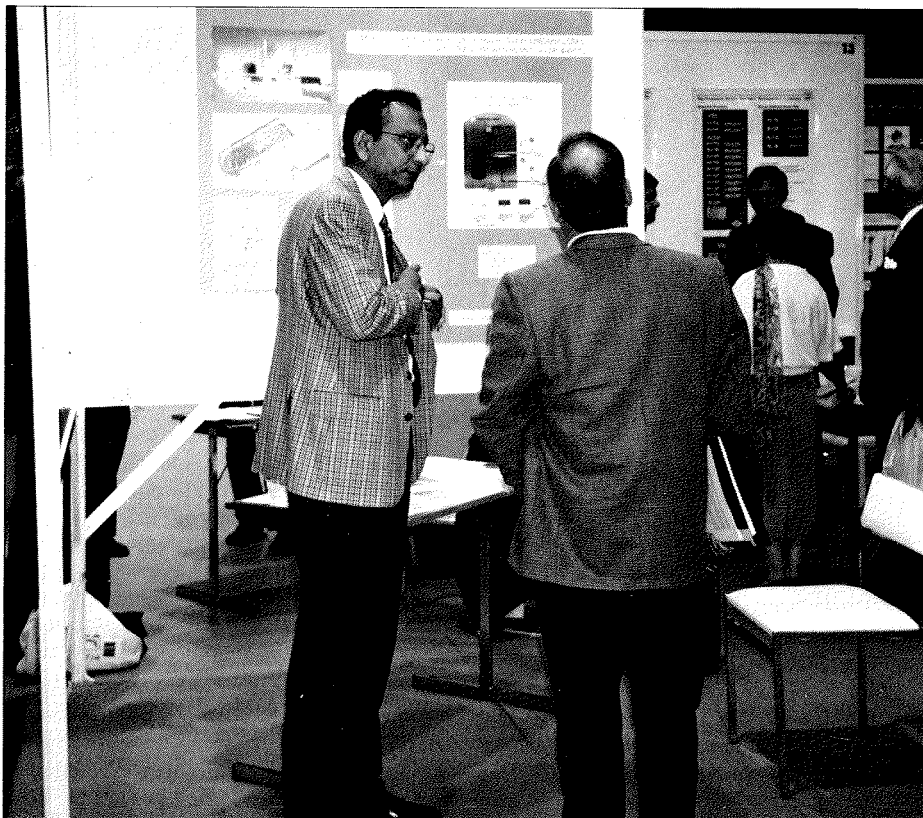
Kiintiöittämisestä perusteltiin sillä, että alalla tarvitaan nuoria jatkamaan ydinvoimatyötä 60- ja 70-luvun pioneerien vähitellen väistyessä. Nuorille täytyy antaa mahdollisuus pätevoityä ja kerätä kokemusta, jotta sukupolvenvaihdos onnistuisi. Tämän ajattelumallin perusteella minut valittiin Poster Session 2:n puheenjohtajaksi. Tehtäviini kuului ehdotettujen papereiden lukeminen ja arviointi (yhteistyössä arviointiryhmän muiden jäsenten kanssa), osallistuminen papereiden/ postereiden valintakokoukseen, aktiivinen osallistuminen itse posterisessioon — ja session esittelypuheenvuoron pitäminen Plenary Session 2:ssa.

Posterien valinta

Posterisession otsikkona oli Safety of Operating Nuclear Power Plants, joka on sängen laaja aihepiiri. Ohjelmassa oli papereita onnettomuuksien hallintatoimenpiteistä ja onnettomuusilmiöistä, ikään-tymiskysymyksistä, instrumentoinnista, VVER-turvallisuudesta jne. Posterit valittiin nelisivuisen yhteenvedon perusteella. Ylivoimaisesti suuritöisin puheenjohtaja-tehtävä oli kevään aikana juuri näiden yhteenvedojen huolellinen läpikäynti, niitä oli noin yhden ison A4-mapillisen verran.

Kaupallisuus pinnalla

ENC'94 on ilmeisesti niin laaja-alainen kokous, että siihen harvemmin tuodaan esitettäväksi todella uutta tietoa. Tämä on tietenkin aivan luonnollista, koska on epätodennäköistä, että yleiskokoukseen osallistuisi runsaasti oman erikoisal-



Konferenssin osanottajien suuri lukumäärä osoittaa myös tällaisen kaupallisesti suuntautuvan yleiskonferenssin tarpeellisuuden.

huipputekijöitä. Tämän takia on mielekkäämpää kertoa uusista tieteellisistä tuloksista jossain erikoiskokouksessa. Olikin varsin silmiinpistävää, että suuri osa yhteenvedoista/postereista näytti lähinnä mainoksilta. Tyypillinen mainos, mutta erittäin hyvä sellainen, oli myös kolmen "parhaan" posterin joukkoon valittu Siemensin FLÜS:stä, uudesta vuoden paikallistamisjärjestelmästä, kertova posterit.

Posteritaso oli korkea ja aihekirjo laaja

Erittäin ilahduttavaa oli että sessiomme oli herättänyt laajalti mielenkiintoa. Valintakokouksessa hyväksyttiin peräti 60 posteria. Postereita oli perinteisten länsieurooppalaisten maiden lisäksi mm. Sloveniasta, Intiasta, Yhdysvalloista, Kanadasta, Japanista, Koreasta, Tsekistä, Venäjältä, Ukrainasta ja Unkarista. Suomesta esillä oli peräti viisi posteria, tekijöinä IVO,

VTT ja LTKK. Ja mielestäni niiden taso kyllä kesti vertailun! Varsinainen posterisessio onnistui sikäli erittäin hyvin, että yleisöä saapui runsain määrin posterialueelle. Olin varautunut pahimpaan, sillä edellisen päivän ykkössessio oli kärsinyt melkoisesta yleisökadosta. Ihmiset ehkä viihtyivät liiankin hyvin upealla messualueella, eivätkä viitsineet tutustua konferenssin ohjelmaan. Ilmeisesti kuitenkin tämän session runsas posteritarjonta herätti mielenkiintoa. Keskustelu lähes kaikkien postereiden ympärillä oli erittäin vilkasta.

Parhaat posterit

Uusi piirre ENC'94:ssä oli kolmen "parhaan" posterin valinta jokaisesta sessiosta. Valitut työt esitettiin suullisesti Plenary sessiossa. Kakkosessiossa valinta oli sikäli vaikea, että yhteenvetöjen joukosta ei selkeästi erottunut ylivoimaisen hyviä postereita. Erittäin tasokkaita ja mielenkiintoisia papereita oli sen sijaan runsaasti

(ehkä 10–15 kpl). Niistä valittiin, edellä mainitun FLÜS-paperin lisäksi, englantilainen onnettomuuksien seurausanalyysimenetelmistä ja ranskalainen N4-laitoksen turvallisuusominaisuuksista kertova paperi. Itse pidin myös Kernforschungszentrum Karlsruhessa (KfK:ssa) tehdystä natriumpalojen kokeellisesta tutkimuksesta kertovasta posterista, jossa systemaattisesti käytiin läpi natriumin eri palamismoodit ja kerrottiin miten ne voidaan hallita. Vakuuttava oli myös esitys reaktorisydämen seismistä käyttäytymistä selvittävästä ranskalaisesta tutkimusohjelmasta.

Loviisan primääri-sekundääri-vuotojen hallinnasta kertova paperi oli mielestäni selvä ehdokas kolmen "parhaan" posterin joukkoon.

Aktivoituiko nuorisoo?

Näin lopuksi voisi pohtia konferenssin tavoitetta aktivoida nuoria ja naisia — onnistuttiinko pyrkimyksissä? Ensinnäkin, verrattuna ENC'90:een ENC'94 oli mielestäni huomattavasti eloisampi ja optimistisempi tapahtuma. Edellisessä ENC:ssä en muista juurikaan nähneeni nuoria ihmisiä, mutta tänä vuonna tietyt yritykset ja tutkimuslaitokset olivat lähettäneet kokoukseen huomattavia nuorisodelegaatioita. ABB:n punapaidat huomattiin varmasti kaikkialla, mutta myös esimerkiksi KfK oli lähettänyt bussilastillisen verran nuorisoo matkaan.

Women in Nuclear (WIN) oli näkyvästi esillä omine sessioineen ja WIN-videoineen. Tässä mielessä onnistuttiin hyvin — järjestäjät osoittivat olevansa tosissaan pyrkimyksissään, ja konferenssin osallistujakaarti näytti mielestäni selkeästi erilaiselta, nuoremmalta kuin neljä vuotta sitten. Tehtävien kiintiöittämisestä voidaan tietenkin olla montaa mieltä. Omalta kannaltani voin vain sanoa, että kokemus oli mahtava ja todella opettavainen.

DI Petra Lundström työskentelee suunnitteluinsinöörinä IVO Internationalissa ja on erikoistunut vakaviin reaktorionnettomuuksiin, p. (90) 8561 5422.

LYONISSA POHDITTIIN TARVITSEMMEKO UUDEN- TYYPPIÄ REAKTOREITA?



ENC'94:ssä kokeiltiin ensimmäistä kertaa uutta järjestelyä. Kukin istunto koostui kutsutuista esitelmistä, paneelikeskustelusta ja niiden kanssa samanaikaisesta poster-näyttelystä. Poster-istunnon puheenjohtaja esitti yhteenvedon kaikista mukana olevista papereista. Lisäksi kolme parasta poster-paperia esiteltiin myös suullisesti tekijöitten toimesta. Järjestely vaikutti toimivalta. Yksi ENC'94:n istunnoista oli ot-sikoitu kysymykseksi "Do we need new reactors to improve safety and economics?". Istunto käsitti kutsuttuja esitelmiä, posternäyttelyn ja paneelikeskustelun. Poster session puheenjohtajana esitän havaintojani istunnosta ja pohdin omasta puolestaan vastausta otsikkokysymykseen.

Kirjava poster sessio

Poster sessioon ehdotettiin noin 40 paperia. Näistä hyväksyttiin 32. Kolmesta suulliseen esitykseen valitusta paperista ensimmäinen käsitteli uusille ydinvoimalaitoksille tarkoitetun European Utility Requirements (EUR) vaatimuskokoelman laatimisen nykyvaihetta. Toinen esitteli passiivisen kiehutusvesireaktorikonseptin SBWRin kehitystilannetta. Kolmas valittu paperi käsitteli reaktorimateriaalien aktiivisuutta.

Merkille pantavaa oli, että sessioon ei ehdotettu yhtään paperia viranomaistahoja edustavista organisaatioista. Myös laitostoimittajat olivat niukalti edustettuina. Maakohtaisen jaottelun mukaan eniten papereita oli Saksasta. Erityisesti Karlsruhen ydintutkimuskeskuksesta oli useita papereita. Tähän varmaan on osaltaan vaikuttanut se, että ohjelmatoimikunnan puheenjohtaja professori Hennies on peräisin kyseisestä tutkimuskeskuksesta. Huomion

arvoista on myös se, että USA:sta oli vain yksi paperi.

Poster sessioon ehdotettujen papereitten tasossa oli melkoista hajontaa. Joukossa oli joitakin papereita, joiden laatimiseen ei oltu paljoakaan uhrattu vaivannäköä. Lisäksi useat esittelivät jo moneen kertaan aikaisemmissa tilaisuuksissa julkaistuja asioita. Todella uutta asiaa oli vain harvasa paperissa. Tämä taitaa omalta osaltaan heijastella sitä taantunutta tilaa, mikä nykyisin vallitsee ydinvoimalaitostekniikan kehittämisessä.

Sisältönsä puolesta paperit edustivat kirjavaa aihekokoelmaa. Papereitten lukumäärä eri aiheryhmissä oli seuraava: uusille reaktoreille asetettavat vaatimukset 1, uudet reaktorikonseptit 7, järjestelmät ja menetelmät turvallisuuden parantamiseksi 15, järjestelmät ja menetelmät taloudellisuuden parantamiseksi 1, uudet polttoainekierron ja sydänsuunnittelun ratkaisut 7 ja sekalaisia 1.

Aihekohtainen luokittelu osoittaa turvallisuuden olevan hallitsevassa asemassa. Tämä onkin luonnollista huomioon ottaen ydinvoiman yleismaailmallisen tilanteen. Useissa maissa jatkorakentaminen on pysähdyksissä sen vuoksi, että ydinvoimalaitosten turvallisuutta kohtaan tunnetaan epäluuloja. Merkille pantavaa kuitenkin on, että taloudellisuutta käsittelevässä ryhmässä oli vain yksi paperi. Tämä voi olla jossain määrin huolestuttavaa, sillä ydinvoiman taloudellinen kilpailukyky ei välttämättä ole itsestäänselvyys.

Poster sessio sai osakseen yllättävänkin suurta huomiota konferenssiin osallistujien taholta. Kävijöitä oli runsaasti. Myös keskustelut tekijöiden kanssa vaikuttivat vilkkailta.

Kutsutut vakioesitelmät

Kaikkien merkittävimpien länsieurooppalaisten laitostoimittajien edustajat käyttivät istunnossa kutsutun puheenvuoron. Niihin ei sisällynyt sanottavasti uutta tai yllättävää. Samat johtajat ovat esittäneet samoja asioita monta kertaa aikaisemminkin pääosin samalle kuulijakunnalle. Esitelmien päätarkoitukset lieneekin olleet enemmän hengen luonti kuin uusien asioiden esille tuon-

ti. Eräitten esitelmien kohdalla ei voinut välttyä siltä vaikutelmalta, että nykyisiin kehitysohjelmiin ei haluta häiriöitä uusista ajatuksista, vaikka niitä ilmeisesti on.

Vastaus otsikkokysymykseen

Istunnon otsikkokysymykseen vastaaminen ei välttämättä ole suoraviivaista ja kiistatonta istunnon esitelmien ja papereiden pohjalta. Esitän kuitenkin seuraavassa oman henkilökohtaisen vastaukseni.

Vastaukseni kysymyksen ensimmäiseen osaan "tarvitsemmeko uusia reaktoreita turvallisuuden parantamiseksi?" on ehdoton "kyllä". Joidenkin mielestä paremman turvallisuuden edellyttäminen uusilta reaktoreilta aiheuttaisi johtopäätöksen, että nykyiset reaktorit eivät ole turvallisia ja niiden käyttö pitäisi näinollen asettaa kyseenalaiseksi. En voi yhtyä tällaiseen argumentointiin. Yhteiskunta on tottunut vaatimaan kaikkien tuotteiden uusilta malleilta parempaa suorituskykyä kuin vanhoilta. Tästä huolimatta ovat vanhat mallit kuitenkin edelleen käyttökelpoisia.

"Kyllä"-vastausta voidaan myös tukea yksinkertaisella laskutoimituksella. Oletetaan, että vakavien onnettomuuksien taajuus nykyisillä reaktoreilla on keskimäärin kerran 10 000 vuodessa. Yksittäisen reaktorin tapauksessa riskiä voidaan pitää hyväksyttävän pienenä ympäristön turvallisuuden kannalta. Nykyisten kaltaisia reaktoreita on lähiaikoina käytössä suuruusluokkaa 500. Tämä merkitsee yhtä vakavaa reaktorionnettomuutta keskimäärin 20 vuoden välein. Ydinvoiman maailmanlaajuisen hyväksyttävyyden kannalta tämä ei tunnu siedettävältä. Ydinvoiman tapauksessa onnettomuus jossakin päin maailmaa tulkitaan onnettomuudeksi kaikkialla.

Myös taloudellisuutta koskevaan otsikkokysymyksen osaan on vastaukseni ehdoton "kyllä". On muistettava, että ydinvoimalaitoksen päätarkoitus on tuottaa sähköä kilpailukykyiseen hintaan ympäristöä ja turvallisuutta vaarantamatta. Ydinvoimalaitos, kuinka turvallinen tahansa, on hyödytön, jollei se ole taloudellisesti kilpailukykyinen muiden sähköntuotantomuotojen kanssa. Tämä perustotuus ansaitsisi nykyistä enemmän huomiota uusien reaktorikonseptien kehitystyössä. Tehtävä on haas-

Mikko Niemi ja
Tapio Saarenpää

TEKNINEN VIERAILU:

teellinen. Fossiilipolttoaineiden hintakehitys on ollut aleneva. Lisäksi fossiilipolttoaineiden käytön teknologiassa on tapahtunut huomattavia edistysaskelia. Vastaavia tarvittaisiin myös ydinvoimapuolella kilpailukyvyyn säilyttämiseksi.

Reaktorityypit

Otsikkokysymykseen annetun myönteisen vastauksen jälkeen luonnollinen jatkokysymys on "minkä tyyppisiä reaktoreita tarvitsemme?". Näköpiirissä on kaksi vaihtoehtoista kevytvesireaktoritekniikkaan perustuvaa päälinjaa:

- evoluutioreaktorit, jotka perusratkaisuun pohjautuvat nykyisiin reaktoreihin oman kuitenkin eräitä parannuksia erityisesti vakaviin onnettomuuksiin varautumisen suhteen,
- innovatiiviset reaktorit, joissa on passiivisia ratkaisuja erityisesti tärkeimpien turvallisuustoimintojen osalta.

Riittävä turvallisuustaso on saavutettavissa kumpaakin päälinjaa seurattaessa. Evoluutioreaktoreissa turvallisuus varmistetaan pääasiassa aktiivisten turvallisuusjärjestelmien avulla. Niiden luotettavuutta voidaan aina parantaa lisäämällä redundanssia ja diversiteettiä. Lisäksi niiden voidaan katsoa perustuvan koeteltuun tekniikkaan. Ongelmaksi voi muodostua lopputuloksena syntyvän laitoksen monimutkaisuus ja korkea hinta.

Innovatiivisissa reaktoreissa nojaututaan pääasiassa passiivisiin turvallisuusjärjestelmiin. Ideaalisimmillaan nämä järjestelmät eivät tarvitse käynnistykseen instrumentointia tai manuaalisia ohjaustoimenpiteitä eivätkä toimiakseen ulkoista käyttövoimaa. Toiminta perustuu yksinkertaisiin fysiikan peruslakeihin. Passiiviset järjestelmät edellyttävät kuitenkin vielä koetointia, jotta voidaan olla varmoja niiden toimivuudesta kaikissa kysymykseen tulevis-
sa olosuhteissa.

Passiiviset turvallisuusjärjestelmät saattavat auttaa hankittaessa ydinvoimalle laajempaa yleistä hyväksyntää. Vaikuttaahan niiden toiminta yksinkertaiselta ja sitä kautta luotettavalta. Lisäksi ne helpottavat erään periaatteellisen ongelman ratkaisus-
sa. Ydinreaktori tuottaa nimittäin pysäy-

tettynäkin jälkilämpöä, jota on pakko poistaa reaktorista tavalla tai toisella jatkuvasti. Nykyisissä ja evoluutioreaktoreissa jälkilämmön poisto edellyttää aktiivista toimintaa. Innovatiivisissa reaktoreissa jälkilämpö poistuu itsestään.

On kuitenkin tunnustettava, että osa ydinvoiman vastustuksesta pohjautuu luonnontieteitten ulkopuolella olevaan argumentointiin. Tällaiset ydinvoiman vastustajat eivät luonnollisestikaan muuta kantaansa, olivatpa tekniset ratkaisut millaisia tahansa. Näin ollen ei kannata olla liian optimistinen sen suhteen, että innovatiiviset reaktorit ratkaisisivat ydinvoiman hyväksyttävyysongelman.

Yleinen käsitys on, että innovatiiviset reaktorit eivät pysty taloudellisesti kilpailemaan evoluutioreaktoreiden kanssa. Tämä on seurausta siitä, että innovatiiviset reaktorikonseptit ovat tehotasoltaan oleellisesti pienempiä kuin evoluutioreaktorit, mikä johtaa korkeampaan hintaan tehoyksikköä kohti. Ei liene kuitenkaan mitään periaatteellisia esteitä nostaa innovatiivisten reaktoreiden tehotasoa, jolloin niiden kilpailukyky tässä suhteessa paranee. Komponenttien pienempi lukumäärä ja yksinkertaisemmat perusratkaisut antavat edellytyksiä jopa evoluutioreaktoreita halvempiin kustannuksiin.

Johtopäätös

Tulevaisuuden reaktoreiden on oltava parempia kuin nykyiset sekä turvallisuuden että taloudellisuuden puolesta. Tällä vuosikymmenellä käynnistyvissä projekteissa ovat evoluutiolinjan mukaiset reaktorit etualalla. Ensi vuosikymmenellä tulevat mukaan innovatiiviset reaktorit. Niitä ei tarvita pelkästään helposti ymmärrettävien turvallisuusominaisuuksien vaan myös taloudellisen kilpailukyvyyn vuoksi.

DI Ami Rastas on Teollisuuden
Voima Oy:n tekninen johtaja,
p. (938) 381 3100.

Ranskan ydinvoimakapasiteetti on mittava ja niin myös maan simulaattorikoulutusresurssit. Yhteensä Ranskassa on kymmenen laitosidenttistä täysimittakaavaista ydinvoimalaitossimulaattoria. Niistä viisi sijaitsee Bugeyn koulutuskeskuksessa, jossa annetaan koulutusta kaikilla maan PWR-laitostyypeillä. ENC'94 -konferenssin yhteydessä järjestettiin tekninen vierailu Bugeyn koulutuskeskukseen. Matka tehtiin heti konferenssin jälkeen ja sille osallistui yhteensä 25 konferenssiosallistujaa

Ranskassa on käytössä yhteensä 56 ja rakenteilla tai tilattuna neljä PWR-yksikköä. Sähkötehonsa mukaan ne jakaantuvat seuraaviin tyyppeihin: 34 kappaletta 900 MW:n, 20 kappaletta 1300 MW:n sekä kolme rakenteilla olevaa ja yksi tilattu 1400 MW:n yksikköä (N4). Lisäksi Creys-Malvillessa on vuonna 1986 kaupallisen käyttönsä aloittanut 1200 MWe:n nopea hyötöreaktori Super-Phenix 1, jonka nykytilanteesta on artikkeli toisaalla tässä lehdessä.

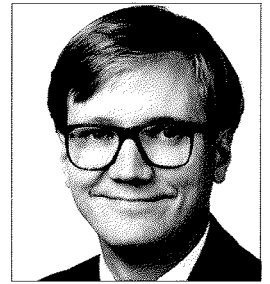
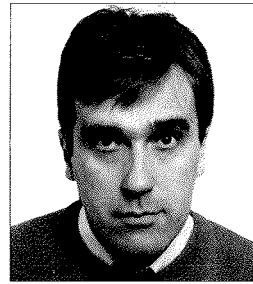
Ranskan simulaattorit

Koulutuskeskuksia maassa on neljä: Bugey, Paluel, Creys-Malville ja Caen. Näissä on yhteensä kymmenen täyden mitakaavan (full scope) simulaattoria, jotka simuloivat em. laitostyyppijä taulukossa 1 esitetyllä tavalla.

Tällä on päästy siihen, että nykytilanteessa vain yhdellä laitosyksiköllä (Fessenheim, CP0) ei ole laitosidenttistä simulaattoria. Tilanne korjaantuu, kun jo tilatut kolme lisäsimulaattoria on toimitettu. Alueellisesti simulaattorit on sijoitettu seuraavasti: Bugeyssä viisi, Paluelissa kolme sekä Creys-Malvillessa ja Caenissä kummassakin yksi simulaattori.

Täysmittakaavasimulaattoreiden lisäksi Ranskassa on yhteensä 22 periaatesimulaattoria. Näitä on kolmea tyyppiä:

TUTUSTUIMME BUGEYN KOULUTUSKESKUKSEEN



N4-sukupolven valvomo Bugeyn simulaattorikeskuksessa.

7 reaktoria, kemia- ja tilavuudensäätöjärjestelmiä 8 kappaletta, yhden turpiinin turpiinilaitoksia (CP0) 5 sekä kahden turpiinin turpiinilaitoksia (CP1) 2 kappaletta.

Bugeyn laitokset ja simulaattorit

Bugeyssä on neljä 900 MW:n PWR- ja yksi 555 MW:n kaasujäähdytteinen grafiittimoderoitu laitosyksikkö. Laitospaikalla työskentelee yhteensä 1400 henkilöä. Maantieteellisesti samassa yhteydessä, mutta laitosorganisaatiosta erillisenä toimii Bugeyn koulutuskeskus (Centre de Formation du Bugey).

Välittömästi simulaattorikoulutukseen liittyvän organisaation vahvuus on seuraava: kouluttajat 20, vikojen selvitys 2 sekä lai-

te- ja ohjelmistoylläpito 21 henkilöä. Koulutuksesta vastaa vierailun isäntä J. Luc Dumont. Koulutuskeskus on siis Ranskan suurin ja ainoa, jossa on valmiudet kouluttaa kaikilla Ranskan painevesilaitostyypeillä. Simulaattoreiden referenssilaitokset ja käyttöönottovuodet on esitetty taulukossa 2.

Koulutus

Ohjaajalisenssin saaminen kestää kaksi vuotta, mitä edeltävä peruskoulutus sisältää neljä teoriakoulutusjaksoa, kurssit periaatesimulaattoreilla sekä neljä kahden viikon kurssia täysmittakaavasimulaattorilla. Kertauskoulutusta kukin ohjaaja saa kaksi viikkoa vuodessa. Koulutusta annetaan klo 6.30 ja 19.30 välisenä aikana ja kunkin koulutettavan päivä jakautuu kahteen kol-

men tunnin jaksoon, toinen simulaattorilla ja toinen luokassa. Tällöin yhdellä simulaattorilla saadaan läpivietyä sama koulutus neljälle ryhmälle päivässä.

Vieraille esitettiin, että käyttömiehien ottamista mukaan simulaattorikoulutukseen on harkittu. Koulutus tapahtuisi siten, että paikallisohjausten "kuivaharjoittelu" tapahtuisi todellisen laitoksen komponenteilla ja kommunikointiyhteydellä simulaattorivalvomoon.

Simulaattorien tekniikkaa

Lyhyt vierailu painottui koulutukseen ja simulaattorien yleisesittelyyn. Niiden tekniikkaan puututtiin vain lyhyesti ja referenssilaitosten tekniikkaan ei ollenkaan. →

Taulukko 1. Ranskan täysmittakaavasimulaattorien lukumäärät

referenssilaitos teho, MW(e)	tyyppi	simulaattorien lukumäärä
900	CP0	1
	CP1	2
	CP2	2
1300	P4	3
1400	N4	1
1200	FBR	1

Taulukko 2. Bugeyn koulutuskeskuksen simulaattorit

referenssilaitos	teho, MW	tyyppi	käyttöönottovuosi
Bugey	900	CP0	1977
Gravelines	900	CP1	1980
St Laurent B	900	CP2	1983
Chooz B1	1500	S3C	1986
Paluel	1300	P4	1990

Tallettettuja lähtötilanteita on kullakin simulaattorilla luokkaa sata ja ajoa voidaan toistaa (backtrack) viimeiset 10 minuuttia. Vikatoimintoja on mallinnettu yhteensä 750 ja paikallisohjauksia noin 1000. Kummatkin asettaa kouluttaja. Varaohjauspaikka on jokaisessa simulaattorissa simuloitu eri huoneeseen laitosidenttisesti.

Tietokonehuoneita ei vieraille näytetty. Kävi ainoastaan ilmi, että N4-simulaattori on toteutettu samanmerkkisillä tietokoneilla kuin valtaosa maailman simulaattorikanasta, myös Olkiluodossa. Muiden, vanhempien, Bugeyn simulaattorien tietokoneita ei ole uusittu. Laitosmuutokset mallinnetaan simulaattoreihin niiden laitos-toteutuksen jälkeen nimenomaan ko. referenssilaitoksen aikataulun mukaisesti. Tällöin simulaattorin laitosidenttisyyteen muihin sisarlaitoksiin verrattuna voi aiheutua useammankin vuoden viive riippuen laitosmuutosten toteutusaikatauluista eri laitospaikoilla. Muutokset toteutetaan pääasiassa kesäisin.

Vierailut simulaattoreilla

Vieraille tarjoutui tilaisuus nähdä kolme Bugeyn viidestä simulaattorista. Nämä edustivat kaikkia kolmea Ranskan PWR-teholuokkaa ja antoivat hyvän mahdollisuuden tehdä eri ikäisten valvomokonseptien yleisvertailua. Selvin ulkoisin ero kahden ensimmäisen (900 ja 1300 MW) valvomon välillä on paneeleihin kiinteästi johdotettujen signaalien määrässä.

Tarkkoja lukuja tuntematta voisi arvioida, että jälkimmäisessä lukumäärä on miltei puolittunut. Etenkin tämä koskee hälytyksiä, joiden tilan ja vakavuuden osoittamiseen käytetään vanhemmassa ratkaisussa neljää eri väriä ja kahta vilkkumistaajuutta. Uudemmassa toteutuksessa hälytykset on pääosin toteutettu ainoastaan monitoreilla. Kun toisaalta 1300 MW:n valvomosta myös puuttuu taemman kaappirivin yläosan suurikokoinen prosessimimiikka, voi valvomon yleisilmettä pitää jopa tyhjänlaisena.

Viimeisin sukupolvi N4 on ydinvoima-alalla kansainvälisestikin huomionarvoisen automaatiototeutuksensa takia luonnollisesti aivan oma lukunsa. Vieraille kerrottiin vain, että valvomokonseptin kehittämiseen käytettiin yhteensä 120 miestyövuotta.

Valvomo on toteutettu modernilla ohjelmoitavalla tekniikalla. Valvomoa hallitsevat kaksi taustalla näkyvää suurta yleisnäyttöä sekä lukuisat etupulpettien monitorit. Nämä jakaantuvat kolmeen toiminnalliseen ryhmään: hälytykset, prosessinäytöt sekä kosketusnäytöt (touch screen) kuvien valinnalle ja ohjauksille. Ohjaajia on kaksi. Ohjaajien väliin on sijoitettu turvallisuuden kannalta keskeisimpien ohjauksien diverssi toteutus perinteisellä tekniikalla (backup panel). Myös varaohjauspaikka on kiinteästi johdotettu.

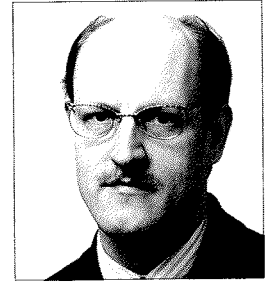
Simulaattorin osuus konseptin lisensoinnissa on ollut tunnetusti keskeinen, mikä käy ilmi välillisesti myös simulaattorin käyttöönotosta: laitos tilattiin 1984 ja simulaattorin ensi versio oli käytössä jo 1986. Juuri automaatiototeutuksensa takia viivästynyt yksikkö aloittanee kaupallisen käyttönsä kuluvan vuoden aikana.

Ins. Mikko Niemi on vuoropäällikkö TVO:n käynnissäpitotoimistossa, p. (938) 381 4000.

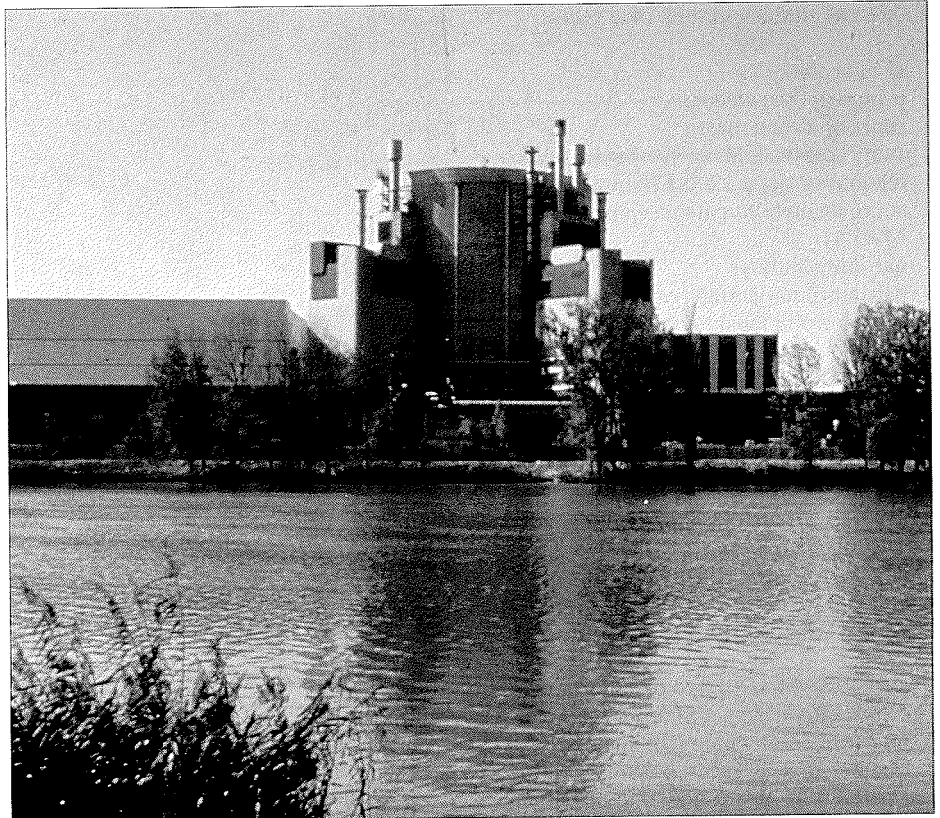
DI Tapio Saarenpää on projektipäällikkö TVO:n instrumentointiteknikan toimistossa ja ATS:n ekskursio-sihteerin, p. (938) 381 4312.

Olli Nevander

MILLAINEN ON MAAILMAN SUURIN HYÖTÖREAKTORI? eli Super-Phenixiä katsomassa



Super-Phenix — Phenixin isovelii — 1240 MW (e) maailman suurin tehokäytössä ollut hyötöreaktori. Retkikuntamme mielestä nyt oli korkea aika vieraillla katsomassa reaktoria, joka saattaisi jäädä plutoniumin kierrätyksen ja hyötöteknologian suurimmaksi aikaansaannokseksi. Joskus niin lupaavalta tuntunut hyötöteknologia näyttää tällä hetkellä jäävän ympäristöliikkeiden ja ydinaseiden leviämisaaran aiheuttaman pelon uhriksi. Nämä pelot pitivät laitosta pysähdyksissä yli neljä vuotta ja muuttivat sen teho-reaktorista tutkimuslaitokseksi, joka tosin tuottaa myös sähköä verkkoon.



Ranskan etelärannikolla sijaitseva reaktori on kansainvälinen yhteistyöyrittäjä. Sen rakentaja ja omistaja on NERSA, jonka omistusosuudet ovat: ranskalainen EDF 51 %, italialainen ENEL 33 % ja kansainvälinen SBK 16 %. Hollantilaisten, belgialaisten ja saksalaisten SBK koostuu saksalaisesta RWE:stä 68,9 %, hollantilaisesta SEP:stä 14,75 %, belgialaisesta Electrabel:stä 14,75 % ja englantilaisesta NE:stä 1,6 %. SBK perustettiin aikanaan rakentamaan saksalaisten johdolla toista eurooppalaista hyötöreaktoria — SNR-300-mallia. SNR-300 valmistui 80-luvun alussa Kalkariin Saksaan, mutta se ei koskaan saanut lupaa käynnistykseen.

Opastuksessa alkukankeutta

Ryhmävierailu oli Lyonin messujen ohjelman viimeinen ja osallistujat olivat pääosin nuoria — alle kolmekymppisiä kuten kolmihenkinen suomalaisryhmänkin kaksi muuta jäsentä. Vierailu ei alkanut kovin lupaavasti: englantilaisen NE:n omistuksesta johtuen saimme esittelijäksi laitoksen

vierailukeskukseen, ainoan englantilaisen, laitoksen noin 670 hengen henkilöstöstä. Englantilaisen esittelytaito ja asiantuntemus ei ollut aivan hänen englannin kielen taitonsa tasoa. Tämä seikka haittasi hänen ylimalkaisen ja monia asiaankuulumattomia yksityiskohtia sisältävän laitosesittelynsä seuraamista.

Laitoskiertokäynti alkoi englantilaisen yhden miehen show:lla: kuinka jaan kulkuluvat mahdollisimman monella eri tavalla ja höystettynä brittiläisellä huumorilla. Hiivimme salaviihkaa toiseen ryhmään. Uusi oppaamme oli viehättävä keski-ikäinen nainen, joka puhui ranskalaiseksi loistavaa englantia ja häntä avusti täydellisesti laitoksen tunteva, mutta englantia osaamaton italialaisrouva. Uusien oppaiden avulla saimme laitoskäynnillä vierailun pituuteen nähden kohtuullisen kuvan laitoksen päärakenteista.

Vertailu kevytvesireaktoreihin

Laitos vastaa monilta osin aivan tavallista kevytvesilaitosta. Turvallisuudesta on keskusteltu myös asiantuntijoiden keskuudessa. Monelle kevytvesijäähdytteisten reaktorien asiantuntijalle ovat hyötöreaktorin ominaispiirteet vieraita. Neutronien hidastamiseen käytettävän hidastinaineen puuttuminen tekee monen mielestä hyötöreaktorin vaikeasti hallittavaksi.

Hyötöreaktorin, ennen kaikkea Super-Phenixin kaltainen allastyypin hyötöreaktorin perussuunnittelun monet piirteet ovat tuttuja nykyisestä passiivisesta reaktoriteknologiasta.

Laitoksen ominaispiirteitä ovat mm.:

- ei hidastinta
- primääripiiri paineeton,
- suuri kriittinen massa
- suuri keskimääräinen ja maksimaalinen tehoitehyys (jopa 1200 kW/litra) sekä suuri suunniteltu palama (jopa 150 000 MWd/t)
- natriumjäähdytys
- natrium-ilma-lämmönvaihtimien kautta ilmakierrolla tapahtuva jälkilämmön poisto

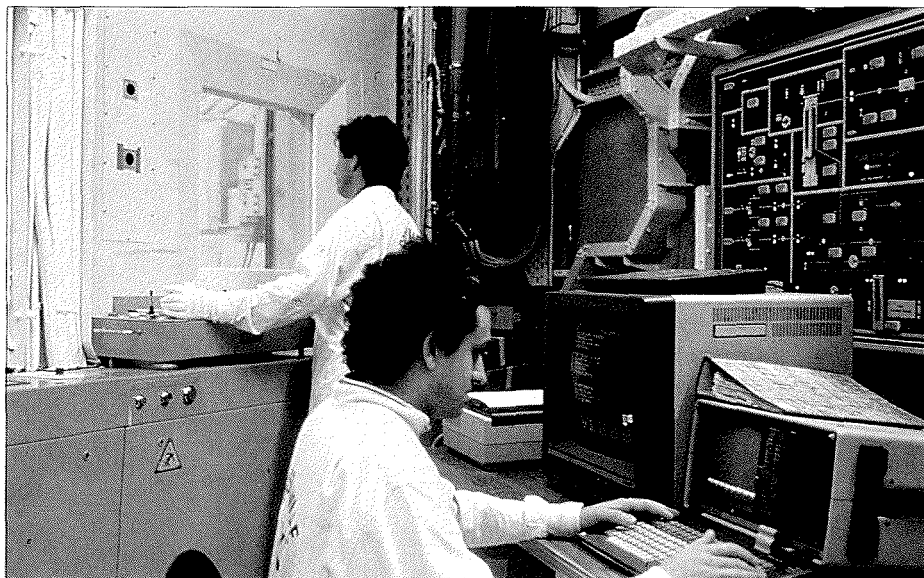
Hyötöreaktorin vaikeimmat turvallisuuspulmat vetypaloja lukuunottamatta on ratkaistu jo esisuunnittelun aikana; tosin sama pätee myös uusiin eurooppalaisiin kevytesireaktoreihin, joita ei ole vain päästy rakentamaan.

Suunnittelun kypsyyt

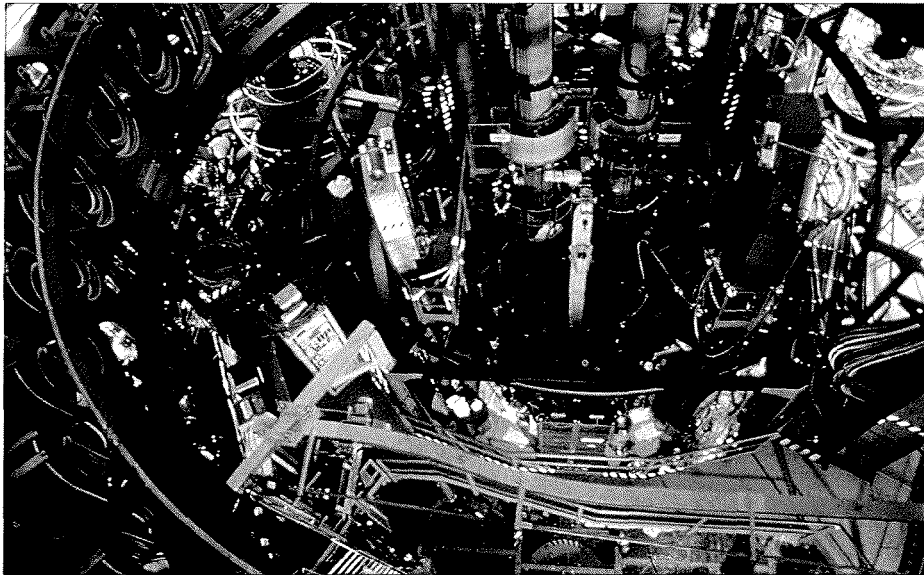
Japanilaisen Monjun hyötöreaktorin ja Super-Phenixin monet yhteiset piirteet osoittavat hyötöteknologian suunnitteluperiaatteiden kypsyneen kokemuksen myötä. Yhteistä on niin paljon, että on helpompaa mainita tärkein ero: primääriallas, jota Monjulla vastaa kolmen kiertopiirin muodostama primääripiiri. Super-Phenixin edustamassa allastyypisessä reaktorissa saavutetaan passiivisen turvallisuuden kannalta hyödylliset suurempi lämpökapasiteetti ja primääripiirin putken murtuman poisjääminen. Monjun edustamassa kierto-kiertotyypisessä hyötöreaktorissa taas saavutetaan kaupallisen suunnan etuja: suurempi joustavuus konstruktiossa, lay-out-suunnittelussa ja varsinaisessa rakentamisessa.

Natrium jäähdytteenä

Hyötöreaktorin jäähdytinaineeksi valittu natrium mahdollistaa paineettoman primäärijäähdytyskierron ja jälkilämmön poistokierron. Natriumin positiivinen aukkokerroin aiheuttaa tarpeen pitää primääripiiri mahdollisimman tiiviinä, jolloin jäähdytemäärä ei pääse hallitsemattomasti vähenemään. Kaikissa nykyisen tyyppin hyötöreaktoreissa on kolme piiriä: primääripiiri ja sekundääripiiri natriumkierrolla sekä konventionaalinen höyrypiiri. Tällä rakenteella estetään vaarallinen



Yläkuvassa polttoaineen käsittely ja alakuvassa reaktoriastia sisältä.



lämpöä kehittävä natrium-vesi-reaktio suojarakennuksen sisäpuolella primääripiirin lämmönvaihtimessa. Reaktio syntyy natriumvuodossa, jossa natrium reagoi ilman sisältämän kosteuden tai sekundääriveden kanssa. Vuoto voidaan helposti havaita mittaamalla em. reaktion tuottamaa vetyä.

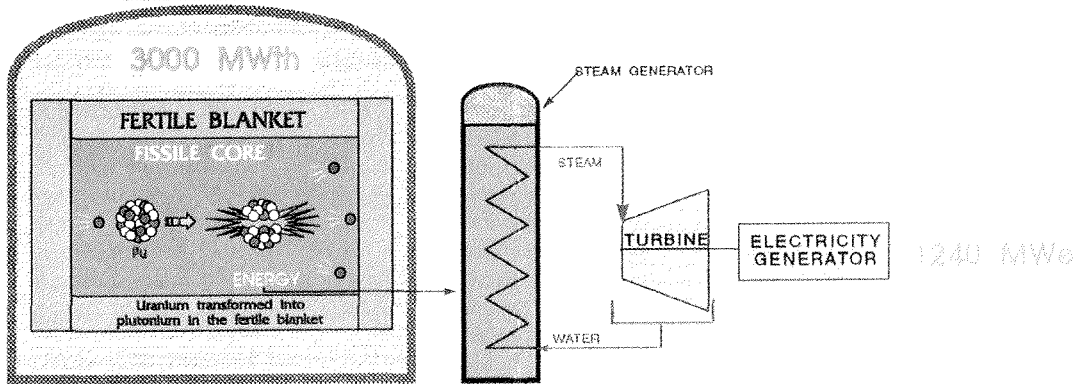
Natriumin kemiallinen aktiivisuus aiheuttaa tarpeen suojata vapaat natriumpinnat suoja-kaasulla, jotta NaO ei aiheuta korroo-

siota. Suojakaasuna Super-Phenixillä käytetään argonia esim. paineastian yläosassa. Tämän argon-järjestelmän ongelmista kerrotaan enemmän jäljempänä.

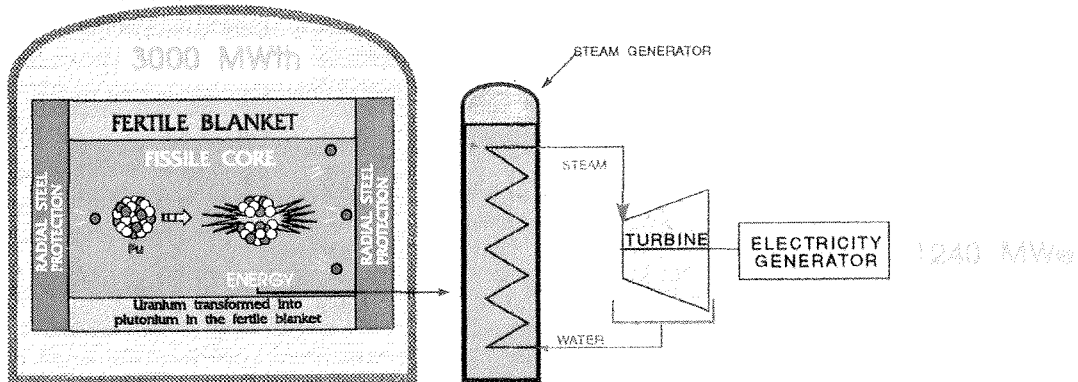
Reaktorin paineastian ja suojarakennuksen sekä suojapaineastian seinämien välit on täytetty typpikaasulla mahdollisten natriumvuotojen vaikutusten eliminoimiseksi.

SUPERPHENIX OPERATING MODES

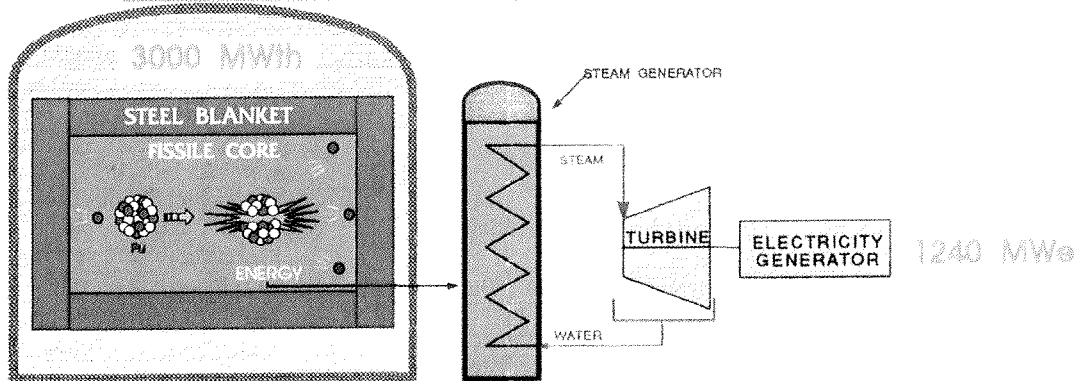
BREEDER



CONVERTER



INCINERATOR



In all cases, the production of electricity remains unaffected.
In no event, does Creys-Malville stock or reprocess nuclear waste.

MAAILMAN HYÖTÖREAKTORIT

(alkup. lähteet NEI ja NERSA)

nimi	maa	tila	käynnistyi	teho, MW(e)	fuel	perussuunnittelu
EBR I	USA	pys.	1951	0,2	U (met.)	1 luuppi
APS(BR2)	Venäjä	pys.?	1956	2 (Th)	Pu (met)	2 luuppia
BR5	Venäjä	–	1958	5 (Th)	PuO ₂ , UC	2 luuppia
(BR10)		käy	1973	10 (Th)	PuO ₂ , UC	2 luuppia
DFR	Englanti	pys.	1959	14	UO ₂	24 luuppia
Fermi	USA	pys.	1963	60,9	U	3 luuppia
EBR II	USA	pys.	1963	18,5	U	allas
KNK II	Saksa	pys.	1977	20	PuO ₂ -UO ₂	2 luuppia
Rapsodie	Ranska	pys.	1966	20 (Th)	PuO ₂ -UO ₂	2 luuppia
Sefor	USA	pys.	1969	20 (Th)	PuO ₂ -UO ₂	1 luuppi
BOR 60	Venäjä	käy	1969	12	UO ₂	2 luuppia
BN 350	Venäjä	käy	1972	150	PuO ₂ -UO ₂	6 luuppia
Joyo	Japani	käy	1977	100 (Th)	PuO ₂ -UO ₂	2 luuppia
Phenix	Ranska	käy	1973	250	PuO ₂ -UO ₂	allas
PFR	Englanti	pys	1974	270	PuO ₂ -UO ₂	allas
FFTF	USA	pys.	1980	400 (Th)	PuO ₂ -UO ₂	3 luuppia
BN 600	Venäjä	käy	1980	600	PuO ₂ -UO ₂	allas
Super-Phenix	Ranska	käy	1985	1240	PuO ₂ -UO ₂	allas
SNR 300	Saksa	pys.	–	312	PuO ₂ -UO ₂	3 luuppia
CRBR	USA	pys.	–	350	PuO ₂ -UO ₂	3 luuppia
PEC	Italia	pys.	–	125 (Th)	PuO ₂ -UO ₂	2 luuppia, puoliallas
Monju	Japani	käy	1994	280	PuO ₂ -UO ₂	3 luuppia
BN800	Venäjä	rak.	–	800	PuO ₂ -UO ₂	allas

Luettelon kaikki reaktorit ovat Natrium-jäähdytteisiä lukuunottamatta englantilaista DFR 10:tä, joka oli NaK-jäähdytteinen.

Laitoksen käyttöhistoria

Super-Phenixin käyttöhistoria ei ole ollut kovin lohdullista luettavaa hyötöreaktori-tekniikan markkinamiehille. Huolimatta pikkuveljeltä Phenixiltä saaduista käyttökokemuksista on reaktorin käyttöhistoria ollut täynnä tuotantokatkoksia. Oman osansa reaktorin käyttöhäiriöihin antaa kansainvälinen yhteistyö. Pahat kielet kertovat, että projektissa jouduttiin valitsemaan laiteoimittajia kaupappoliittisista ja poliittisista syistä eikä projektin kokonaisuuden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Epätarkat valinnat ovat aiheuttaneet komponenttien laadun ja suunnittelun tason

vaihtelua laitoksen eri osissa. Tämä näkyy ennen kaikkea turpiinpuolen komponenttien laadussa.

Viivästykset hallinnollisia

Pikkuveli Phenix kärsi aikanaan useista lastentaudeista: mm. höyrystinvuodot vai-vasivat laitosta useaan otteeseen. Super-Phenix jouduttiin pysäyttämään heinäkuussa 1990, kun vuoto argon-suojakaasun radioaktiivisuutta mittaavassa järjestelmässä aiheutti ilman pääsyn reaktoriastiaan. Alunperin tämän seisokin piti kestää vain kuusi kuukautta, joka aika riittikin

primääripiirin natriumin puhdistukseen. Puhdistuksen loppuessa tammikuussa 1991 Ranskan viranomaisen perui poikkeusluvan, joka tarvittiin laitoksen käyttöön ilman käytetyn polttoaineen varastointisäiliötä. Säiliö oli paloitetu ja poistettu kokonaan jo vuonna 1987, kun säiliön natriumpiirissä oli ollut vuoto. Käyttöluvan yllättävä eväminen riitti syyksi aikaistaa suunnitelmia uuden polttoaineen käsittelyjärjestelmän suunnittelusta ja rakentamisesta.

Oman mielenkiintoisen lisänsä viivästyksiin aiheutti vuonna 1990 tapahtunut turpiinpuolen katon osittainen romahdus

— poikkeuksellisen lumikuorman takia. Lumikuormia ei ollut otettu italialaisessa suunnittelussa riittävästi huomioon.

Laitoksen käynnistäminen oli tarkoitus tehdä kesäkuussa 1992 ennen kuin Ranskan viranomais määräys yli kaksi vuotta seisokissa olleen laitoksen uudelleen lisensoinnista uuden laitoksen tapaan astui voimaan. Juuri muutamaa viikkoa ennen käynnistystä Ranskan hallitus päätti, että laitos tulee lisensoida uudelleen kuten uusi laitos. Tämä tarkoitti mm. jätehuollon loppusijoitussuunnitelmia ja uusia suunnitelmia natrium-palojen varalta. Myös uusi ydinenergialain mukainen julkinen kuuleminen laitospaikalla olisi tarpeen. Hallinnolliset kiemurat ja natrium-palojen varalta tehtyjen toimien toteutus kestivät aina kevääseen 1994 asti.

Elokuussa 1994 laitos saavutti ensimmäisen kerran kriittisyyden sitten vuoden 1990. Laitoksen tehoa on nyt tarkoitus korottaa asteittain. Marraskuussa 1994 saavutettiin 30 % tehoporras. Marraskuussa raportoitiiin myös uusista ongelmista laitoksen argon-järjestelmissä, tällä kertaa jälkilämmön poistoon käytettävissä lämmönvaihtimissa. Tehonnostoa jatketaan kuitenkin edelleen huolimatta ongelmista.

Reaktorin tulevaisuus

Uuden käyttö lupansa perusteella Super-Phenix on tutkimuslaitos, jonka tarkoituksena on tutkia pitkäikäisten radioaktiivisten jätteiden polttoa sekä hyötöreaktorin polttoainetaloutta ja plutoniumin käyttöä reaktoreissa. Jatkossa laitosta käytetään tutkimusohjelmien mukaan eikä sähköverkon kuormituksen asettamien vaatimusten perusteella. Uusi käyttötapa on jo aiheuttanut vastustusta. Hollantilaisten, belgialaisten ja saksalaisten muodostama SBK on saksalaisten suulla ilmoittanut suunnittelevansa luopumista osuudestaan NERSA:ssa, koska tutkimusohjelmasta saatava hyöty on kyseenalainen.

Super-Phenixin reaktorisydäntä tullaan muuttamaan seuraavissa latauksissa siten, että laitos muuttuu plutoniumin tuottajasta plutoniumin suurkuluttajaksi. Tämä muutos tehdään ilmeisesti enemmän poliittisista kuin tuotannollisista tai tutkimuksellisista syistä, tosin poltettavaa plutoniumia

riittänee jos aseriisunta edistyy nykyisellä vauhdilla.

Tulevaisuuden hyötöreaktorit

Hyötöreaktoriteknologian tulevaisuus on hyvin epävarma. Prototyypilaitosten käytettävyyssvaikeudet ovat saaneet monet epäilemään tämän reaktorityypin taloudellisuutta. Huolimatta epäilyistä on suunniteltua kuitenkin jatkettu ja seuraavan sukupolven eurooppalainen hyötöreaktori on jo piirustuspöydillä. Tämä laitoskonsepti tulisi perustumaan parannettuun Phenix - Super-Phenix-tekniikkaan. Uuden sukupolven tyyppitiedot ovat: teho noin 1500 MW ja suunniteltu käyttöikä 40 vuotta. Jälkilämmön poisto tapahtuu ilmalämmönvaihtimilla ja kuudella kiertopiirillä: kolme luonnonkierrolla ja kolme pakkokierrolla. Suunniteltu jälkilämmön poistokyky yhdelle kiertopiirille on 15 MW.

Sopivaa uuden hyötöreaktorin sijoituspaikkaa ei ole tällä hetkellä tiedossa ja rakentamisen edellyttämät lupamenettelyt estänevät laitoksen rakentamisen Eurooppaan ainakin lähivuosina.

Kaiken kaikkiaan hyötöteknologia näyttää jäävän tässä vaiheessa vain reaktorisuunnittelijoiden kokeiluksi, koska entisen Neuvostoliiton ydinaseteknologian osittainen alasajo vapauttaa suuren määrän plutoniumia käytettäväksi tehoreaktorien polttoaineena. Tarvetta plutoniumin laajamittaiseen tuottamiseen hyötöreaktoreilla ei ole olemassa. Lisäksi plutoniumin tuotantoon valtiossa, jolla ei ole ydinasetta, liittyy aina epäily hankkeen taustalla olevista ydinpommin rakentamishaaveista. Tämä epäily tekee plutoniumin tuotannon poliittisesti kannattamattomaksi useimmille maille.

DI Olli Nevander on IVO Internationalin turvallisuusinsinööri ja ATS Ydintekniikka -lehden erikoistoimittaja, p. (90) 8561 2613.

EDMUND GUERRILLOTIN SÄÄTIÖN KUNNIAPALKINNOT JA STIPENDIT 1994

Diplomi-insinööri Edmund Guerrillotin säätiö on jakanut ensimmäiset kunniapalkintonsa akateemikko Erkki Laurilalle, akateemikko Pekka Jauholle, vuorineuvos Kalevi Nummiselle ja pääjohtaja Antti Vuoriselle.

Samalla Edmund Guerrillotin säätiö jakoi noin 400 000 markkaa stipendeinä seuraaville tutkijoille:

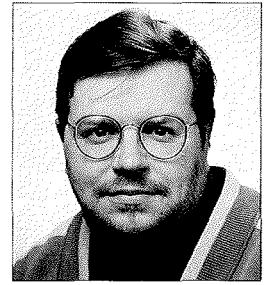
Diplomi-insinööri **Iiro Auterinen**, 30 000 markkaa; filosofian lisensiaatti **Mikael Björnberg**, 30 000; tekniikan lisensiaatti **Jan Holmberg**, 15 000; diplomi-insinööri **Mikko Ilvonen** 10 000 markkaa;

Professori **Heikki Kallin** tutkimusryhmä: diplomi-insinöörit **Christine Sarrette**, **József Bánáti**, **Reijo Munther** ja **Pekka Raussi** kukin 25 000 markkaa;

Diplomi insinööri **Jyrki Kouhia**, 25 000; diplomi-insinööri **Jaakko Miettinen**, 10 000; tekniikan lisensiaatti **Jouni Mäkynen**, 20 000; diplomi-insinööri **Timo Narumo**, 14 000; diplomi-insinööri **Timo Okkonen**, 30 000 markkaa;

Filosofian tohtori **Rolf Rosenbergin** tutkimusryhmä, 30 000; diplomi-insinööri **Tom Serén**, 30000; diplomi-insinööri **Vesa Tanner**, 30 000 ja tekniikan lisensiaatti **Frej Wasastjerna**, 30 000 markkaa.

Edmund Guerrillotin säätiö jakaa neljän vuoden aikana kunniapalkintoja ja stipendejä ydinvoimatekniikan tutkimukseen. Suoranaisen ydintekniikan tutkimuksen lisäksi tuetaan sivuavia alueita kuten turvallisuus-, ympäristö- ja tuotantotekniikkaa sekä tarvittavan infrastruktuurin rakentamista.



VAAKAHÖYRYSTIMIEN ASIAANTUNTIJAT KOOLLA

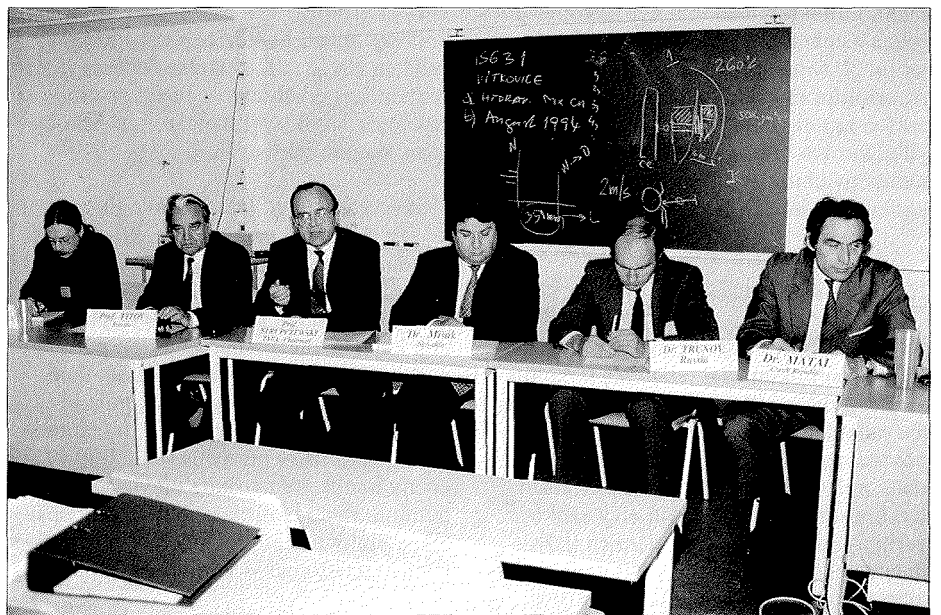
Laaja kansainvälinen tutkijajoukko puntaroi Lappeenrannassa lokakuun loppupuolella kolmatta kertaa VVER-reaktorien vaakahöyrystimiiä. Höyrystimien ikääntymisen myötä on yhä tärkeämpää pystyä arvioimaan niihin kuormituksia käytön ja mahdollisten käyttöhäiriöiden aikana.



Kolmas kansainvälinen vaakahöyrystinseminaari oli jatkoa Lappeenrannassa maaliskuussa 1991 ja syyskuussa 1992 pidetyille kokouksille, joita on selostettu ATS/Ydintekniikan lukijoille numeroissa 2/91 ja 4/92. Näissä aiemmissä kokouksissa keskityttiin vaakahöyrystimien termohydrauliikkaan. Lähtökohtana oli onnettomuustilanteiden mallinnuksessa havaitut vaikeudet, joihin yhtenä merkittävänä syynä oli puute hyvistä kokeellisista tiedoista. Saavutettuina tuloksina olivat ennen julkaisemattomien koetulosten esitykset ja laaja kokemusten vaihto laskennallisesta mallinnuksesta.

Rakenneanalyysit

Kolmanteen seminaariin aihepiiriä laajennettiin kattamaan myös rakenteelliset ongelmat. Seminaari koostuikin kuudesta istunnosta. Kahden ensimmäisen aiheena oli totuttuun tapaan termohydrauliset kokeet ja laskennallinen mallinnus. Primäärikollektorin rakenteellista kestävyyttä käsiteltiin kolmannessa istunnossa. Luontevana jatkona käsiteltiin sitten vaakahöyrystimille ominaista suurten primääri-sekondäärivuotojen mahdollisuutta ja näiden hallintaa.



Kokoukseen osallistui noin 60 asiantuntijaa yhdeksästä eri maasta. Seminaari huipentui paneelikeskusteluun.

VVER-440 höyrystimissä sijaitsevan syöttöveden jakoputken eroosio ja jakoputken korvaamiskonseptit oli ajankohtaisuutensa vuoksi paljon keskustelua herättävä aihe. Seminaarin lopuksi järjestettiin keskustelu aiheesta VVER-höyrystimien turvallisuuskysymykset.

Laaja osanotto

Koska yksittäisiä esitelmää oli lopulta valmisteltu 29 kappaletta ja pyrittiin varamaan tarpeeksi aikaa myös keskusteluihin, järjestettiin seminaari kolmipäiväisenä. Järjestäjänä olivat kuten aiemminkin IVO International, Lappeenrannan TKK ja VTT Energia. Mutta tällä kertaa myös kv.

atominergiajärjestö oli mukana järjestelykomiteassa ja kustansi kymmenkunnan Itä- ja Keski-Euroopan VVER-maiden asiantuntijaa kokoukseen. Kaikkiaan osanottajia oli kuutisenkymmentä yhdeksästä eri maasta: Venäjä, Tšekin tasavalta, Slovakia, Puola, Unkari, Bulgaria, Saksa, Ranska ja Suomi.

Termohydrauliset kokeet ja laskenta

Höyrytimen termohydraulisen käyttäymisen ennustamiseksi tarvitaan kahdenlaisia tietokonemalleja: toisaalta pitää kehittää tarkat virtaustekniset laskentamallit, joilla hallitaan höyrytimen primääri- ja vaippapuolen ilmiöt eri tilanteissa, ja toisaalta pitää kehittää onnettomuusanalyysikoodeihin nopeat likimääräismallit, joilla höyrytimet saadaan kuvatuksi halutulla tarkkuudella kulloinkin analysoitavassa onnettomuudessa. Kumpienkin mallien osalta on tapahtunut huomattava kehitystä, mutta parantamisen varaa on edelleen. Mallien kehittämistä hankaloittaa se, että höyrystinkokeista ei ole saatavissa mittausvaikeuksien vuoksi kaikkea tarvittavaa tietoa tarvittavista suureista. Ilmiöitä ei näin ollen tunneta tarkasti.

Höyrytimen primäärikollektorit

VVER-1000 -laitosten jatkuvana ongelmana on ollut primäärikollektorien säröt. Näiden vuoksi on jo yli kolmekymmentä höyrytintä jouduttu vaihtamaan. Primäärikollektorien kannen irtoaminen, kuten tapahtui Ukrainassa Rovnon laitoksella 1980-luvun alussa, on yleisesti oletettu alkutapahtuma VVER-440 -laitosten onnettomuusanalyseissä. Laitosten selviäminen tällaisista onnettomuusketjuista edellyttää merkittäviä laitosmuutoksia. Loviisan laitoksella nämä muutokset ovat tekeillä.

Syöttöveden jakoputki

VVER-440 -höyrytimien syöttöveden jakoputkissa on havaittu niin vakavaa eroosio-korroosiota, että jakoputken vaihtaminen on tarpeen. Koska jakoputki sijaitsee tuubinipun keskellä, korjaus on erinomaisen työlästä. Höyrytimen suunnittelija ja OKB Gidropress on kehittänyt ratkai-

sun, jossa uusi jakoputki sijoitetaan tuubinipun päälle. Tšekkiläinen höyrytimen valmistaja Vitkovice on myös kehittänyt uuden jakoputken, jossa syöttövesi johdetaan tuubinipun yläpuolelle asennetusta tukista erillisillä putkilla tuubinipun keskelle. Gidropressin ratkaisua on asennettu Rovnon laitoksen yhdelle yksikölle ja Loviisa-2:n yhteen höyrytimeen. Tšekkiläinen konsepti on asennettu yhteensä 18 höyrytimeen tšekkiläisellä Dukovanyn laitoksella ja Slovakian Bohunicen laitoksella.

Vaakahöyrytimien turvallisuuskysymykset

Seminaarin lopuksi prof. Andrzej Strupczewski IAEA:sta veti paneelikeskustelun VVER-höyrytimien turvallisuuskysymyksistä, jonka pohjalta IAEA:ssa voidaan jatkaa VVER-maiden tukemista. Tähän mennessä IAEA on toteutanut selvitysohjelman koskien VVER-1000 -laitosten primäärikollektorien eheyttä.

Samuli Savolainen Loviisan voimalaitokselta painotti, että ikääntyvien laitosten rakenteelliseen keston tulee kinnittää yhä enemmän huomiota. Teoreettisella puolella tulee keskittyä ilmiöiden oikeaan ymmärtämiseen ja kehittää tämän pohjalta sopivat analysointimallit kuhunkin käyttötarkoitukseen.

Tšekkiläinen Oldrich Matal Energo- vyzkum -yhtiöstä ehdotti järjestelmällistä tiedonkeruuta höyrytimistä alkaen valmistuksesta kaikkiin käyttökokemuksiin. Tämä data auttaisi ikääntymisen ymmärtämistä ja teknisesti oikeiden muutosten toteuttamista.

Fysikaalinen ymmärtäminen höyrytimeistä kokonaisuudessaan on Säteilyturvakeskuksen Juhani Hyvärisen mukaan tärkeämpää kuin yksityiskohtaiset termohydrauliset tiedot eri puolilta höyrytintä. Uusina erityiskysymyksinä pitää muistaa höyrytimien vaikutus sydämen reaktiivisuuteen boorin laimennustapauksissa, sekä kuumien kaasujen ja aerosolien vaikutukset sydämen sulamisonnettomuuksissa.

Uusia höyrystinkokeita voitaisiin Gidropressin Nikolai Trunovin mielestä tehdä hyödyntäen tähän mennessä saatuja tuloksia. Laitoskokemukset pitäisi kartoittaa myös huolellisesti primäärikollektorivaurioiden estämistä suunniteltaessa.

Höyrytimien pääsuunnittelija, Gidropressin prof. Valentin Titov on hyvin tyytyväinen siihen, että kansainvälisellä toiminnalla pystytään laajentamaan tietopohjaa. Tämä edesauttaa sekä höyrytimien rakennemuutosten suunnittelua että uusien turvallisuuskysymysten ratkaisemista.

Slovakian viranomaisten päällikkö Jozef Misak osallistui kokoukseen saadakseen tuntea, mitä muissa maissa höyrytimien rakenteellisista ongelmista ja onnettomuustilanteiden hallinnasta tiedetään. Erityisen tärkeänä hän pitää akuuttia syöttöveden jakoputken korjausta ja isojen primääri-sekundäarivutojen selvittämistä.

Jatkosuunnitelmat

Osanottajat tuntuivat olevan hyvin tyytyväisiä saavutettuihin tiedon ja mielipiteiden vaihdon tuloksiin. Yleisesti toivottiin, että samat tahot järjestäisivät Lappeenrannassa seuraavan seminaarin kesällä tai syksyllä 1996. Ja tämä toivomus toteutuneekin.

TkT Harri Tuomisto on IVO Internationalin pääsuunnittelija,
p. (90) 8561 2464.

DOUZE JEUNES SOCIETAIRES A LA DECOUVERTE DU NUCLEAIRE FINLANDAIS ET SUEDOIS

En deux semaines, les jeunes sociétaires ont pu voir l'essentiel du nucléaire finlandais et suédois. Une bonne préparation leur a donné des clés pour dialoguer avec leurs interlocuteurs et nouer des contacts. A tous les niveaux, et en toutes circonstances ils ont remarqué le professionnalisme et le respect du client allant de pair avec une agressivité commerciale de bon aloi. Définition claire des objectifs, pragmatisme, flexibilité, transparence, et une excellente communication interne vont de pair avec une grande aisance dans les relations humaines. L'accueil a été remarquable.



Le 14 Septembre, visite du Technical Research Centre of Finland (VTT) d' OTANIEMI avec Monsieur le Professeur Lasse MATTILA

Du 10 au 25 septembre 1994, 6 élèves-ingénieurs de l'ISMRA/ENSI de CAEN, de l'ECAM LYON, de l'INSA LYON, de l'EPF, de l'Université de Compiègne et 6 jeunes ingénieurs délégués par EDF, THERMATOME, NUSYS, FBFC et COGEMA ont visité les Centrales Nucléaires, les Instituts, les Centres de Recherche et des Universités des deux pays.

Ce voyage avait été préparé et organisé par la SFEN avec le soutien efficace:

- de la Société Nucléaire Finlandaise (ATS) en la personne de M.Jussi PALMU, aidé par Miss.Petra LUNDSTROM,
- de la Société Nucléaire Suédoise (FK), représentée par Mr. Lars GUSTAFSSON et Miss. Hella KROOK.

Les objectifs de cette mission étaient :

- d'établir des contacts entre les jeunes ingénieurs/cadres des industries françaises, finlandaises et suédoises.
- d'explorer les marchés finlandais et suédois dans le domaine du nucléaire,
- et de permettre à des élèves-ingénieurs, particulièrement impliqués dans les actions SFEN, de participer à une mission à l'étranger.

Ce voyage a été préparé par trois jours de séminaire en résidentiel avec l'aide d'experts finlandais, suédois et français pour bien appréhender les aspects culturels, commerciaux et techniques d'une telle démarche.

Par ailleurs, de juin à septembre, les jeunes ingénieurs et les étudiants, ont travaillé en "binômes" afin de préparer 18 sujets d'exposés en anglais décrivant le nucléaire français et pouvant être présentés en anglais à nos hôtes lors des visites, selon leur demande.

Après avoir été chaleureusement accueillis lors d'un dîner offert par le Bureau de la

Société Nucléaire Finlandaise, présidé par Mr.PATRAKKA, les participants ont pris la route avec deux minibus pour visiter,

en FINLANDE:

- les centrales nucléaires de LOVIISA (2 réacteurs VVER 440 de 445 MWe) et d'OLKILUOTO (2 réacteurs BWR de 710 MWe)
- les centres de stockage de déchets associés:(site de stockage profond LLW/ILW) à LOVIISA et à OLKILUOTO.
- l'Université de LAPPEENRANTA, où nous avons été accueillis par le Pr. H. KALLI, Responsable du groupe "Génie Nucléaire" et ses étudiants,
- le Centre de Recherche de VTT (Finish Technical Research Center) dont le Pr. L. MATTILA a su nous montrer la diversité des projets en cours,
- la centrale de production d'énergie des papeteries de KAUKAS,
- la Société RADOS, spécialisée dans la production de matériels de radioprotection,
- et pour rencontrer les représentants du STUK (Finish Center for Radiation and

Nuclear Safety) actifs dans le domaine de la sûreté nucléaire en Russie et au niveau de l'amélioration des "safeguards", sur le plan international.

Ces contacts ont été l'occasion de nombreux échanges avec des spécialistes, des étudiants et de jeunes ingénieurs finlandais.

En général, la rencontre était organisée selon trois points forts:

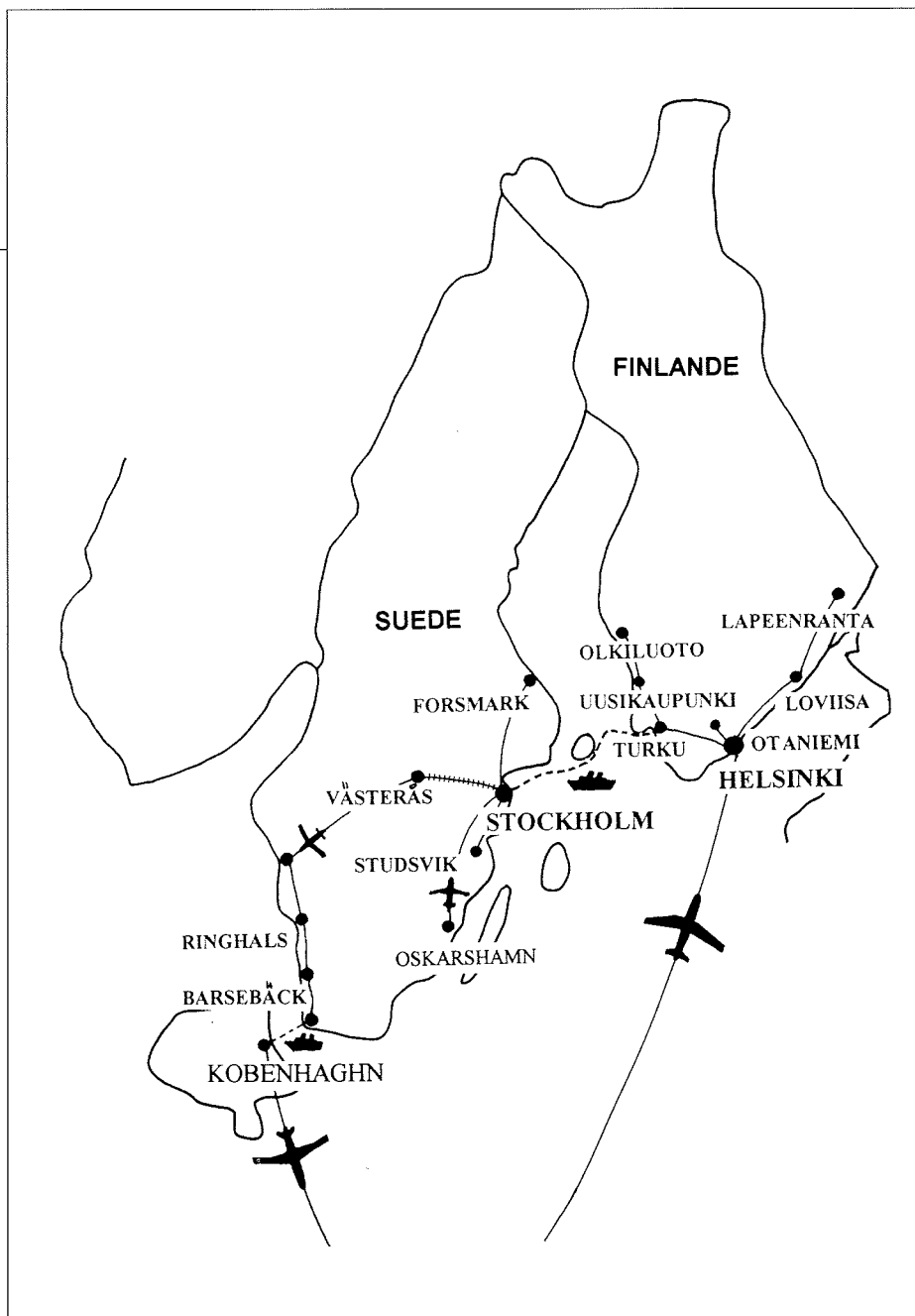
- des présentations par des spécialistes locaux sur des sujets d'intérêt exprimés par le groupe,
- une ou deux présentations par les jeunes sociétaires SFEN, suivies de discussions,
- des visites.

En particulier nos hôtes ont demandé aux jeunes sociétaires de présenter, les sujets suivants, par ordre d'intérêt décroissant:

- "Energy policy in France",
- "Status of the French public opinion on nuclear industry",
- "The environmental impact issue: reprocessing or direct disposal?",
- "The PALUEL NPP, impact on the local life",
- "SUPERPHENIX : the new objectives",
- "Incidence of the use of reprocessed enriched uranium on a nuclear fuel manufacturing facility",
- "Quality management, the latest évolutions",
- "Nuclear safety and environmental protection at the LA HAGUE reprocessing plant",
- "Nuclear safety and environmental issue",
- "Standardization of radioprotection portable instruments".
- "Approach for enhancing nuclear safety of operating NPP".

La majorité de ces sujets a été également présenté en Suède.

Le 17 Septembre le groupe SFEN quittait la Finlande par le port de TURKU et après une traversée sur le "SERENADE" de la SILJA LINE atteignait STOCKHOLM au petit matin.



en SUEDE:

Le dimanche 18 septembre au soir, le groupe rencontra, au cours d'un dîner présidé par Mr. Lars GUSTAFSSON, le Président de la Société Nucléaire Suédoise et le Professeur Per PERSSON de la KTH accompagné d'étudiants et de jeunes ingénieurs.

Le programme du voyage s'est poursuivi, par la visite des centres de:

- FORSMARK (2 réacteurs BWR de 970, et 1 réacteur BWR 1155 MWe) où nous avons visité l'unité 3, le site de stockage centralisé pour les déchets LLW et ILW, ainsi que le SFR,
- OSKARSHAMN (3 réacteurs BWR de 440, 600 et 1155 MWe), avec la visite du laboratoire souterrain d'ASPO et du CLAB, centre de stockage centralisé du combustible usé,
- RINGHALS (1 BWR de 820 MWe, 1 PWR de 860 et 2 PWR de 915 MWe) où nous avons été reçus dans l'unité 3 et au laboratoire de l'environnement, précédé, la veille, d'un splendide dîner "à la Suédoise" organisé par Miss Hella KROOK,
- BARSEBACK (2 réacteurs BWR de 620 MW) où nous avons remarqué

l'agencement efficace et agréable de la salle de contrôle de l'unité 2, et par des rencontres:

- avec les spécialistes de STUDEVIK (Centre de recherche de VATTENFALL) où nous avons visité le laboratoire de cellules chaudes et l'installation d'incinération,
- et avec les experts du KSU (Nuclear Training and Safety Center) qui nous ont fait visiter le simulateur.

Le dîner du 19 septembre à STOCKHOLM a été l'occasion d'échanges avec les Directeurs du SKI (Swedish Nuclear Power Directorate) MM L. HAMMAR et S. NORRBY sur la politique de sûreté et de gestion des déchets nucléaires en Suède.

Un autre point fort du voyage a été la visite du site d'ABB ATOM à VASTERAS où nous avons été accueillis à la descente du train par Mme Monika EIBORN et où les participants purent explorer à leur aise les installations de fabrication de combustibles nucléaires.

En CONCLUSION GENERALE:

Les participants ont particulièrement apprécié la cordialité et le professionnalisme de nos hôtes.

Plus particulièrement, en FINLANDE, nous avons noté une volonté de rigueur associée à grande curiosité vers le monde extérieur ainsi que la faculté de repenser la technique à la finlandaise.

Nos interlocuteurs ont une vision claire des objectifs de leur entreprise. Ils donnent aussi beaucoup d'importance au temps passé à communiquer et à échanger des informations.

Ceci n'exclue pas un humour impertinent des ingénieurs finlandais vis à vis de la technique, matérialisé par le BONK MUSEUM d'UUSIKAPUNKI, où sont présentées des machines qui ne servent à rien, assemblages hétéroclites de mécanismes inutilement sophistiqués.

On note également le souhait que nous soyons un peu moins protectionnistes dans les affaires...



En Suède, où nous avons été accompagné par M. Lars GUSTAFSSON, ancien patron de VATTENFALL, nous avons particulièrement remarqué la "Charte du management suédois" mettant l'accent sur la définition d'objectifs connus de tous, la délégation des responsabilités et le devoir pour l'encadrement de bien connaître et communiquer avec l'ensemble du personnel de l'entreprise.

Par ailleurs nous avons noté chez nos interlocuteurs une volonté de pragmatisme et de flexibilité.

Ce comportement est associé à une attitude d'ouverture vers l'extérieur et en particulier vers la France. Nous en avons vu les effets à l'occasion d'ENC 94 où nous avons retrouvé avec plaisir certains de nos interlocuteurs parmi les 50 jeunes ingénieurs de la "NEW GENERATION" d'ABB ATOM

Dans les deux pays nous avons observé au cours du voyage la mise en application effective de modes de comportement "client/fournisseur" très professionnels.

En particulier on note une écoute attentive du "client" et la mise en marche immédiate, sans objections, d'un processus destiné à le satisfaire.

De façon générale les activités, tant dans le domaine des affaires que de l'enseignement ou de la recherche, sont orientées vers des résultats concrets et prennent toujours en compte le "retour sur investissement".

Un rapport de visite détaillé est en cours de rédaction et un film vidéo de niveau professionnel sera réalisé à partir des images recueillies au cours du voyage.

Pierre-Louis Chometon

Chargé de mission pour les Jeunes Sociétaires

Ont participé au voyage:

Elèves-Ingénieurs :

Hervé BEROUD de l'ISMRA/ENSI de CAEN, Florence DESAGES de l'Université de Technologie de COMPIEGNE, Gisèle DISEUR de l'Ecole Polytechnique Féminine, Charles DUMANOIS de l'ECAM LYON, Isabelle LAMY de L'INSA LYON et Gwen MARCHAIS de l'ECAM LYON.

Jeunes Ingénieurs:

Pascale BUTEAU de NUSYS, Marion DOUCET de COGEMA Siège, Frédéric MARTINET de FBFC, Jean PRIMET d'EDF, Michel TRASSARD de THERMATOME et Jean-Christophe VARIN de COGEMA La Hague.

MATKAMIETTEITÄ

Vuosi 1994

ekskursiosihteerin silmin

Vuosi alkoi edellisyksyn katkera ydinvoimapäätös vielä mielessä ja päättyi samoissa merkeissä. Perusvoimantuotannon kahden päävaihtoehtoon kokemaa kohtelu on johdannut lisärakentamisen pättilanteeseen ja palauttanut väkisin mieleen samat epäilykset poliittisen päätöksenteon suunnitelmallisuuteen kuin vuoden alussa.

Väliin toki mahtuu saavutettu päätös EU-asiassa, mutta senkin loppuhetkien viivytysvaiheisiin sai eduskunta sisällytettyä äänestäjiä hämmästyttäneitä, ehkä kuitenkin enemmän koomisiksi koettuja lisäpiirteitä.

Vuosi on siis kulunut arjen työskentelymotivaatiota jälleenrakentamalla, mikä on näkynyt myös ATS:n toiminnassa sen yleisenä aktivoitumisena.

Yksi konkreettinen osoitus tästä ovat ekskursionot, joissa ylitettiin lähivuosien toiminnan laajuus kaikilla mittareilla mitattuna.

Ekskursioita järjestettiin kolme: 12.4. kotimaan ekskursion Meri-Poriin ja Olkiluotoon, 23.–24.9. ”lähinaapuriekskursio” Sosnovy Boriin sekä 2.–7.10. ulkomaanekskursio ENC'94 konferenssi- ja messutapahtumaan.

Yhteensä ekskursioille osallistui 63 seuran jäsentä, mikä on vahva osoitus siitä, että toiminnalle on olemassa selvä jäsenkunnan tilaus.

Matkajärjestelyt on aina pyritty tekemään kustannukset minimoiden, mikä on joskus vaikuttanut jopa matkustusmukavuuteen. Tämä vuosi kuitenkin korosti, kuten taloudellinen taantuma kaikkialla, että matkan hinta on osallistumismahdollisuuksiin ratkaisevimmin vaikuttava tekijä.

Tähän mennessä kustannuksia on pidetty kurissa lähinnä tinkimällä kuljetus- ja majoitustasosta, mutta jatkossa on lisäksi pyrittävä rajoittamaan matkan kesto absoluuttiseen minimiin, jotta kulut pysyisivät kaikkien jäsenten ulottuvilla.

Olen varma siitä, että kuvatuilla opeilla ja ammatillisesti hyödyllisiä vierailukohteita valitsemalla jäsenten kiinnostus seuran ekskursionoihin saadaan pidettyä nyt saavutetulla tasolla. Sen osoitti mennyt ekskursionvuosi, mistä jokainen matkoille osallistunut ansaitsee kiitokset.

Tapio Saarenpää

10 vuotta Lyhyesti maailmalta -palstaa



Lyhyesti maailmalta-palstan toimitus aloitettiin lokakuussa 1984 Teollisuuden Voima Oy:n yhtiölehti Ytimekkäässä, josta se siirtyi toimittajan mukana vuonna 1985 STUKin ydinturvallisuusosastolle. Palstaa julkistetaan nykyisin Säteilyturvakeskuksen Viikkiksen lisäksi Suomen Atomiteknillisen seuran ATS Ydintekniikka -lehdessä ja muutamain lainauksin STUKin ALARAssa. Referaatteja ja juttuja on kertynyt on noin 1 500 ja ne ovat toimittajalla nähtävissä. Allekirjoittanut kiittää lukijoita palstan saamasta kiinnostuksesta ja vuosien varrella saaduista kannustavista kommentteista.

Helsinki 25.10.1994

Belgiassa kasvatetaan afrikkalaisia tilapioja. Kansallisen voimayhtiön (Electrabel) Tihange ydinvoimalaitoksella Brysselistä etelään on kalanviljelylaitos, jonka vesialtaat pidetään lämpiminä voimalaitoksen jäähdytysvedellä. Kyseessä on Euroopan suurin makeanveden kalanviljelylaitos. Lämmintä vettä pumpataan altaisiin jopa 4 000 m³ tunnissa. Altaissa tuotetaan 400 tonnia kalaa vuodessa, mistä 80 % menee vientiin. Bryssel on tunnettu kalaravintoloistaan.

NucNet 16.9.1994

Etelä-Korean kymmenes ydinvoimalaitosyksikkö valmistui. Yonggwang 3 PWR 1 000 MW ABB-CE-yksikkö kytkettiin valtakunnanverkkoon lokakuun lopussa. Ydinsähkön osuus maassa on nyt noin 40 %. Etelä-Koreassa on neljä ydinvoimalaitosta:

- Yonggwang (kaksi Westinghouse PWR-yksikköä ja yksi ABB-CE PWR-yksikkö; toinen ABB-CE PWR-yksikkö valmistuu vuoden kuluttua)
- Kori (neljä Westinghouse PWR-yksikköä)
- Wolsong (rakenteilla kolme CANDU-yksikköä)
- Ulchin (kaksi Framatome PWR-yksikköä ja rakenteilla kaksi ABB-CE PWR-yksikköä).

Etelä-Koreassa on vuonna 2 000 käytössä 16 ydinvoimalaitosyksikköä.

NucNet 31.10.1994

EU:n ydinvoima-asioita hoitaviksi komissaareiksi on nimetty Kreikan ja Tanskan edustajat. Kummassakaan maassa ei ole ydinvoimalaitoksia ja ne ovat vaatineet EU:ta kiristämään otettaan ydinvoiman valvonnassa. Kreikan komissaariksi valittu Cristos Papoutis on vastuussa EU:n energia-asioista mukaanlukien Euratomin ja Tanskan Ritt Bjerregaard vastaa ympäristöstä ja ydinturvallisuudesta.

Nucleonics week 24.11.1994

Euroopan johtavien ydinvoimamaiden voimayhtiöryhmittymä suunnittelee edistyksellisiä eurooppalaisia ydinvoimalaitoksia 2 000-luvun tarpeeseen. Mukana ovat Ranska, Saksa, Iso-Britannia, Espanja, Italia ja Alankomaat. Suunnittelua häittää ydinturvallisuusviranomaisen puuttuminen ryhmästä ja se harkitseekin pyytää Belgian ydinturvaviranomaiselta lausuntoa suunnitelmiin. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu se, että voiko Euroopan yhden maan viranomainen ottaa kantaa muidenkin viranomaisten puolesta ja että olisiko Belgian ydinturvaviranomainen Brysselissä tähän sopiva.

Nucleonics week 27.11.1994

Iran ja Venäjä ovat sopineet alustavasti Iranin keskeneräisen Busherer 1 PWR 1300 MW ydinvoimalaitosyksikön valmiiksiirakentamisesta. Minatomin kansainvälisten suhteiden johtaja Michael Ryzhov ilmoittaa Venäjän tarvitsevan työhön viisi vuotta. Bushererin laitostyömaa on ollut pysähdyksissä vuodesta 1979, jolloin Iranin vallankumous alkoi ja jatkossa Irakin ja Iranin sodan ajan. Alkuperäinen toimittaja Siemens KWU on kieltäytynyt USA:n painostuksesta jatkamaan työtä. Voimalaitoksen betonirakenteet ovat vielä kunnossa samoinkuin eräät asennetut isot komponentit. Suolainen meri-ilma on kuitenkin aiheuttanut pahoja korroosiovaurioita teräsrakenteisiin. Irakin pommitusten aiheuttamat vauriot olivat vähäisiä.

Nucleonics week 29.9.1994

Iso-Britannia ottaa käyttöön ensimmäisen suuren ydinvoimalaitosyksikkönsä. Sizewell-B PWR 1188 MW Westinghouse yksikkö valmistuu ajallaan. Polttoaineen ensilataus on tehty ja kriittisyys pyritään saavuttamaan vuoden 1994 aikana. Kriittisyyttä viivyyttää yksikön päästösuunnitelman "yleisen kuulemisen"

hidas edistyminen. Yksikön rakentaminen aloitettiin seitsemisen vuotta sitten ja täydelle teholle pyritään helmikuussa 1995.

Nucleonics week 22.9.1994

Japanissakin löydettiin säröjä kiehutusvesireaktorin (BWR) sydäntä ympäröivässä hidastintankissa. Kyseessä on 13. löydetty hidastintankkisäröytyminen maailmassa. Fukushima I-2 yksikkö otettiin käyttöön 20 vuotta sitten ja vuosihuollossa löytyi yli kymmenen säröä, joista suurimmat olivat 0,3 mm leveitä, 40 mm syviä ja jopa 2,3 metriä pitkiä. Ruostumatonta terästä olevan hidastintankin säröytymisen syynä pidetään jännityskorroosiota. Säröt sijaitsevat hitsien lähellä alueella, jossa virtaa korkealämpötilaista jäähdytettä.

Nucleonics week 15.9.1994

Japanin Osakan yliopiston kunnioitettu emeritusprofessori Sohel Kondo, joka on Hiroshiman ja Nagasakin uhrien tutkimusryhmän jäsen, toteaa radiofobian eli säteilypelon aiheuttavan enemmän haittaa ihmisten terveydelle kuin säteily. Kondo kertoo uudessa kirjassaan, että matala säteilytaso, joka on alle sata kertaa luonnollista taustasäteilyä suurempi, ei ole vaaraksi ihmisten terveydelle, vaan joskus päinvastoin. Riski sairastua tiettyihin syöpälajeihin on todettu pienemmäksi eräillä säteilytyöntekijöillä verrattuna muihin, samoinkuin joidenkin kylpylöiden radioaktiivisella vedellä on todettu positiivisia terveysvaikutuksia. Todellinen terveyshaittojen aiheuttaja on media, joka levittää perusteetonta säteilypelkoa. Professori Kondo kuuluttaa yleistä järkeä tähän asiaan.

NucNet 24.11.1994

Kanadalainen ydinvoimalaitosyksikkö on tehnyt jatkuvan käytön hämmästyttävän maailmanennätyksen. Pickering-7 CANDU 516 MW yksikkö oli yhtämittaisessa käytössä 894 vuorokautta lyöden reilusti aikaisemman 713 vuorokauden ennätyksen, joka oli Iso-Britannian Oldbury-1 MAGNOX-ydinvoimalaitoksen nimissä vuodelta 1992. CANDU reaktoreissa polttoainetta voidaan vaihtaa käytön aikana, mutta merkittävien häiriöiden puuttuminen lähes kolmen vuoden aikana on kunnioitettava saavutus. Pickering oli muodostanut vuoden 1992 huoltoseisokissa koordinoitiryhmän vastaamaan huoltotöiden täydellisestä suorituksesta ja tuloksena oli maailmanennätys. Kevytvesireaktorien maailmanennätys 533 vrk on Limerick 2 BWR-yksiköllä.

NucNet 7.10.1994

Kanadan McMaster 5 MW tutkimusreaktorilla sattui 300 % ylitahota-pahtuma allastyypin reaktorin vuosihuollossa. Viiden polttoainepun latauksen jälkeen säätösauvoja vedettiin, jotta todettaisiin, ettei reaktori ole kriittinen. Sallittu 45 % vectoraja ylitettiin 85 %:iin. Kuudetta polttoainepunaa ladattaessa havaittiin reaktorin hehkuvan sinisenä ja tehtiin pikasulku. Automaattista pikasulkupiiriä ei ollut muistettu kytkeä päälle latauksen alkaessa. Polttoaineen mahdollinen vaurioituminen selvitetään ja latausseisokin ohjeistoa tarkennetaan. Tapahtumasta ei aiheutunut säteilyannoksia työntekijöille. Tapahtuman vakavuusluokka on 2.

IAEA INES 28.9.1994

Meksikon toinen ydinvoimalaitosyksikkö on valmistunut. Laguna Verde-2 BWR 675 MW General Electric-yksikkö saavutti kriittisyyden syyskuun lopulla ja kytketään verkkoon lokakuun kuluessa. Laitos sijaitsee 70 km pohjoiseen Veracruzista. Laitoksen 1-yksikkö valmistui vuonna 1990 ja on toiminut viime vuonna korkealla 83 % käyttöasteella. Meksikossa etsitään par-

haillaan paikkaa seuraaville ydinvoimalaitosyksiköille ja valinta suoritetaan 5-6 soveltuvasta alueesta.

Nucleonics week 20.10.1994

Norja haluaa vastuuvollisuus-sopimuksen Venäjän kanssa ennenkuin se toimittaa Kuolaan 40 miljoonan kruunun avustuspaketin. Pakettiin kuuluva hätädiieselgeneraattori on jo valmiina ja odottaa toimitusta, ilmoittaa maan säteilyturvaviranomaisen erikoistehtävienjohtaja Knut Gussgard.

Nucleonics week 3.11.1994

Ranskalais-eurooppalaista maailman suurinta hyötöreaktoria käynnistetään neljän vuoden korjausseisokin jälkeen. Superphenix 1200 MW hyötöreaktorin käyttöönotto aloitettiin 3 % teholla elokuussa 1994. Marraskuussa teho nostetaan 30 %:iin ja vuoden 1995 alussa täysille mikäli mahdollista. Korjausseisokissa tehtiin laitosmuutoksia, joilla pienennettiin natrium-palon todennäköisyyttä. Superphenix rakennettiin osoittamaan hyötöreaktorin käyttökelpoisuutta teollisuusmittakaavan sähköntuotannossa, plutoniumin polttamisessa ja pitkäikäisten ydinjätteiden hävityksessä.

NucNet 7.11.1994

Ruotsalaiset tutkijat eivät havainneet yhteyttä leukemian ja Tshernobylin laskeuman välillä. Lasten leukemiatapausten määrän ei ole todettu kasvaneen Tshernobyli 4-yksikön onnettomuuden jälkeen alueilla joita on seurattu 12 vuoden ajan, eli aloitettu jo ennen vuoden 1986 onnettomuutta. Pehmerelia per neliometri (10 000 bequerelia per neliometri) leukemiaa esiintyi itseasiassa enemmän onnettomuutta.

Nucleonics week 3.11.1994

Ruotsi on pahan kerran säikäyttänyt eurooppalaista ydinvoimateollisuutta tilaamalla ensimmäisen kerran kalliin reaktoriosan Japanista. Ringhals 4 PWR yksikön reaktoripaineastian kansi joudutaan vaihtamaan säröjen vuoksi ja uuden kannen valmistajaksi on valittu Mitsubishi Heavy Industries Ltd. Kannen hinta on noin 60 miljoonaa kruunua. Kannen muita tarjoajia olivat mm. laitoksen valmistaja Westinghouse ja päätöksen kuultuaan lähes shokkiin mennyt ranskalainen Framatome, joka syyttää japanilaisia dumpppauksesta. Myös Siemens oli kilvasa mukana. Kansi toimitetaan ja asennetaan vuonna 1996.

Nucleonics week 8.9.1994

Ruotsi selvittää tutkimusreaktorin käytön polttoaineen hävittämistä. Studsvik R-2 tutkimusreaktorilla on palautussopimus polttoaineen toimittajan eli USA:n kanssa. USA:ssa on alkanut kuitenkin esiintyä vastustusta käytetyn polttoaineen vastaanottoon. Etelä-Carolinan osavaltio vastustaa polttoaineen tuontia Savannah Riverin käsittelylaitokseen. Ruotsin ydin- ja säteilyturvaviranomaiset (SKI ja SSI) vaativat nyt Studsvikilta vaihtoehtoista polttoaineenkäsittelysuunnitelmaa.

Nucleonics week 22.9.1994

Ruotsin Forsmark 1 ja 2

ydinvoimalaitosyksiköiden turbiiniroottorit ja generaattoristaattorit uusitaan kolmen vuoden aikana alkaen 1995 vuosihuollosta. Rootoreista on löytynyt pieniä säröjä, jotka olisivat edellyttäneet korjausta ennen laitoksen alkuperäisen käyttöiän umpeutumista. Uudet osat mahdollistavat jopa 60 vuoden käyttöiän eli 2040-luvulle asti.

Nucleonics week 29.9.1994

Ruotsi aikoo erottaa itäprojektit ydinturvaviranomaisen (SKI) alaisuudesta, jotta välttyttäisiin konflikteilta, joita on syntynyt kannanottojen yhteydessä, kun vastapuoli tulkitsee ne SKI:n kannanotoiksi. Perustettavan erillisen Ruotsin Kansainväliset Ydinturvallisuusprojektit (SIPNS) organisaation johtoon nimetään Jan Nistad, joka on hoitanut SKI:ssa vastaavia tehtäviä. SIPNS:in vuosibudjetiksi tulee 60 miljoonaa kruunua.

Nucleonics week 6.10.1994

Ruotsin Ringhals 1 BWR ABB-Atom laitosisyksiköllä on vaikeuksia nuoremman käyttäjätalouden koulutuksessa. Laitosta kuvaavaa teknistä dokumentaatiota ei ole päivitetty säännöllisesti ja Ringhals 1:n suunnitteluun ja rakentamiseen osallistuneita henkilöitä ei laitoksella enää juuri työskentele. Ringhals 1 valmistui vuonna 1976. Ruotsin ydinturvaviranomainen (SKI) ei vaatinut aikaisemmin kovinkaan ponnekkaasti laitosisysteiden revidointia. Onneksi laitoksen toimittaja ABB Atom on vielä käytettävissä. Yhtiö onkin paikattu johtamaan turvallisuutta parantavien muutosten suunnittelua mm. ylipainesuojajärjestelmään sekä lopullisen turvallisuusselosteen ja turvallisuusanalyysin ajantasalle saattamista. Työ kestää kolme vuotta ja maksaa noin 100 miljoonaa kruunua.

Nucleonics week 27.10.1994

Ruotsin Forsmark 3-yksikön säätösauvat menivät vääriä tavalla reaktorisydämeen. Yksiköllä sattui häiriö 92 % teholla ja säätösauvat alkoivat tunkeutua reaktorisydämeen hitaalla ruuvikiertomenetelmällä nopean hydraulisen menetelmän sijaan. Lisäksi hydraulinen osapikasulku ei toiminut automaattisesti, vaan käyttäjät käynnistivät sen kahden minuutin kuluttua. Tämä viimehetken toimenpide esti todennäköiset polttoainevuorot, joita olisi tullut korkean paikallisen tehon tai suuren neutronivuotisuuden kasvun johdosta. Korjaavana toimenpiteenä pikasulkua ohjaava sähköistä järjestelmää parannetaan. Tapahtuman vakavuusluokka on 1.

IAEA INES 1.12.1994

Ruotsin Barsebäck 1-yksiköllä oli rasvausongelmia. Reaktorisydämen hätäjähdytyspumppujen laakerit eivät olisi saaneet voitelurasvaa, koska rasvapumppujen teho oli huonontunut. Vika huomattiin rasvapumppujen vuosikoestuksessa. Rasvan puuttuminen olisi putkikatko-tilanteessa mahdollisesti aiheuttanut veden tunkeutumisen hätäjähdytyspumppujen laakereihin ja mahdollisen laakerivaurion. Pääsyy vikaan oli puutteellinen huolto-ohjelma. Korjaavana toimenpiteenä rasvapumppujen koestustehtäviä kasvatettiin. Tapahtuman vakavuusluokka on 1.

IAEA INES 29.11.1994

“Ruotsi ei pysty rakentamaan ydinräjähdettä salaa”, vastaa maan ydinturvaviranomaisen (SKI) ydinmateriaalivalvontajohtaja Paul Ek Washington Post -lehdessä esitettyyn väitteeseen. Artikkelissa kerrotaan, että Ruotsin 20 vuotta sitten suljettu Ågestan tutkimusreaktori voidaan käynnistää muutamassa kuukaudessa ja sillä voidaan tuottaa lyhyessä ajassa aseplutoniumia. “Mikään ei ole mahdollista, jos hallitus haluaa ydinaseen. Sen valmistaminen tosin kestäisi 10 vuotta ja tarvittavaa plutoniumia ei tuotettaisi Tukholman keskellä sijaitsevassa Ågestan reaktorissa.” Reaktori puretaan vuoden 2000 jälkeen. IAEA:n Hans Meyer sanoo, että Ågestaa ei voida käynnistää, koska laitoksella ei ole polttoainetta ja Ruotsissa ei ole raskasta vettä. Ulkoministeriön Stefan Björk sanoo, että Ågestan käynnistäminen vaatisi SKI:n ja hallituksen hyväksynnän, mikä on poliittisesti mahdollista. Ruotsi lopetti virallisesti ydinaseen kehittämisen vuonna 1968. Puolustusministeri Tage Pettersson on käynnistänyt selvitykset Ruotsin 1950- ja 1960-lukujen ydinasetutkimuksista ja maassa yhä olevan herkän ydinmateriaalin valvonnasta. IAEA teki Ågestaan yllätystarkastuksen loka-kuussa 1994. Huomautettavaa ei löydetty.

Nucleonics week 1.12.1994

Ruotsin Oskarshamn 1-yksikön reaktorisydäntä ympäröivä hidastintankki aiotaan vaihtaa vuonna 1997. Kyseessä on jo toinen eurooppalainen ydinvoimalaitos, jonka hidastintankki vaihdetaan säröytymisongelman vuoksi. Viime aikoina vanhempien kiehutusvesireaktorioiden (BWR) paineastian sisäosien säröilyongelmat ja uusintatarpeet ovat nousseet maailmanlaajuisesti esiin. Ruotsalaisen reaktorin hidastintankki on kiinnitetty ruuveilla, mikä helpottaa vaihtoa.

Nucleonics week 1.12.1994

Ruotsalaisella ydinvoimalaitoksella havaittiin vakava varoventtiili-ongelma loka-kuun alussa. Ringhals 2 PWR-yksikön höyryntuotteen toisiopaine nousi pikasulussa noin 110 % raja-arvoon useiksi minuuteiksi. Höyryntuotteen laskentapaine ei ylittynyt, mutta varoventtiiliin oikea puhalluspaine kylläkin. Syynä tapahtuneeseen oli, että avautumispiste oli laskettu ja säädetty väärin. Varoventtiilin avautumispiste säädetään paineilmalla ja laskelmissa oli käytetty väärää höyrymuuntokerrointa, mistä johtui avautumispaineen nousu noin 10 prosentilla. Sama koski myös Ringhals 3 ja 4 yksikköjen varoventtiilejä. Korjaustoimenpiteenä säädettiin avautumispaineet oikeiksi. Tapahtuman INES-vakavuusluokka on 2.

SKI 14.12.1994

Saksassa vaihdetaan ensimmäisenä maailmassa reaktorisydäntä ympäröivä hidastintankki. Würgassen BWR 610 MW AEG-yksikkö valmistui vuonna 1971 ja otettiin kaupalliseen käyttöön vuonna 1975. Hidastintankin ala- ja yläosasta löydettiin pahoja säröjä. Yksikkö on seissyt elokuun vuosihuollosta lähtien ja sitä ei käynnistetä ennen hidastintankin vaihtoa. Vaihto maksaa noin 100 miljoonaa DM.

Nucleonics week 24.11.1994

Saksan Brunshütten BWR ydinvoimalaitosyksikkö on kesästä 1992 alkaen ollut korjausseisokissa. Muiden ongelmien lisäksi primääripiirin apuputkistosta löydettiin 33 säröä, joista eräät ovat suojarakennuksen ulkopuolella. Austeniittisestä teräksestä valmistetun putkiston hitseihin oli muodostunut jännityksiä, jotka aiheuttivat halkeamia. Korjauksessa aiotaan käyttää ensimmäisen kerran Euroopassa uutta ns. hienosaumahitsausta, joka on jo saanut saksalaisen viranomaisen hyväksynnän. Hienosaumahitsausta voidaan käyttää myös korvaamaan perinteistä kapeaurahitsausta. Säröjä ovat tutkineet Zürichin yliopisto Sveitsissä ja asiantuntijat Espoosta Suomesta. Käynnistyslupaa varten viranomainen vaatii särökorjauksen lisäksi selvitystä reaktorisydäntä ympäröivän hidastintankin kunnosta.

Nucleonics week 8.12.1994

Sveitsi on saanut venäläisiltä tarjouksen käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelystä Krasnojarskin vielä keskeneräisellä RT-2 laitoksella. Venäläiset laskuttaisivat uraanin käsittelystä ja loppusijoituksesta 900 - 1 200 USD kilolta. Myös Etelä-Korealle on tarjottu em. palvelua. RT-2 laitoksen valmistamiseen ei ole ohjattu varoja Venäjän budjetissa, joten omistajayhtiö pyrkii nyt hankkimaan ulkomaista rahoitusta.

Nucleonics week 15.9.1994

Sveitsiläinen Leibstadt BWR ydinvoimalaitosyksikkö sai 10-vuotislahjaksi kiitosta korkeatasoisesta turvallisuuskulttuurista IAEA:n OSART-tarkastusryhmältä. Käyttöturvallisuuden arviointiryhmän kolmi viikkoinen tarkastus valmistui joulukuun alussa. Huolissaan ryhmä oli lähinnä turvallisuustason säilymisestä jatkossa ja suosiitti itsekräittisyyttä turvallisuusarvioinneissa.

NucNet 15.12.1994

Unkari on löytänyt sopivan ydinjätteen loppusijoitusalueen. Unkarin teknologiankehityskomitean johtaja Erno Pungor ilmoittaa, että korkea-aktiiviselle ydinjätteelle, kuten käytetylle polttoaineelle, aiotaan rakentaa loppusijoitustila kilometrin syvyyteen Mecsekin vuoristoon etelä-Unkariin. Tila tarjoaisi viiden miljoonan vuoden suojan vuosikymmenten aikana syntyvälle jätteelle. Nykyisin Unkari kuljettaa Paksin ydinvoimalan käytetyn polttoaineen Venäjälle.

NucNet 16.9.1994

Unkarin Paksin ydinvoimalaitokselle on tilattu Imatran Voima Oy:lta keski- ja matala-aktiivisen jätteen käsittelylaitoksen tekniseen luvitukseseen ja tarjouspyyntöihin tarvittavan asiakirja-aineiston valmistus. Laitoksessa sovellettaisiin osaksi unkarilaisten kehittämää super-suodatustekniikkaa. Tilauksen arvo on 81 miljoonaa forinttia eli alle neljä miljoonaa markkaa. Laitetoimittajat olisivat Unkarista.

Nucleonics week 22.9.1994

USA:n Indian Point 2-yksikkö on tehnyt kevytvesireaktorioiden jatkuvan käytön maailmanennätyksen. Yksikkö oli 29.11. toiminnut jo 568 vrk ja ennätys paranee käytön jatkuessa. Seuraavaan vuosihuoltoon mennessä vuorokausia kertyisi 637. Edellinen ennätys 533 vrk oli USA:n Limerick 2-yksiköllä.

Nucleonics week 1.12.1994

USA:n ydinturvaviranomainen Nuclear Regulatory Commission (NRC) on lähettänyt 25.7.1994 kaikille maan BWR-laitoksille kirjeen, jossa edellyttää reaktorisydäntä ympäröivän hidastintankin tarkastamista säröytymisriskin vuoksi. NRC vaatii lisäksi turvallisuusanalyysin tekemistä 30 päivän sisällä laitoksen käyttöturvallisuuden varmistamiseksi em. tarkastukseen asti.

Nucleonics week 15.9.1994

Valko-Venäjä on ryhtynyt valmistelemaan ensimmäisen ydinvoimalaitoksensa hankintaa. Neuvotteluja on käyty mm. CANDU-reaktorista ja edistyksellisestä VVER 600-reaktorista. Yhteyksiä on ollut myös Siemensiin, Westinghouseen, EdF:een ja ABB-Atomiin. Projekti on tarkoitus käynnistää ennen 1990-luvun loppua. Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikkaa ei ole vielä valittu, mutta sen etäisyyden Minskiin tulisi olla yli 100 km. Valko-Venäjä on myös selvittänyt käytetyn polttoaineen loppusijoitusta ja ilmoittaa löytäneensä tarkoitukseen sopivan alueen.

Nucleonics week 13.10.1994

Venäjä ja USA sopivat presidenttien Jeltsin ja Clinton välisissä neuvotteluissa Washingtonissa pohjoisten alueiden ydinjäteongelman ratkaisusta ja ydinainevarkauksien estosta. Muurmanskin matala-aktiivisten neste-mäisten jätteiden käsittelylaitosta aiotaan laajentaa ja parantaa. Venäjä pidättäytyy vapaaehtoisesti upottamasta jäämereen jätteitään. Venäjälle rakennetaan varastot ydinaseista purettaville ydinaineille.

Nucleonics week 6.10.1994

Venäjäällä on valmistettu "sukelluskelloja" reaktoripaineastian sisäosien tutkintaan. Paineastian sisällä säteilytaso on niin suuri, että tähän saakka sisäosien työt on tehty kauko-ohjatuilla laitteilla. Uuden 175 tonnia painavan reaktorikellon paksut seinämät vaimentavat säteilyä ja työntekijät pääsevät laskeutumaan työkohteen lähelle. Kellossa on useita ikkunoita ja luokkuja erilaisia työvälaineitä varten. Se on varustettu ilmastoinnilla, valaistuksella, puhelimella, liikeohjauksella ja vesisuihkulla työkohteiden puhdistukseen. Kellosta pääsee putkea myöten ylös esim. lounaalle. Kelloihin sopii kaksi työntekijää ja niitä on käytetty mm. Venäjäällä, Armeniassa ja Bulgariassa VVER 440 reaktorien paineas-tiahehkutuksiin liittyvien materiaalinäyt-

teiden ottoon. Kelloa on lainattu myös Ranskaan Chooz-A-reaktorille materiaalinäytteiden ottoon. Valmistaja on VNIIEAS.

Nuclear Engineering, December 1994

Venäläiset insinöörit ovat ratkaisseet maailman ensi vuosisadan pääongelman, vesipulan, ydinkäyttöisellä kelluvalla meriveden suolanpoistolaitoksella. Välimeren alueen ja lähi-idän vesipula nousee 12 miljoonaan kuutiometriin päivässä vuoteen 2000 mennessä. Tämä vastaisi yli 60 miljoonan ihmisen kulutusta. Maailman nykyiset meriveden suolanpoistolaitokset tuottavat 13,3 m³ juomavettä päivässä ja vain yksi laitos on ydinkäyttöinen. Kazakstanin Shevshenko BN 350 hyötöreaktorin yhteydessä on 80 000 m³ vettä päivässä tuottava suolanpoistolaitos Kaspi-anmeren rannalla. Venäläinen ydinvesilaitos koostuisi kahdesta sarjatuotantoisesta KLT-40 laivareaktorista. Laitos olisi 160 -180 metriä pitkä ja 44 m leveä. Sitä voitaisiin siirtää omin potkurein. Laitoksessa olisi teknillisten osastojen lisäksi henkilökunnan asunnot ja vapaa-ajantilat. Laitos tuottaisi vettä 80 000 m³ päivässä eli suuren kaupungin kulutuksen verran. Laitosta voitaisiin käyttää myös sähköntuotantoon, jolloin sähköä saataisiin noin 30 MW teholla, kun vedentuotanto on täysillä. Juomaveden hinnaksi tulee 4 - 10 mk kuutiolta ja laitos toimitetaan tilaajan satamaan viidessä vuodessa tilauksesta.

Nuclear Engineering, December 1994

Virossa sijaitsevan venäläisten Paldiski 70 MW + 90 MW koulutusreaktorin purkamisen on aloitettu venäläisen voimin. Purkaminen kestää noin vuoden. Ruotsin säteilyturvaviranomaisen (SSI) ydinenergiaosaston johtaja Jan Olov Snihs on purkua valvovan kansainvälisen asiantuntijaryhmän puheenjohtaja. Ryhmään kuuluu jäseniä USA:sta, Saksasta, Ruotsista, Suomesta, Venäjältä ja Virossa, sekä IAEA:sta. Paldiski 1 -yksikön polttoainesauvat (200) poistetaan syyskuun puolivälissä ja 2-yksikön sauvat lokakuun lopussa. Polttoaine kuljetetaan Venäjälle vuoden loppuun mennessä toistaisesti tuntemattomalla tavalla.

Nucleonics week 1.9.1994

Viron Paldiskin koulutusreaktorien purkaminen etenee. Käytetty ydinpolttoaine on jo palautettu Venäjälle ja säiliöissä olevan radioaktiivisen nestemäisen jätteen käsittelijäksi on valittu IVO International, sanoo maan ulkoministeriön vanhempi virkailija Mark Sinisoo. Reaktorin paloitte-lua myös suunnitellaan.

Nucleonics week 3.11.1994

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

English abstracts

EDITORIAL

Snellman (page 1)

The importance of passing on nuclear skills was agreed widely among the nuclear specialists during the ENC'94 in Lyon. In fact, younger professionals are needed for ensuring nuclear's future safety. But what will this future be like? Is it a vision of a promising career dealing with advanced nuclear technology? Or is it a survival struggle for elder nuclear experts? In Finland we have to consider all these questions after the rejection of the fifth reactor on 24 September 1993 by the Finnish Parliament.

A VISIT TO THE LENINGRAD NPP

Tossavainen (page 2)

The short excursion of the Finnish Nuclear Society to Estonia and Leningrad NPP was made on 23–24 September 1994. The NPP is situated in Sosnovyj Bor, a town which was born together with the NPP. The short visit to the nuclear facilities of the countries Estonia and Russia was a part of the excursion program of the Finnish Nuclear Society.

TECHNICAL DATA FOR LENINGRAD NPP

Vuori, Rätty, Nordman (page 4)

During the excursion of the Finnish Nuclear Society team to Leningrad nuclear power plant (LAES) the status of the technical safety improvements was reported. The most important achievement is the mitigation of prompt criticality possibility by positive void coefficient. Presently a level of $(+0.5...+0.7\beta)$ for excess reactivity has been reached and the longer-term goal is to reach a value of zero. Concerning possible future plans for new nuclear plants at the site, the hosts presented a novel concept MKER-800, which represents a new generation of channel-type graphite moderated boiling water reactors with natural (inherent) safety features including clearly negative void coefficient.

ENC'94 LYON

Aurela (page 6)

ENC'94 report by ENS see Nuclear Europe Worldscan (NEW), November/December issue 1994. It can be ordered from the European Nuclear Society, Belpstrasse 23, P.O. Box 5032 CH - 3001 Berne. Tel. +41 31 3206111 and fax. +41 31 382 4466. NEW is sent to all ENS members.

ENC'94 POSTER SESSION 2: SAFETY OF OPERATING NUCLEAR POWER PLANTS from the point of view of the session chairman

Lundström (page 9)

The theme of ENC'94 was to have a dialogue with the industry's young generation on nuclear's future. This could be seen, among other things, in the selection of several young-generation session chairmen, co-chairmen and invited speakers. As a consequence of this policy, I was selected chairman of Poster Session 2. A variety of subjects were covered in the submitted papers. We had posters on accident management and phenomena, plant life-time management, instrumentation and control, safety of reactors of the Eastern parts of Europe, etc. We were happy to notice that the poster session turned out to be quite popular both among the contributors to the conference (we had a total of 60 posters), and also among the audience.

DO WE NEED NEW REACTOR TYPES?

Rastas (page 11)

The theme of one ENC'94 poster session was: Do we need new reactor types? This session included invited speakers, 40 poster papers and a panel discussion. New main designs of future reactors were presented: the innovative reactors with passive safety system and the evolutionary reactors with improved conventional design.

**POST-ENC'94
TECHNICAL TOUR TO
BUGEY TRAINING CENTER**

Niemi, Saarenpää (pages 12)

The annual study tour of the Society was made this year to ENC'94. Twelve FNS members took part in the four-day conference and exhibition. Right after the conference, a number of technical tours to various French nuclear-related facilities was made. These included one to Bugey Training Center, the biggest simulator center in France. The article gives a general overview of the simulator training facilities in France and particularly in Bugey.

**A VISIT TO NERSA
— a home of Super-Phenix**

Nevander (page 15)

The NPP of Super-Phenix situated at Creys-Malville of France owned by NERSA is a commercial-size prototype of the fast reactor technology. The plant with capacity of 1200 MW(e) is the biggest fast breeder of the world. The NPP has just started in August 1994 after 4 years outage with some modifications. The modifications aimed at preventing the possibility of a sodium-fire and renewing of the fuel handling system. The startup was delayed about 2 years due to the new licensing of the plant. According to the present operation licence the operation of the NPP should be done for the research program and the electricity generated to the grid is only a substitute. The future research program is aimed more at plutonium burning than plutonium producing.

**THIRD INTERNATIONAL SEMINAR
ON HORIZONTAL STEAM
GENERATORS
18–20 October 1994, Lappeenranta,
Finland**

Tuomisto (page 20)

An increasing need for realistic thermal hydraulic models of the horizontal steam generators was recognised a few years ago when performing safety analyses for VVER reactors. Two first seminars were arranged in March 1991 and September 1992 in Lappeenranta, Finland. The seminars concentrated on thermal hydraulic experiments and the analytical modelling of the flow behaviour. New experimental results, comparisons of existing experimental facilities and approaches to calculational modelling were presented. The scope of the third seminar included also structural aspects and it consisted of six sessions. The topics were thermal hydraulic experiments and analyses, primary collector integrity, management of primary-to-secondary leakage accidents, feedwater collector replacement and discussion of VVER-440 steam generator safety issues. As previously, the organisers were IVO International Ltd, Lappeenranta University of Technology (LTKK) and VTT Energy, but now in collaboration with the International Atomic Energy Agency (IAEA).

