

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA -

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



4/2000

vol. 29

Tässä numerossa: Saksan ekskursio

Pääkirjoitus	
Saksa ja ydinvoiman paradoksit.....	3
Resume: Germany and Nuclear Contradictions.....	4
ATS:n ulkomaan opintomatka Saksaan 8.-15.10.2000.....	5
Emslandin ydinvoimalaitos.....	8
ANF:n polttoainetehdas.....	10
Uraanin väkevöinti - atomitason prosessiteollisuutta.....	12
Vierailu Gundremmingenissä.....	14
Uusi tutkimusreaktori FRM-II.....	18
WISMUT-projekti - ekologinen haaste.....	20
ATS:n kotimaanekskursio.....	24
CERNAVODA -Mustan veden CANDU-teknologiaa Romaniassa....	25
Ydinenergia-alan tietämys kasvaa...	28
Poliittista pelleilyä ilmaston kustannuksella.....	29
KOLUMNI: Optioita.....	32
Onnistunut syysseminaari ennusti PAPPia.....	33



ATS

4/2000, vol. 29

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura –
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

ATS WWW

<http://www.ats-fns.fi>

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA
DI Jorma Aurela
Fortum Power and Heat Oy
PL 23, 07901 Loviisa
p. 010 455 3070
jorma.aurela@fortum.com

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

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Arto Isolankila
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8314
arto.isolankila@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Minna Rahkonen
Fancy Media Ky
Immersbackantie 85
01100 Östersundom
p. (0400) 508 088
fancymedia@saunalahti.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Milja Walsh
Energia-alan Keskusliitto ry.
PL 21, 00131 Helsinki
p. (09) 6861 6608
milja.walsh@finergy.fi

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

JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA
TKT Harri Tuomisto
PL 10
Rajatorpantie 8
00048 Fortum
p. 010 453 2464
harri.tuomisto@fortum.com

VARAPUHEENJOHTAJA
FT Rolf Rosenberg
VTT Kemiantekniikka
PL 1404, 02044 VTT
p. (09) 456 6342
rolf.rosenberg@vtt.fi

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

RAHASTONHOITAJA
TkL Juhani Vihavainen
Lappeenrannan TKK
PL 20, 53851 Lappeenranta
p. (05) 621 2781
juhani.vihavainen@lut.fi

DI Kari Kaukonen
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 2120
kari.kaukonen@tvo.fi

FK Elina Martikka
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8373
elina.martikka@stuk.fi

DI Martti Kätkä
Teollisuuden Voima Oy
Töölönkatu 4, 00100 HKI
p. (09) 6180 3130
martti.katka@tvo.fi

MUU TOIMINTA

YLEISSIHTEERI
Liisa Hinkula
VTT Energia
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5000
liisa.hinkula@vtt.fi

KANSAINVÄL. ASIOIDEN SIHT.
DI Olli Nevander
Fortum Engineering Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 2613
olli.nevander@fortum.com

EKSKURSIOSIHTEERI
Tekn.yo Kai Salminen
Fortum Engineering Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
kai.salminen@fortum.com

YOUNG GENERATION
Tekn.yo Jari Siitonen
Fortum Engineering
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 2459
jari.siitonen@fortum.com

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

VUODEN 2001 TEEMAT

- 1/2001
Ydinvoima ja internet
- 2/2001
Tutkimus
- 3/2001
Young Generations
teemanumero
- 4/2001
ATS:n ekskursio Espanjaan

ILMOITUSHINNAT

- 1/1 sivua 2.000 mk
- 1/2 sivua 1.400 mk
- 1/4 sivua 1.000 mk

TOIMITUKSEN OSOITE

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

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

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

ISSN-0356-0473

TkT Harri Tuomisto työskentelee Fortum Engineering Oy:ssä tutkimuspäällikkönä. Hän on Suomen Atomiteknillisen Seuran johtokunnan puheenjohtaja. Puh. 010 453 2464, e-mail: harri.tuomisto@fortum.com

Saksa ja ydinvoiman paradoksit



Ydinvoimayhtiöiden tilanne Saksassa alkoi käydä viime vuosikymmenen lopulle tultaessa sangen tukalaksi. Ydinvoiman vastaiset osavaltioiden hallitukset ja lopulta myös liittotasavallan hallitus etsivät keinoja ydinvoiman käytön rajoittamiseksi. Käytetyn polttoaineen kuljetusten kieltäminen ja välivarastojen rakentamislupien epääminen uhkasivat jo lopettaa eräiden voimaloiden käytön. Kuluvan vuoden kesällä joukko suuria voimayhtiöitä teki sopimuksen sosiaalidemokraattien ja vihreiden hallituskoalition kanssa ydinvoiman jatkokäyttämisen ehdoista.

ATS:n syksyn teemana on ollut Saksan tilanne. Elokuun lopussa veljessouramme KTG:n puheenjohtaja tri Wolf-Dieter Krebs vieraili kuukausikokouksessamme valottamassa tehdyn sopimuksen luonnetta. Juonena oli eri osapuolten intressien kohtaaminen. Voimayhtiöt tarvitsevat sopimuksen saadakseen takuut laitoksen käytölle ja ratkaisun käytetyn polttoaineen akuuttiin ongelmaan. Hallituksen sosiaalidemokraatit haluavat varmistua, ettei tilanne johda pitkään ja kiusallisiin korvausoikeudenkäynteihin. Sitä vastoin vihreillä on suuri tarve osoittaa, että he ovat saaneet ydinvoiman alasajon vauhtiin. Suomen tiedotusvälineet tuntuivat nappaavan hanakasti vain vihreiden näkökulman. Voimayhtiöt taas kokevat tilanteen päinvastaisena: sopimus takaa rauhan laitosten käytölle pitkälle tulevaisuuteen.

Syksyn ulkomaanekskursiomme suuntautui Saksaan. Opimme, että siellä polttoaineen rikastus ja valmistus jatkuu näillä näkymin liiketaloudellisena toimintana. Totesimme uusimman sukupolven paine- ja kiehtusvesireaktorien korkean käyttöteknisen tason. Uusi suurvoinen tutkimusreaktori FRM-II on saanut ympärilleen jyhkeän suojarakennuksen ja on pian valmis otettavaksi käyttöön Münchenin teknillisessä korkeakoulussa.

Saksin ja Böömin välissä on kaunis ja tiheään asutettu Erzgebirgen matala vuoristoalue. Paikallisen väestön ja vuosisataisen vuorielinkeinon murheeksi alueella esiintyy myös uraani-

suonia. Hyvin pian toisen maailmansodan jälkeen totalitaarinen miehitysvalta aloitti siellä ihmisiä ja luontoa armottomasti ruhjovan uraani-kaivostoiminnan. Pommitteollisuuden oli saatava raaka-aineensa. Kaivostointiminta jatkui aina Itä-Saksan viimeisiin päiviin asti. Nyt Saksa käyttää jälkien korjaamiseen lähes 7 miljardia euroa eli tuotetun uraanin nykyisen maailmanmarkkinahinnan kolminkertaisena. Samalla idealismilla, millä vielä seitsenkymmenluvulla ihailtiin tämän ympäristökatastrofin aikaansaanutta järjestelmää, mennään äärimmäisyyksiin nykyoloissa ympäristön kannalta puhtaana ydinvoiman vastustamisessa.

Sähkömarkkinoiden vapautuminen toi esiin Saksan aiemmasta tuotantorakenteesta johtuvan ylikapasiteetin. Uudessa kilpailutilanteessa ei niin suuren varavoiman ylläpito ole enää edullista: kapasiteetin alasajo on alkanut ja suunnitelmat on julkaistu 10 000 MW alasajosta. Tähän sisältynee myös pari ydinvoimalaitosta, joiden taloudellista käyttöikä on vaikea pitää yllä.

Paikallisista ympäristötuhojen korjaamisesta on jo kiire edetä globaalisten ympäristötuhojen estämiseen. Saksa ei ole onnistunut luomaan kestävä ohjelmaa hiilidioksidipäästöjen rajoittamiselle Kiotossa sopimiensa velvoitteiden mukaisesti. Ydinvoiman asemaa hiilidioksidipäästöjen rajoittamisessa ei haluta tunnustaa. Tuulivoiman lisärakentamista suositaan mittavilla subventioilla ilman, että laajemman tuulivoiman hyväksikäytön edellyttämää säätävää vesivoimaa on mahdollista rakentaa. Todellisten suunnitelmien ja tekojen asemasta piiloudutaan mahtipontisen idealismin taakse. Miksi tämä kuulostaakaan niin tutulta?



Germany and Nuclear Contradictions

The position of German utilities operating nuclear power plants became more and more inconvenient when approaching to the end of the century. The state governments opposing nuclear power and finally also the federal government started to look for means to restrict the use of nuclear power. Some of the plants would be obliged to discontinue operation because of blocking of the transportation of spent fuel and refusal to license intermediate storages. Last summer the four biggest utilities reached a tentative agreement with government coalition of social-democrats and greens.

During this autumn, the situation in Germany has been a theme of our society. The president of our German sister society KTG, Dr. Wolf-Dieter Krebs visited our monthly meeting in the end of August and explained the character of the agreement. The leading idea is that the interests of different parties meet here. The utilities need the agreement to ensure the continuation of operation and the solution to the acute problem with spent fuel storage and transportation. The social-democrats of the government want to make sure that there will be no long-lasting and embarrassing court trials for damages. The greens have a need to demonstrate that they have initiated the phase-out. The Finnish media has referred mainly to the green position. It is interesting to note that the utilities feel that the agreement ensures them a piece for operation far to future.

Germany was the destination of the annual study tour of our society in October. We had an opportunity to learn that fuel enrichment and fabrication continues to be a business. We found out the high operational level of the both the pressurized and boiling water reactors of the newest generation. New high flux neutron source FRM-II has been equipped with a strong containment and is soon ready for commissioning in the Technical University of Munich.

There is a beautiful mountain district of Erzgebirge located between Saxony and Bohemia. For the misfortune of the local people, there are uranium ore deposits in the area. Immediately after the second world war, the totalitarian occupying forces started uranium mining that was merciless both for people and environment. The arms race needed raw material. The mining continued until the last days of East Germany. The cleaning of

the area is now going on and the total projected cost is 7 billion euros. This is three times the world market value of the produced uranium from the area. The collective idealism in Finland of the seventies admired the system that built and maintained this environmental disaster. Now, the same idealism is harnessed to oppose nuclear power that is environmentally free of greenhouse gases.

The structural changes due to the deregulation of the electricity market brought out the issue of the reserve capacity in Germany. It is not economical to maintain large reserve capacity in the new competitive environment. Therefore, German utilities announced recently the plans to reduce the power generating capacity with 10.000 MW. This figure may include also one or two nuclear power plants, the economic life of which is not easily maintained.

It is already time to move on from cleaning of the environment damages to preventing the global catastrophe. The German government has not been successful in defining sustainable programme to fulfil the Kyoto commitments and limit CO₂ releases. There is no recognition of the contribution of nuclear power in reducing the releases. Wind power is supported by large subventions, but there is no possibility to build hydro power for the regulation needs of wind power. An empty idealism takes place of concrete plans and deeds. Haven't we seen this before?

ATS:n ulkomaan opintomatka Saksaan 8.-15.10.2000



Seitsemän vuoden tauon jälkeen Suomen Atomiteknillinen Seura suuntasi ulkomaan opintomatalle Saksaan. Matkan ajoitus oli sangen onnistunut, sillä Saksan hallituksen ja ydinvoimateollisuuden välillä tehty sopimus ja Suomessa edistynyt päätöksentekoprosessi viidennestä ydinvoimalasta tarjosivat hyviä aiheita keskusteluille. Kahdeksan päivää kestäneen matkan aikana tutustuttiin kuuteen ammatilliseen kohteeseen ja vierailtiin Hannoverin maailmannäyttelyssä. Kaiken kaikkiaan onnistuneella matkalla osallistujat saivat hyvän kuvan Saksan ydinvoimateollisuuden ja tutkimuksen tilasta.

Saksassa on 19 energiantuotantoon käytettävää ydinreaktoria, jotka tuottavat vuodessa noin 160 TWh sähköä. Tämä on kolmasosa maan sähkönkulutuksesta. Ranskan ja Englannin ohella Saksa on aina kulkenut ydinvoiman tutkimuksen ja rauhanomaisen hyödyntämisen eturintamassa Euroopassa ja maahan on vuosien aikana kehittynyt valtavasti alan osaamista. Saksa on siis mitä oivallisin kohde ATS:n opintomatalle. Opintomatkaa suunniteltaessa oli tasokkaista vierailukohteista lähinnä runsaudenpulaa.

Ydinvoimapoliittinen tilanne Saksassa on tällä hetkellä ristiriitainen. Yleinen mielipide on voimakkaasti ydinvoimaloiden käytön jatkamisen puolesta, mutta Saksaa vuodesta 1998 hallinnut Sosiaalidemokraattisen puolueen ja Vihreiden koalitiiohallitus suhtautuu ydinvoimaan kielteisesti. Pitkien neuvotteluiden jälkeen kesäkuussa 2000 hallitus ja ydinvoimateollisuus pääsivät sopimukseen ydinvoimaloiden käyttöään rajoittamisesta keskimäärin 32 vuoteen. Sopimuksessa Saksan valtio takaa voimayhtiöille poliittisen rauhan käyttäen voimaloita ja lupaa huolehtia ydinjätteistä asianmukaisesti. Sopimusta on pidetty voittona sekä ydinvoiman kannattajien että vastustajien leirisä, mikä tuntuu hieman kummalliselta. Ti-

lanne on kuitenkin hyvin labiili, kuten Kerntechnische Gesellschaftin puheenjohtaja tohtori *Wolf-Dieter Krebs* ATS Ydintekniikan numerossa 3/2000 julkaistussa artikkelissaan antaa ymmärtää.

Matkajärjestelyt

ATS:n matkan ohjelma tarjosi monipuolisen katsauksen Saksaan niin ammatillisesti kuin maantieteellisestikin. Polttoainekierron alkupäähän liittyviä kohteita oli kolme: Advanced Nuclear Fuelsin polttoainetehdas Lingenissä, Urencon rikastuslaitos Gronausa ja Wismutin uraanikaivokset Erzgebirgen kukkuloilla lähellä Tsekin rajaa. Voimalaitoskäynnit tehtiin RWE Powerin painevesilaitoksella Emslandissa ja kiehutusvesilaitoksella Gundremmingenissä. Tutkimuspuolta matkalla edusti Münchenin teknillisen korkeakoulun rakenteilla oleva korkean termisen neutronivuon tuottava tutkimusreaktori Garchingissa. Vierailuista on kerrottu tarkemmin tämän numeron muissa artikkeleissa.

Alkupäivien tasaisen Pohjois-Saksan jälkeen Reinin laaksoa seurailut junamatka Ruhrin alueelta Baijerin pääkaupunkiin Müncheniin tarjosi monille varmaankin jo entuudestaan tuttuja, mutta aina yhtä vaikut-



Osallistujat

- Hanses Magnus
Asea Brown Boveri (eläk.)
- Hautojärvi Jukka
Fortum Engineering
- Heikkilä Altti
Teollisuuden Voima
- Hyvönen Paavo (8.-10.10.)
Teollisuuden Voima
- Kohopää Jyrki
Fortum Power and Heat
- Paasikivi Olli
Teollisuuden Voima
- Paltemaa Risto
Säteilyturvakeskus
- Rosenberg Rolf
VTT Kemiantekniikka
- Ruska Vesa
Säteilyturvakeskus
- Salminen Kai
Fortum Engineering
- Toppila Jaakko
Siemens
- Tuomainen Minna
VTT Energia
- Tuomisto Harri
Fortum Engineering
- Vapaavuori Olavi
Teollisuuden Voima (eläk.)

Ryhmäkuva Emslandin voimalaitoksen edustalla.

tavia maisemia. Viinitarhat, toinen toistaan kauniimmat linnat ja Reinissä hiljaa lipuvat proomut henkivät joen vuosisataista merkitystä sen lävistämille kreivikunnille. Reinin laakson kauneudelle löytyi myöhemmin vastine myös itäisestä Saksasta. Erzgebirgen, malmivuoriston, seitsemäsataametristen pyöreiksi kuluneiden vuorten vihannat lehtimetsät olivat valitettavasti vahva kontrasti piittamattoman kaivostoiminnan luontoon aiheuttamille haavoille. "Saksan ympäristö" päätettiin olla Berliini, jossa matkalaisilla oli 1,5 päivää aikaa tutustua entiseen jaettuun kaupunkiin.

Matkan järjestäminen oli varsin suoraviivaista. Kun kohdamaa oli päätetty jo vuotta aikaisemmin, laadittiin lista mahdollisista vierailukohteista. Näistä sitten valittiin lopullisiksi ehdokkaiksi sellaiset, jotka mahdollistivat luonnollisen ja mahdollisimman tasapainoisen matkareitin tekemisen. Tässä prosessissa putosi pois kohteista mm. Barsebäckin voimala Malmön lähellä, koska vierailu siellä olisi venyttänyt matkan aikataulua kohtuuttomasti.

Yhteydenotot vierailukohteisiin tapahtuivat pääosin valmiiden kontaktien kautta. Jo olemassa olevat yhteydet, joita seuran jäse-

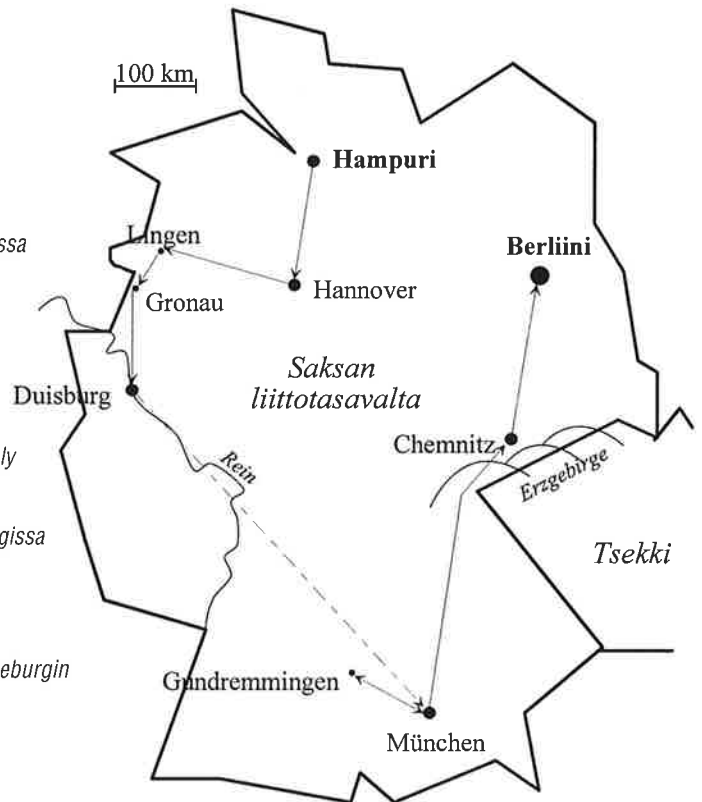
nistöllä on lähes kaikkialle, varmistivat matkalaisten erityistarpeiden huomioinnin. Tosin Saksan veljesseuramme *Kerntechnische Gesellschaftin* kanssa emme onnistuneet järjestämään vapaamuotoista tapaamista. Näin jälkeensä ajatellen ohjelma oli riittävän tiivis muutenkin.

Kokemuksia ja vaikutelmia

Koko ATS:n delegaatio selvisi matkasta, hämmästyttävää kyllä, ilman suurempia kummelluksia. Saksalaisen järjestelmän tiukkuuteen oli varauduttu toimittamalla pyydyt tiedot hyvissä ajoin isännille, joten ongelmia laitoskäynneillä ei ollut edes odotettavissa. Vaikka etukäteen huolella suunniteltu aikataulu tuntuikin venyvän joka vierailukohteessa suuren mielenkiinnon herättämien kysymysten ansiosta, saatiin kaikki vierailut vietyä läpi onnistuneesti. Seuran puheenjohtaja *Harri Tuomisto* luovutti ATS:n viirin kiitoksena kohteisiin, joissa ei ennen oltu vierailtu. Muissa paikoissa isäntien oli tyytyminen osallistujia lähettäneiden organisaatioiden antamiin liikelahjoihin, joista erityisiä tunteita herättivät Teollisuuden Voiman lahjakirjat.

Ohjelma

- su 8.10. Lento Helsinki – Hampuri
Linja-auto Hampuri – Hannover
Tutustuminen Expo 2000 –maailmannäyttelyyn
Linja-auto Hannover – Lingen
- ma 9.10. Vierailu Emslandin voimalaitoksessa
Vierailu Advanced Nuclear Fuelsin polttoainetehtaassa
Linja-auto Lingen – Gronau
- ti 10.10. Vierailu Urencon rikastuslaitoksessa
Linja-auto Gronau – Duisburg
Juna Duisburg – München
- ke 11.10. Vierailu Gundremmingenin voimalaitoksessa
Siemensin SWR 1000 –voimalaitoskonseptin esittely
Kiertoajelu Münchenissä
- to 12.10. Vierailu TU-Münchenin tutkimusreaktorilla Garchingissa
Linja-auto Garching – Chemnitz
Wismut GmbH:n esitelmä entisen Itä-Saksan uraanikaivosten saneeramisesta
- pe 13.10. Tutustumiskäynnit Schleman, Helmsdorfin ja Ronneburgin kaivosalueilla
Linja-auto Chemnitz – Berliini
- la 14.10. Kiertoajelu Berliinissä
- su 15.10. Lennot Berliini – Hampuri ja Hampuri – Helsinki



Saksalaiset antoivat varsin positiivisen kuvan maansa ydinvoimateollisuuden tilasta. Uskoa tulevaisuuteen näyttäisi löytyvän kaikilta varsinkin nyt, kun vuosia Saksassa velloneessa keskustelussa laitosten alasajosta on vihdoinkin löydetty konsensus. Erityisen vaikuttavaa oli nähdä se työmäärä, joka entisessä Itä-Saksassa kohdistetaan kylmän sodan aikaisen kilpavarustelun aiheuttamien tuhojen korjaamiseen vanhojen uraanikaivosten läheisyydessä. Oikeastaan ainoa todellinen kysymysmerkki saksalaisessa ydinvoimateollisuudessa onkin tällä hetkellä käytetyn polttoaineen loppusijoitus, josta on vastuussa liittohallitus. Loppusijoituspaikan valinta kaatuu Saksassa järjestäin osavaltioiden vastustukseen, vaikka liittovaltion hyväksyntä paikalle saataisiinkin. Myös tämä asia osataan onneksi hoitaa Suomessa muita järkevämmiin.



Kiitokset

Haluan lopuksi kiittää kaikkia matkalle osallistuneita mukavasta matkaseurasta ja matkatoimisto Areal ryhmämatkojen *Kerttu Suomalaista* suuresta kärsivällisyydestä alati muuttuvien toiveiden kanssa. Erityiskiitoksen ansaitsee *Jaakko Toppila* Siemensiltä yhteistyöstä ja myötävaikuttamisesta asioiden hoitumiseksi Saksan päässä. ■

*PS. Tervetuloa ensi syksynä
ATS:n opintomatalle Espanjaan!*

Tekn yo Kai Salminen,
diplomityöntekijä,
Fortum Engineering Oy,
puh. 010 453 3093,
kai.salminen@fortum.com





Jaakko Toppila

Emslandin ydinvoimalaitos



Lingenin omistaja oli ennen VEW-Energia, nykyisin RWE Power. Se huolehtii 5,5 miljoonan saksalaisen sähköhuollosta Ems-, Lippe- ja Ruhr-jokien alueella. Alueen eteläreunalla Dortmundin ja Bochumin kaupungit ovat kunnan Ruhrgebiettä, Hamm ja Münster sen pohjoisreunaa. Lännessä on Hollanti, jonka 380 kV verkkoon ollaan yhteydessä Hengelon kohdalta. Alueella on runsaasti teollisuutta, vaikka hiili- ja terästeollisuus onkin ajettu alas ja ilma saatu puhtaaksi. Lingen ja Emsland sijaitsevat alueen pohjoisosassa. Lingen liittyy asiaan siten, että sinne rakennettiin 60-luvulla n. 250 MW:n tehoinen kiehutusvesilaitos, jonka höyry tulistettiin maakaasulla lähinnä alueen prosessiteollisuuden tarpeisiin sekä hyötysuhteen parantamiseksi.

Emslandin laitos sijaitsee samalla alueella ja se on saanut nimensä toisen naapurikaupungin mukaan lähinnä siksi, että Lingenin nimi sai huonon maineen Lingenin ydinvoimalaitoksen huonojen käyttötulosten takia, olihan siellä mm. primääripiirin vuoto joskus 70-luvulla.

Lingenin laitosten huonot käyttökokeemukset johtivat osaltaan AEG:n ja Siemensin perustamaan yhteisen energiayhtiön KWU:n ja myöhemmin AEG:n luopumiseen siitä.

Kokemukset olivat myös osasyynä siihen, että saksalaiset voimayhtiöt myöhemmin useimmiten päätyivät PWR-reaktoriin, Obrigheim ja Stade kävivät hyvin. Lingen ajettiin alas 1982 ja sen henkilökunta siirtyi kokonaisuudessaan 1988 valmistuneen Emslandin palvelukseen. Alasajettu Lingenin laitos alkaa olla dekontaminoitu, romutettu ja pakattu säilytyslaatikoihin, reaktori on kuitenkin vielä paikallaan.

Lingenin ydinvoimalaitoksen tulistetun höyryn toimitukset hoidetaan tällä hetkellä kahdesta 420 MWe:n tehoisesta kaasukombiblokista. Ne kattavat myös suurelta osin RWE:n vara- ja huippuvoiman tarpeen.

Ems-joen virtaama on ajoittain liian pieni kattamaan häiriöttömän käynnin ja turvallisuuden asettamat vaatimukset. Tästä syystä Emslandin tarpeita varten on rakennettu Geestan tekoallas.

Konvoi-tyyppinen laitos

Emslandin laitos kuuluu Siemensin Konvoi-sarjaan, se on toinen rakennettu laitos. Siis sarjalaitoksena ovat Neckarwestheim II (-88) ja Isar II (-89). Sarjan piti jatkua vielä ainakin neljällä laitoksella, mutta poliittisen ilmapiirin käydessä ydinvoiman vastaiseksi voimayhtiöt päättivät lopettaa ydinvoiman rakentamisen, kun ei enää ollut varmaa, saadaanko ne käynnistää, vaikka rakennusluvat olisivatkin kunnossa. Mülheim-Kärlichin kohtalo vähän pelotti.

Wiedervereinigungin jälkeen uusien Konvoi-laitosten rakentaminen korvaamaan entisen Itä-Saksan VVER-laitokset oli vielä esillä, mutta poliittinen päätös oli korvata ne kahdella 1600 MWe ruskohiililaitoksella. Näiden hinta oli kaiken ympäristötekniikan kanssa sama kuin Konvoilla. 90-luvun alussa Konvoita tarjottiin Suomeen, lopussa Turkkiin. Konvoin idea, tehdä identtisiä laitoksia samoilla kuvilla, toteutui em. kolmen laitoksen osalta hyvin, Isarissa vain on kolme matalapaine-turbiinia, muissa kaksi. Kolmas MP-turbiini toi Isar II:lle n. 60 MW lisätehoa.

Myöhemmin, viimeksi viime vuonna Emslandissa, on Konvoi- ja muidenkin laitosten matalapaineturbiinien siivet vaihdettu uusiin 3D siippiin, joissa on optimoitu reaktioaste. Nämä muutokset toivat Neckarwestheimiin ja Emslandiin 30-40 MW Isariin lähes 60 MW lisätehoa.

MP-turbiinien muutos on suoritettu myös muilla saksalaisilla ydinvoimalaitoksilla ja saksalaiset kutsuvat sitä tehonnostoksi, kun eivät paremmasta tiedä. Reaktoritehoihin ei ole koskettu.

Reaktorien lämpötehojen nostoon ei ole ryhdytty lupaprosessin mahdollisten poliittisten vaikeuksien takia.

Käyttö

Laitoksen oma henkilökunta on n. 450, revisioissa tarvittavan lisätyövoiman määrä on vakiintunut 1000:ksi.

Laitosta ajetaan 5-vuororajustelmän mukaisesti. Tämä on mahdollista, kun koulutus ja lomat hoidetaan vuoron sisällä. Kokoonpano on suunnilleen seuraava:

- 1 vuoropäällikkö
- 1 varavuoropäällikkö
- 3 ohjaajaa
- 3 laitosiestä (käyttö)
- 1 vesimies (jäähdytystorni)
- 3 sähkö/automaatiomiestä
- 3 vartijaa.

Käytännössä vuorossa on 13-15 miestä kerrallaan koulutus- ja lomatilanteesta johtuen. Minimimiehitys valvomossa on kolme miestä. Käyttötulokset ovat asettuneet varsin suomalaiselle, n. 92 % tasolle. Viimeisin tahaton pikasulku on ollut yli 5 vuotta sitten.

Saksalaisilla laitoksilla on viime vuosina pyritty lyhentämään revisiota, kun enää ei tarvitse polttaa omaa hiiltä. Aikaisemmin seisokin pituudella ei ollut merkitystä, kun sinä aikana täytettiin velvoitteita tehdä hiilisähköä. Emsland on päätenyt lyhyimmillään noin kolmeen viikkoon, mikä on varsin "loviisalainen" lukema. Loviisalainen se on senkin takia, että Loviisan revisiosuunnitelijat kävivät Neckarwestheimissa 90-luvun alun Perusvoima-projektin aikana selvittämässä Konvoi-tyyppisen laitoksen seisokkipituutta Suomen oloissa ja saksalaiset ottivat opikseen. He ovat pitäneet keskenään työryhmiä ja kehitelleet asioita. Loviisalaiset päätyivät muistaakseni 19 päivään.

Vieraita laitoksella käy nykyään noin 12 000 vuodessa. Kulkujärjestelyillä huo-

lehditaan, ettei kukaan pääse väittämään tuoneensa mitään säteilevää laitokselta säteilyvalvonnan läpi ulos, omat vaatteet jäävät kalsareita ja sukkaa myöten puhtaalle puolelle. Turvajärjestelyt ovat sellaiset, että mielenosoittajia vastaan ei tarvitse käyttää muuta väkivaltaa kuin poistaa muuria vasten pystytetyt tikkaat. Läpi ei pääse televisiossa näkymättömillä työkaluilla. Saksalaisen yleisö ei kokemuksen mukaan (Brockdorf) hyväksy mielenosoittajien pakkokohdetelua, jos ei syy näy samassa kuvassa. Tikkaat ja puskutraktorit kyllä näkyvät, pihdit ja muut käsityökalut eivät näy.

Tulevaisuus

Jonkinlaisen uhan Emslandin tulevalle käytölle muodostaa polttoainealaiden käyttäminen. Hallituksen kanssa tehty konsensussopimus edellyttää hallituksen takaavan käytetyn polttoaineen kuljetukset Gorlebeniin varastoitavaksi ja käsiteltäväksi, mutta luottamus hallituksen kykyyn pitää mielenosoittajat kurissa ei tuntunut kovin suurelta käyttöhenkilökunnan keskuudessa. Ei se hallitus muutenkaan tuntunut luottamusta nauttivan, uusia vaaleja ja hallituksia odotettiin jo kovasti. Omaakin välivarastoa suunnitellaan, se varmasti valmistuukin, mutta ajoissa ehtiminen ei ole varmaa.

Emsland on tuottanut sähköä n. 137 TWh. Konsensussopimuksen mukainen 30 vuoden tuotanto olisi n. 340 TWh mikä alkaa täytyä n. 2020. Teknillisesti laitos voisi pyöriä n. vuoteen 2050 asti. Investointi on maksettu vuoden 2010 paikkeilla, minkä jälkeen Emsland jauhaa omistajilleen ja kansantaloudelle pelkkää voittoa ainakin miljardin (FIM) vuodessa. Samanlaisia sampoja Saksassa on lähes 20 kpl. Näinköhän sitten käy, että Saksan säästäväinen kansa heittäisi 20 miljardia vuodessa menemään. Ei se tunnu uskottavalta.

Tekniset tiedot

Konvoi on suomalaisille alan ihmisille tuttu 90-luvun alusta, koska Siemens tarjosi sitä yhtenä vaihtoehtona Suomen viidenneksi ydinvoimalaitokseksi.

Emslandin (ja Konvoin) kaikkein tärkeimmät tekniset tiedot ovat seuraavat:

Reaktori

Reaktorin lämpöteho	3850 MW
Sähköteho, netto	1330 MWe (tehonnoston jälkeen)
Sydämen aktiivinen pituus	3900
Polttoaine-elementtien lukumäärä	193 kpl
Sauvojen lukumäärä/elementti	300 kpl
Sauvojen läpimitta	10,75 mm
Keskimääräinen lämpöteho	55,7 W/cm ²
Primäärivirtaus	19732 kg/s
Ulostulovirtaama/lämpötila	157 bar/324,9°C
Reaktorin mitat	5 m - 250 mm - 12,3 m - 550 tonnia
Primääripiirien lukumäärä	4
Turvajärjestelmät	2/4
Höyry/Syve	62,8 bar/279,6 % / 222,2°C
Höyrystimet	5400 m ² / 440 t
Pääkiertopumput	7,3 MW / 1500 r/min
Suojarakennus pallo	Ø56 m/30 mm/60 mm

Höyryprosessi

Turbiini	1500 r/min, 1 kpl KP, 2 MP (kaksijuoksuisia)
Höyry	62 bar 279°C 2 2,1 t/s
Generaattori	1500 r/s, 27 kV, vesijäähdytys
Jäähdytystorni	d= 138 m/ h = 152 m
Muuntajat	2 kpl 50 MVA, 27/420 kW

DI Jaakko Toppila
toimii Suomen Siemensissä
osastopäällikkönä.
jaakko.toppila@siemens.fi

ANF:n polttoainetehdas

ANF (Advanced Nuclear Fuels GmbH) on Siemens AG:n kokonaan omistama tytäryhtiö. ANF:n polttoainetehdas sijaitsee Saksan luoteisosassa, Lingenissä, aivan Hollannin rajan tuntumassa. ANF:n polttoainetehtaasta on aikaisemmin julkaistu artikkeli ATS ydintekniikka-lehden numerossa 4/93.

ANF:n taustalla on alun perin Exxon Nuclear niminen yhtiö, joka oli aloittanut toimintansa vuonna 1979. Siemens AG osti yhtiön vuonna 1987, jolloin myös yhtiön nimi muutettiin nykyiseksi. Vuonna 1995 Duisburgissa oleva suoja-kuori (Zircaloy tube) tehdas ja Karlsteinissa oleva komponenttien valmistustehdas tulivat osaksi yhtiötä.

Nykyisin ANF:llä on palveluksessaan noin 700 henkilöä ja se on valmistanut polttoaineenippuja yli 50:een ydinvoimalaan eri puolille Eurooppaa.

Toiminnan volyymistä

Lingenin tehdas on valmistanut toimintansa aikana yli 10 000 polttoaineenippua. Energiamäärässä tämä vastaa yli 400 miljoonaa tonnia hiiltä. Mikäli tällainen määrä hiiltä olisi tavarajunassa, sen pituus olisi

100 000 kilometriä eli kaksi ja puoliker-taa maapallon ympäri. Hiilidioksidipäästöjä ajatellen ydinvoimalla tuotettu sähkö on hii-

lisähköön verrattuna merkinnyt melkoisia säästöjä tämänkin esimerkin valossa.

Laatu on kaiken A ja O

ANF soveltaa koko toimintaansa Siemens AG:n laatu politiikkaan. Keskeisiä näkökohtia laatu politiikassa ovat:

- laatu on kaikkien vastuulla ja koko henkilökunnan pitää noudattaa politiikkaa, niin, että tuotteet ja palvelut vastaavat asiakkaiden odotuksia.

- laatu edellyttää, että jokainen henkilö sitoutuu parantamaan jatkuvasti toimintatapoja.

- laatu on kaikenkattava. Koko henkilöstön edellytetään keskittävän luovuutensa ja ponnistelunsa yhtiön menestyksen hyväksi.

Laatupolitiikka perustuu paljolti henkilöstön panokseen. Toisaalta ANF kannustaa henkilöstöä monin tavoin esim. joustavilla työajoilla, kilpailukykyisillä eduilla ja erilaisilla harrastusmahdollisuuksilla.

Ympäristöohjelma on tärkeä osa toimintaa

Korkean laadun ohella ympäristöasioiden merkitys on suuri. ANF noudattaa toimintansa Siemens AG:n ympäristöohjelmaa. Ympäristöohjelman keskeisiä kohtia ovat:

- ympäristöön kohdistuvia rasitteita pyritään jatkuvasti pienentämään
- ympäristön vahingoittamista pitää välttää
- tuote- ja tuotannosuunnittelussa huomioidaan ympäristövaikutukset
- ympäristöpolitiikan toteutumista seurataan ja kehitetään jatkuvasti
- henkilöstön edellytetään toimivan ympäristöpolitiikan mukaisesti
- yhteistyökumppaneilta edellytetään samantyylistä ympäristöohjelmaa
- ympäristöasioista tiedotetaan jatkuvasti

Siemensillä on ollut vuodesta 1996 alkaen ISO 14001 ympäristösertifikaatti ja ANF:llä vastaavasti vuodesta 1999 alkaen. Kuten edelläolevasta voi päätellä ANF:n ympäristöpolitiikka on lähellä suomalaisten yritysten vastaavia ohjelmia.



ATS:n ekskursiolaisten "pakollinen tupakkitauko" ennen matkan jatkumista.



Nippujen valmistukseen käytettävä kone ANF:n polttoainetehtaalla. Kuvassa ekskursiolaisten keskellä tehtaan johtaja Ewald Ossenforth.



Valmistusprosessin muutokset

Edellisen artikkelin (4/93) kirjoittamisen aikana valmistus aloitettiin UO2-jauheesta, eli ANF osti tuolloin ulkoa UF6 konvertoinnin UO2:ksi. Vuonna 1993 ANF:n tehtaalla lähes valmiina ollut konversiolaitos otettiin pian sen jälkeen käyttöön. Konversiossa ANF käyttää Siemens AG:n amerikkalaisen tytäryhtiön, Siemens Power Corporationin kehittämää menetelmää.

Tehdaskäynti

Tehdaskäynnillä tutustuttiin varasto-alueisiin, polttoainesauvojen valmistukseen ja polttoainenäppujen kokoamiseen. Toiminnot ovat pitkälti automatisoituja ja henkilöstö vaikutti "sitoutuneelta". Laadun tärkeys näkyi kaikkialla toiminnassa ja tiloissa. Myöskin ympäristöohjelman tärkeys on huomioitu kaikkialla.

Toimialajärjestelyjä tulossa

Siemens AG on perustanut Siemens Nuclear Power GmbH yhtiön, jonka toiminta

alkoi 01.07.2000. Uudelle yhtiölle on siirretty kaikki Siemensin ydinvoimadivisioonan toiminnot.

Toisessa vaiheessa siirretään yhteiseen yhtiöön kaikki Framatomen ja Siemensin ydinvoimaan liittyvät liiketoiminnot. Uuden yhtiön nimeksi tulee Framatome Advanced Nuclear Power GmbH, joka tulee olemaan ranskalaisen holding-yhtiön tytäryhtiö. Uuden yhtiön muodostuminen ei vaikuta mitenkään vanhojen sopimusten hoitamiseen.

Rahoituspäällikkö Paavo Hyvönen,
Teollisuuden Voima Oy,
puh. 03 - 6180 6300
paavo.hyvonen@tvo.fi





Jukka Hautojärvi & Jyrki Kohopää

Uraanin väkevöinti – atomitason prosessiteollisuutta

Uraanin väkevöintiä on harjoitettu jo yli 50 vuoden ajan. Atomiteknillisellä seuralla oli kunnia tutustua Urenco Ltd:n vieraana Gronaussa sijaitsevaan uudenaikaiseen uraanin väkevöintilaitokseen.



Harri Tuomisto luovuttaa ATS:n viirin Urencon edustajille. Kuvassa oikealta: Rainer Pannier ja Dr. Joachim Ohnemus Urencolta sekä Harri Tuomisto ja Kai Salminen ATS:n edustajina.

Saksassa, lähellä Hollannin rajaa sijaitsee Gronaun pieni kylä. Väsyneinä päivän koitoksista saavuimme pimeään pikkukaupunkiin. Tapansa mukaan bussikuski oli eksyksissä ja excursiolaiset väsyneitä. Pikaisen check-innin ja huoneissa piipahtamisen jälkeen kokoontuimme hotellin ravintolassa, jossa isäntämme, Urenco Ltd:n edustaja Rainer Pannier, oli valmiina odottamassa. Juhlallisen illallisen kohokohtina mainittakoon "Klare Tomatenssenz mit Eierstich ja Scheiben vom Rinderfilet im Balsamico und Rotwein mariniert auf Sangiovese-Rosinensauce."

Vaikka loppuillasta tutustuimme perinpohjaisesti paikallisiin maltaiden väkevöinnin lopputuotteisiin, niin siitä huolimatta pääsimme seuraavana aamuna hyvissä ajoin liikkeelle ja tutustumaan uraanin väkevöintilaitokseen.

Urencon uraanin väkevöintilaitos Gronaussa kuuluu osana Urenco Deutschland GmbH:n, joka edelleen kuuluu eurooppalaiseen yhteenliittymään Urenco Ltd:hen. Urenco syntyi 70-luvulla, kun BNFL (UK), Ultra-Centrifuge Nederland N.V. ja saksalainen Uranit GmbH yhdistivät uraanin väkevöintitoimintonsa.

Erilaisia menetelmiä uraanin väkevöimiseksi

Uraani sisältää luonnotilassa ainoastaan 0,7% fissiokelpoista isotooppia U-235. Loput luonnotilaisesta uraanista on fissiokelvotonta isotooppia U-238. Kevytvesireaktoreihin U-235:n pitoisuus pitää nostaa n.3-5% tasolle. Jotta isotooppien erotus olisi mahdollista, tulee uraani saattaa kaasumaiseen muotoon. Sopivin yhdiste tähän on UF₆, uraaniheksafluoridi, joka on huoneenlämpötilassa kiinteää, mutta kaasuntuu jo 60-70°C:n lämpötilassa.

Perinteisesti uraania on väkevöity kaupallisessa mittakaavassa ns. kaasudiffuusiomenetelmällä. Tässä menetelmässä isotooppien erotus perustuu huokosiin kalvoihin, joiden läpi kaasumainen UF₆ johdetaan.

60-luvun alussa Venäjällä otettiin käyttöön yksinkertaiset sentrifugit, jossa isotooppien erotus perustuu keskipakovoimalla aikaansaadulle erotukselle. Myöhemmin

sentrifugimenetelmä on otettu käyttöön muuallakin ja sitä on kehitetty edelleen. Sentrifugimenetelmän etu verrattuna kaasudiffuusiomenetelmään on pienentynyt energiankulutus.

Myös uusia keinoja uraanin väkevöintiä ollaan kehittämässä. Potentiaalisin näistä on laserin avulla suoritettava isotooppien erotus, joka perustuu uraanin eri isotooppien hieman erilaisiin absorptiospektreihin. Määrittäminen laserin aallonpituus voidaan määrittää riittävän tarkasti, U-235 -atomit virittyvät mutta U-238 -atomit eivät. Tällöin ne voidaan erottaa toisistaan sähköisesti tai kemiallisesti.

Sentrifugilaitoksen toiminta lyhyesti

Urenco:n Gronaun väkevöintilaitos on sentrifugilaitos, joka aloitti toimintansa vuonna 1985.

Asiakkaiden toimittama luonnollisesti väkevöintiasteesta, 0,7% U-235, oleva UF₆

punnitaan, jonka jälkeen se haihdutetaan ns. autoklaavissa lämmittämällä se lämpötilaan +70°C.

Autoklaavista kaasumainen UF6 syötetään saattolämmitettyjä putkia pitkin paineenalennusasemalle, jossa kaasun paine lasketaan 50 mbar:n. Paineenalennusasemalta UF6 syötetään kaskadihalleihin, jossa sijaitsevat sentrifugit.

Sentrifugit erottavat fysiokelpoisen U-235:n fysiokelvottomasta U-238:sta. UF6-kaasu syötetään sentrifugin roottoriin, jossa se joutuu voimakkaaseen pyörimisliikkeeseen. Keskipakovoima pakottaa painavamman U-238:n lähemmäksi roottorin ulkoseinämiä ja kevyempi U-235 jää lähemmäksi roottorin akselia. Pienestä massaerosta johdun yhden sentrifugin erotusaste jää alhaiseksi, joten tuhansia sentrifugeja on kytketty rinnakkaisien kaskadien ryhmiin, joissa eri rikastusasteiset kaasut kiertävät.

Useiden rikastusvaiheiden jälkeen saadaan lopputuotteeksi 3-5% rikastettua UF6:tta, joka jatkaa matkaansa polttoainetehtaal- le. Jäljelle jäänyt ns. köyhdytetty UF6 sisältää vain 0,25% U-235:tä.

Uraanin väkeväinti liiketoimintana

Väkeväintityön osuus ydinpolttoaineen hinnasta on merkittävä, noin kolmanneksen. Raaka-ainekulut ja konversio UF6:ksi muodostavat yhdessä toisen kolmanneksen ja loput kustannukset syntyvät polttoainetehtaalla. Uraanin väkeväinti on siis huomattavan arvokasta liiketoimintaa.

Uraanin väkeväinnin liiketoiminnan näkymiä luonnehditaan hitaasti kasvaviksi.

Maailmalla on rakenteilla yli 30 uutta reaktoria, joten polttoaineen kysyntä on kasvusuunnassa, ellei mitään isoja poliittisia yllätyksiä koeta ja maailmalla suljeta arveltua useampia reaktoreita.

Suurempi merkitys väkeväinnille liiketoimintana on edessä oleva väkeväintityön sopimusten uusiminen. Muutaman seuraavan vuoden aikana osa vanhoista sopimuksista raukeaa, jolloin väkeväintiin erikoistuneilla yhtiöillä on mahdollisuus kasvattaa (tai hävittää) markkinaosuuksiaan.

Urenco Ltd:n edustajat vaikuttavat varsin luottavaisilta omiin mahdollisuuksiinsa kasvattaa markkinaosuuksiaan. Urencolla on käytössään vähän energiaa vievä sentrifugimenetelmä. Urencon kilpailijota ovat mm. yhdysvaltalainen USEC, venäläinen TENEX ja eurooppalainen EURODIF. Tällä hetkellä Urenco:n markkinaosuus väkeväintityöstä on noin 12 %.

Köyhdytetty UF6 – jäte vai raaka-aine?

Yli 50 vuotta kestänyt väkeväintityö on tuottanut maailmanlaajuisesti jo useita satoja tuhansia tonneja köyhdytettyä uraaniheksafluoridia. Tähän asti köyhdytettyä UF6:tta on varastoitu väkeväintilaitosten pihalla n.12,5 tonnia UF6:tta sisältävissä sylintereissä. Köyhdytettyä UF6:tta on pidetty raaka-aineena sen sisältämän fluorin sekä osittain myös sen sisältämän jäljelle jääneen U-235:n takia.

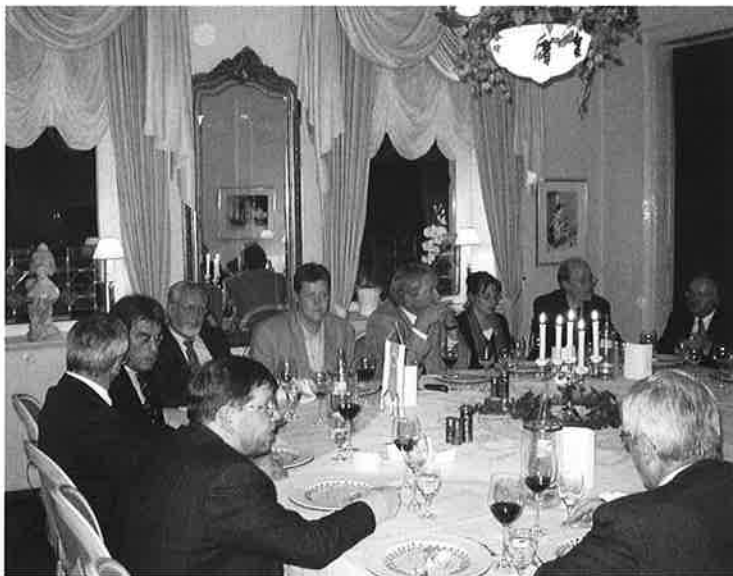
UF6:n varastointi on kuitenkin ongelmallista, sillä UF6 reagoi hanakasti ilman kosteuden kanssa, jolloin syntyy myrkyllistä fluorivetyä. Vanhoja sylintereitä täytyy

jatkuvasti ruostesuojamaalata, joka aiheuttaa huomattavia kustannuksia.

Urenco Ltd. vähentää hallussaan olevan köyhdytetyn UF6:n määrää viemällä sitä Venäjälle. Venäjälle viety köyhdytetty UF6 sekoitetaan käytöstä poistettuun aseuraaniin, jolloin tuloksena saadaan ydinvoimaloihin soveltuvaa polttoainetta. Vaikka tällainen uraanin prosessointi yleistyisi laajemminkin, prosessissa tarvittava köyhdytetyn UF6:n määrä on kuitenkin niin pieni, että se ei ratkaise köyhdytetyn UF6:n aiheuttamaa ympäristöongelmaa.

Köyhdytetyn UF6:n aiheuttamaan ympäristöongelmaan on viime aikoina alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota. Sekä Yhdysvalloissa, Venäjällä että Euroopassa on käynnissä ohjelmia, joiden tarkoitus on ratkaista UF6:n varastoinnin aiheuttamat ongelmat.

Todennäköisin tie ratkaista ympäristöongelma on UF6:n konversio sellaiseen muotoon, että se ei reagoi veden kanssa. Tällöin sen varastointi tai loppusijoittaminen helpottuu huomattavasti. UF6:n konversio esim. uraanioksidideiksi on kuitenkin hyvin kallista. Edes prosessista sivutuotteena saatavan fluorin arvo ei riitä kattamaan konversiosta syntyneitä kustannuksia. Toisaalta UF6:n jatkuva varastointi nykymallin mukaan ei myöskään ole järkevää. Tulevaisuus näyttää, mihin ratkaisuun köyhdytetyn UF6:n aiheuttamassa ongelmassa päädytään.



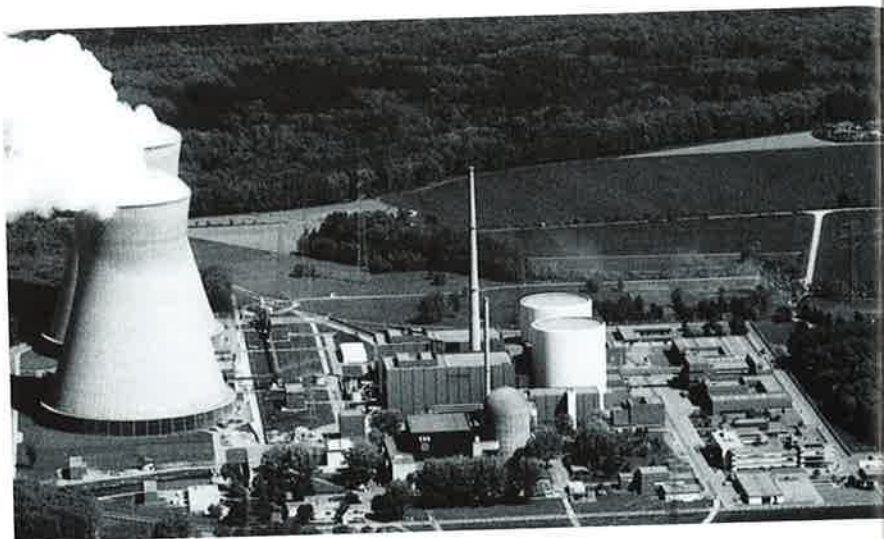
M.Sc. (Eng.) Jukka Hautojärvi,
Fortum Engineering Oy,
puh. 010 45 32362,
jukka.hautojarvi@fortum.com



Dr.Tech. Jyrki Kohopää,
Fortum Power and Heat Oy,
puh. 010 45 34420,
jyrki.kohopaa@fortum.com

Vierailu Gundremmingenissä

ATS:n ekskursion kohde 11.10.2000 oli Tonavan varrella sijaitseva Gundremmingenin ydinvoimala Saksassa. Vierailu käsitti yleisesittelyn ja tutustumiskierroksen B-laitoksella sekä Siemensin edustajan esitelmän uusimmasta kiehutusvesilaitostyyppistä SWR 1000:sta. Käytettyystunnusluvut ja laitoskierros antoi meille kuvan tehokkaasta ja hyvin hoidetusta kiehutusvesilaitoksesta.



Vierailu alkoi laitoksen yleisesittelyllä vierailukeskuksessa; organisaatio, tunnusluvut, layout yms, josta, ehkä vierailijoidenkin ansiosta, keskustelu siirtyi Saksan hallituksen tämän kevään ydinvoimapäätökseen. Gundremmingenissä kuitenkin uskottiin ydinvoimalaitoksien tuottavan sähköä Saksassa vielä pitkään, ja keskustelussa ydinvoimapäätöksen uskottiin vaikuttavan positiivisesti Saksassa voimakkaasti vaikuttavaan paikallishallintoon.

Itse vierailukohde eli Gundremmingen II on ensimmäinen laitos joka on toteutettu Siemensin BWR-72-konseptin mukaan. Ne ovat lämpötehoaan 3840 MW ja sähkötehoaan 1344 MW. Matalapaineturpiinien modernisoinnista saatu hyötysuhteen paraneminen vuonna 1994 nosti laitoksen alku-

peräisen 1310 MW:n sähkötehon 1310 MW:iin. Siemens on käyttänyt tätä laitosta pitkälti Suomeen tarjoamansa kiehutusvesilaitoksen referenssinä.

Tutustumiskierroksella käytiin vaimon kanssa, reaktori- ja turpiinitalissa, generatorilla ja sen katkaisijalla, syöttövesipumppuilla ja yhdellä dieselgeneraattorilla ja jäähdytysvesitormissa.

Omistajat ja rakennusvaihe

Gundremmingen II eli laitostyösköket BWR-72 ovat RWE Energie AG:n (75%) ja Bayernwerk AG:n (25%) yhdessä omistamia kuten niiden vieressä oleva blokki A.

- Vanhin sähkötehoaan 250 MW:n A-blokki otettiin käyttöön v.1966. S

Teknisiä tietoja (B ja C)

Teho	
Terminen teho	3840 MW
Sähköteho brutto	1344 MW
Sähköteho netto	1284 MW
Bruttohyötysuhde	35 %

Polttoaine	
Polttoaine-elementtejä uraanin kokonaispaino	784 kpl 136 t

Paineastia	
Paineastian sisähalkaisija	6620 mm
Paineastian paino	785 t
Paineastian mitoituspaino	87,3 bar

Paineastian ulostulossa	
Paine	70,6 bar
Lämpötila	286 °C
Höyryvirtaus	2076 kg/s

Turpiini ja Generaattori	
Turpiinin kierrosnopeus	1500 1/min.
Korkeapainepesä on yksi ja matalapainepesä kaksi.	
Generaattorin teho	1530 MVA
Generaattorin levypaketti on vetyjäähdytetty. Staattorikäämitys ja roottori ovat vesijäähdytetyt.	

Muuta	
Lauhdutuksen jäähdytysvesivirtaus	43 900 kg/s



Siemensin voimala-konseptin esittely

ollut käytöstä poistettuna vuodesta 1980. Tuolloin laitoksella tapahtui onnettomuus, jolloin primääripiirin vuoto kui-vatilaan ja muutostarpeet johtivat kustannuksiin, jotka aiheuttivat laitoksen sulkemisen. Laitoksen turpiinohallia käytetään nykyisin matala- ja keskiaktiivisen jätteen välivarastona.

- B-blokin rakennustyöt alkoivat heinäkuussa-76 ja se kytkettiin verkkoon maaliskuussa 1984.

- C-blokin rakennustyöt alkoivat vuoden viiveellä ja se otettiin käyttöön lokakuussa 1984.

Rakennusvaiheen aikana tiukentuneet viiranomaisvaatimukset ja niistä aiheutuneet tekniset muutokset aiheuttivat suhteellisen pitkän rakennusajan ja kokonaiskustannukset kasvoivat 8,1 miljardiin DM. Edelleen käyttöön otettiin vuonna 1995 lisää redundanttisuutta ja diversiteettiä jälkilämmönpoistoon ja keski-/matalapaineeseen

jäähdytysjärjestelmään. Redundantisia piirejä oli alun perin $3 \cdot 100\%$ ja nyt tietyissä hätäjäähdytysjärjestelmissä jo $4 \cdot 100\%$.

Laitoksella työskentelee yhteensä noin 900 henkilöä, joista 250 ulkopuolisten yritysten palveluksessa lähinnä vartioinnissa ja puhtaanapidossa. Varsinaisissa tuotantotehtävissä on 250 henkeä, hallinnossa noin 100 ja loput teknisessä tuessa sekä huollossa.

Käytettävyys ja vuosihuollot

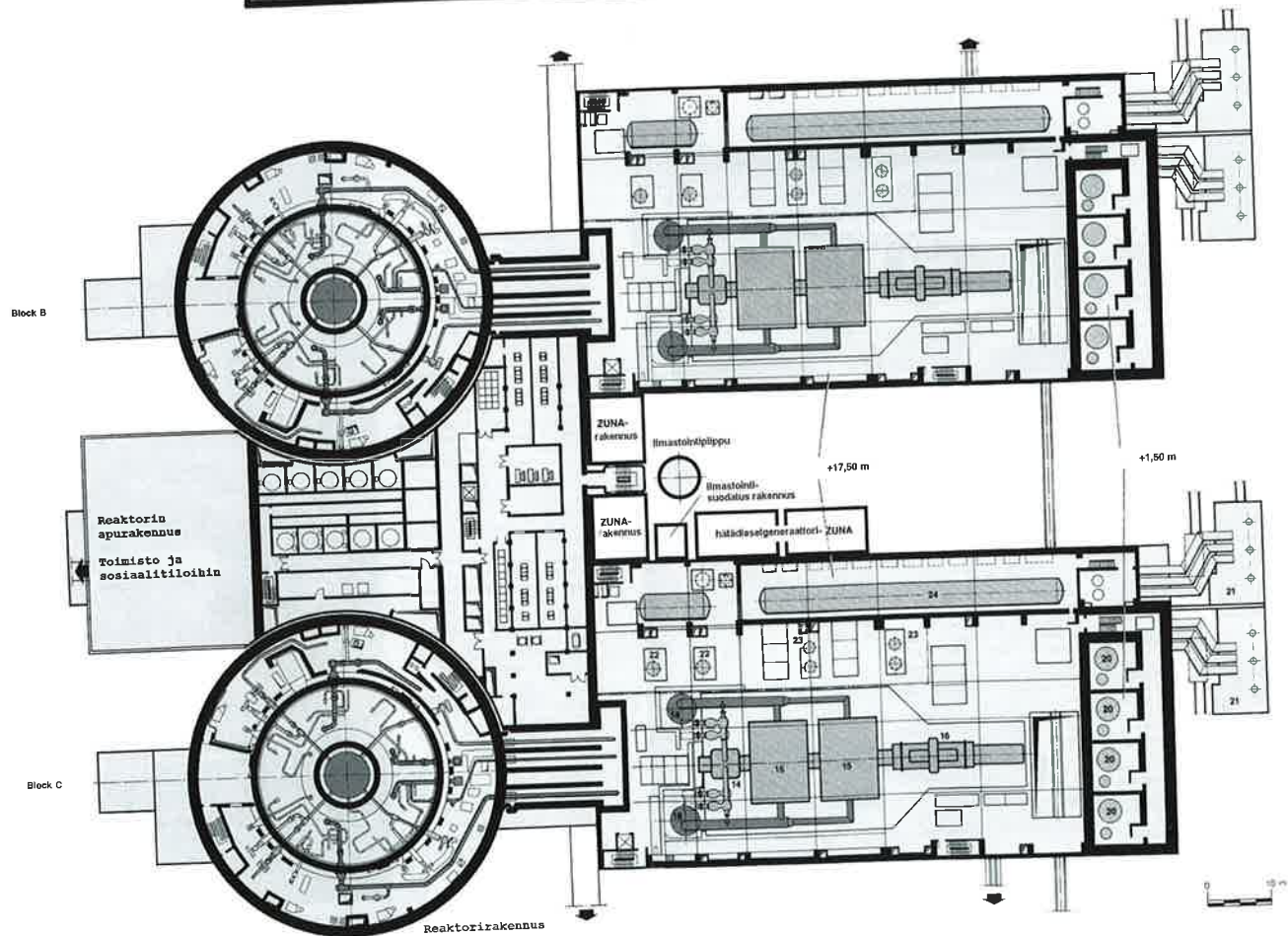
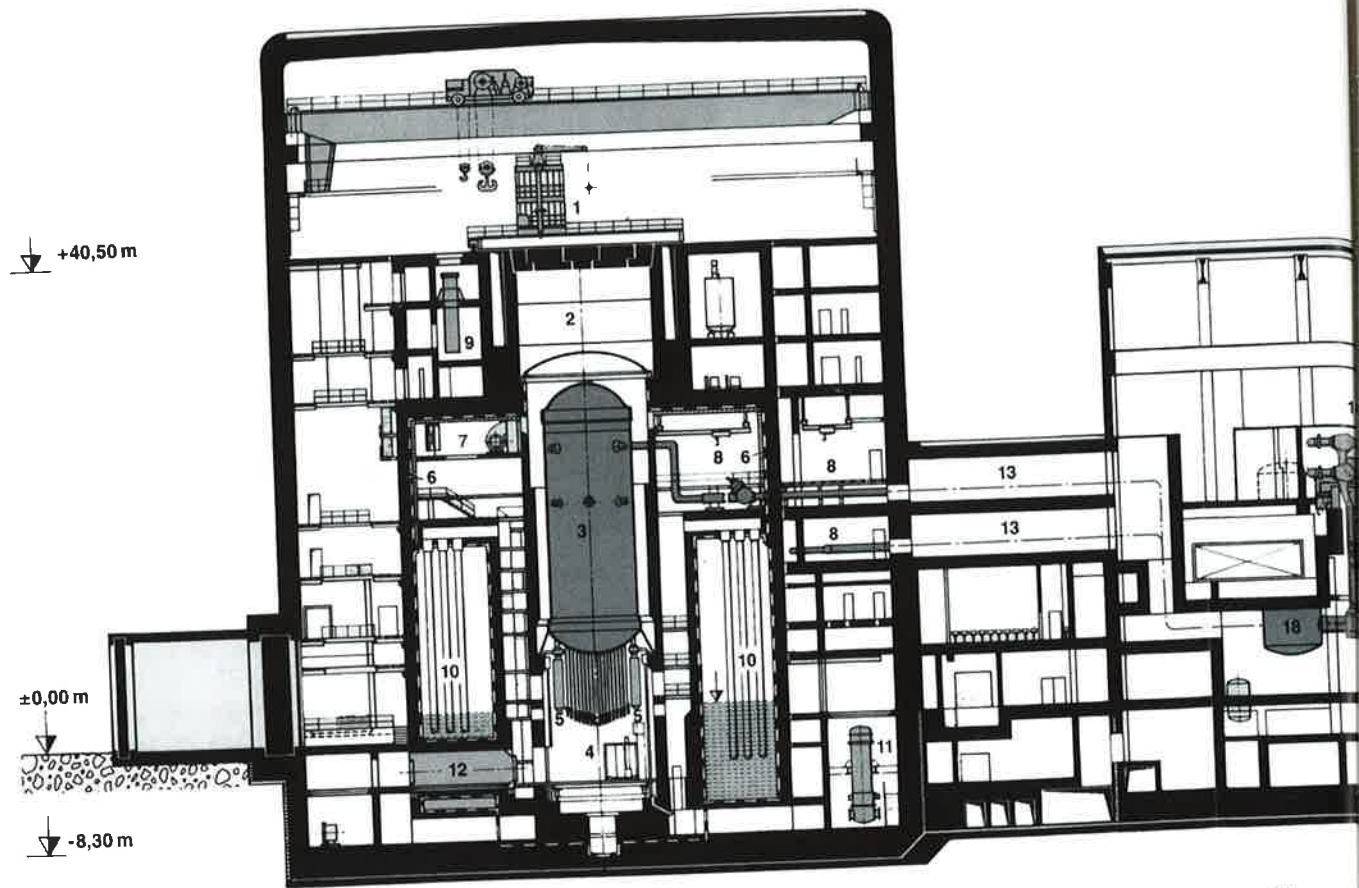
B- ja C- laitosten käytettävyystunnusluvut ovat olleet hyviä kuten taulukosta voi todeta, samoin vuosihuoltojen pituus on lyhentynyt huomattavasti vuodesta 1993. C-yksikölle suoritettiin vuonna 1999 generaattorin vaihto, joka laski sen vuoden käytettävyyttä noin 13,1%.

Käytettävyys ja vuosihuollot		93	94	95	96	97	98	99
Käytettävyys	B	87,1	93,7	86,0	90,0	94,4	91,3	94,3
	C	80,5	81,6	90,5	92,7	89,7	93,1	79,3
Vuosihuolto	B	47	22	51	34	21	32	20
	C	71	67	35	22	35	25	27

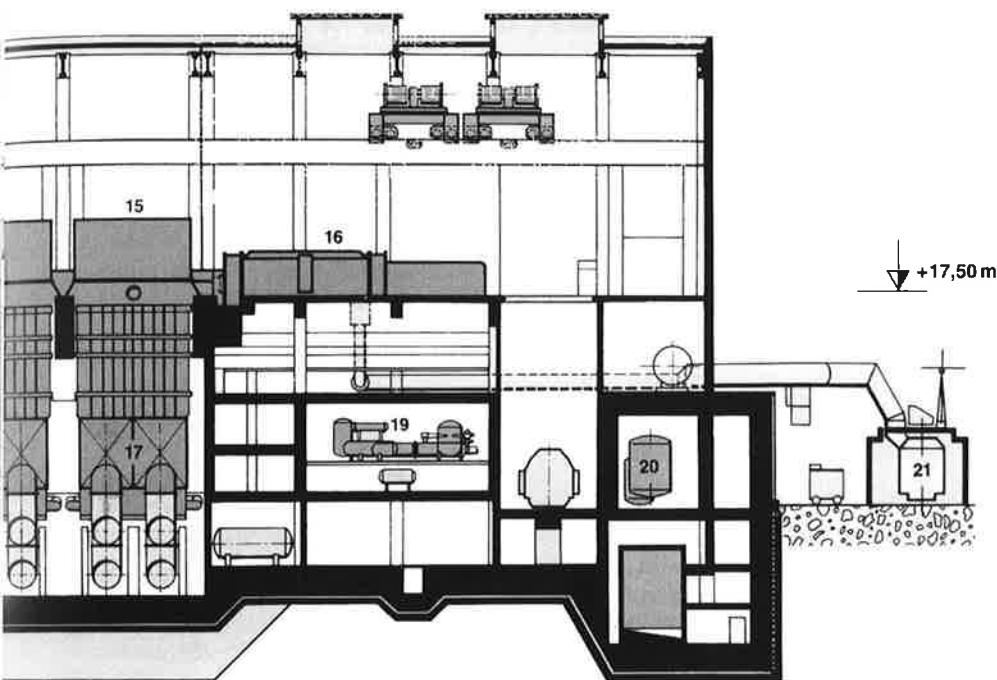




K
A
F
C
K
M
N
F



Reaktori ja Turpiinirakennuksen
pitkittäisleikkaus



1. Latauskone
2. Reaktoriallas
3. Reaktoripaineastia
4. Säätosauvojen ajokoneisto
5. Pääkiertopumput
6. Suojarakennus
7. Ilmastointijärjestelmä
8. Putkitila
9. Polttoainealtaan jäähdytin
10. Lauhdutusallas, märkätila
11. Jälkilämmönpoisto
12. Henkilösulku
13. Tuorehöyry ja syöttövesi
14. Korkeapaineturpiini
15. Matalapaineturpiini
16. Generaattori
17. Lauhduttimet
18. Välitulistin
19. Poistokaasujärjestelmä
20. Lauhteen puhdistus
21. Päämuuntaja

Reaktorirakennuksen, reaktorin apuraken-
nuksen ja turpiinihallin pohjapiirros

14. Korkeapaineturpiini
15. Matalapaineturpiini
16. Generaattori
18. Välitulistin
20. Lauhteen puhdistus
21. Päämuuntaja
22. Korkeapaine esilämmittimet
23. Matalapaine esilämmittimet
24. Syöttövesitankki

Laitoskierros

Tultaessa laitosalueelle portin vastaanottoaulassa odottivat normaalit turvajärjestelyrutiinit passintarkastuksineen ja metallinpaljastimisineen. Sisääntulossa vieraille jaetaan magneettikortilliset kulkuluvat, joita ilman liikkuminen laitoksella ei olisi mahdollista.

Laitoskierroksen aluksi meille esiteltiin keskusvalvomo. Yleisilmeeltään se oli valoisa ja sen ohjaus- ja valvontapulpettien järjestelyt vaikuttivat selkeiltä, tosin jälkikäteen lisätyt piirit aiheuttivat särön kokonai-

suuteen. Hälytykset esitettiin kuvaputkilla jonka lisäksi tärkeät ja ryhmähälytykset myös pulpettihälytyksinä.

Valvomon henkilökuntana oli vanhempi ja nuorempi vuoropäällikkö, reaktori-, turpiiniohjaaja, sähkötekniikko, kaksi käyttömiestä ja päivävuoressa myös ns. turvallisuusinsinööri.

Reaktorirakennuksen kierrokselta jäi mieleen automaattijolla varustettu latauskone sekä maanjäristykseen ja lentokoneen törmäykseen tehdyt varotoimet kuten liikuntasaumat ja järein koskaan näkemäni maanjäristyssuojattu työpöytä. Suojarakennuksen tyypitöntön rajoittuminen lauhdutusaltaan märkätilaan mahdollistaa tehoajon aikaisen työskentelyn suojarakennuksessa. Turpiinihallista oli komponentit ja putkistot piilotettu rakenteisiin, jolloin alhainen säteilytaso antoi mahdollisuuden rauhassa kulkea generaattorille. Generaattorikatkaisijaa taputellussa aiheutti mielikuva sen avautumisesta mielenkiintoisia mielikuvia osallistujien reaktioista. Reaktori-rakennusten välissä oli laitoksen yhteisten järjestelmien apurakennus ja huoltorakennus. Vierailu massiiviseen jäähdytystorniin maustettuna

sinne talvella ilman sulatus-järjestelmää muodostuvista jopa 15 m jääpuikoista herätti kunnioitusta.

Laitoskierroksen jälkeen Siemens esitteli laitosvaihtoehdon SWR1000 periaatteet. Kuvaus laitoksesta löytyy edellisestä ATS ydintekniikka 3/2000 lehdestä.

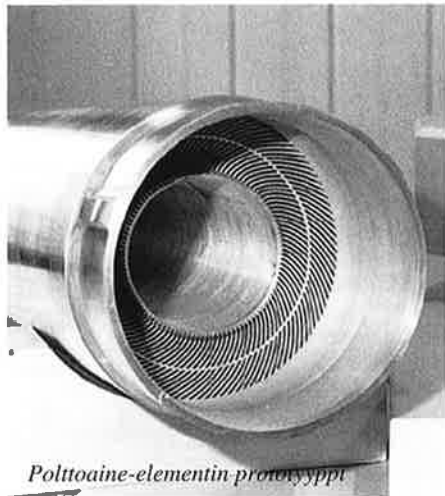


Ins. Olli Paasikivi, suunnittelija,
Automaatiotekniikan toimisto,
Teollisuuden Voima Oy,
olli.paasikivi@tvo.fi

Ins. Altti Heikkilä,
vuoropäällikkö,
Teollisuuden Voima Oy,
altti.heikkila@tvo.fi



Uusi tutkimusreaktori FRM-II Münchenin teknilliseen korkeakouluun



Polttoaine-elementin prototyyppi

ATS-ekskursion torstaiamun vierailukohde oli rakenteilla oleva FRM-II tutkimusreaktori Garchingissa, Münchenin teknillisellä korkeakoululla. FRM-II:n edeltäjä, FRM, aloitti toimintansa jo vuonna 1957. FRM-reaktorilla oli tärkeä rooli tutkimustyössä, ja ulkonäkönsä vuoksi ”atomimunaksi” kutsuttu tutkimuslaitteisto oli hyvin tunnettu kansainvälisissä tutkijapiireissä. Nykyään monissa sovelluksissa kuitenkin tarvitaan korkeampaa neutronivuota, ja vanha FRM-reaktori on menettänyt kilpailukykyään. Uusien haasteiden kohtaamiseksi Garchingiin ollaan rakentamassa uutta tutkimusreaktoria, jossa neutronivuo on 50-kertainen vanhaan FRM-reaktoriin verrattuna. Uskollisesti palvellut ”atomimuna” suljettiin viime kesänä, ja tutkimustoiminta uudella reaktorilla on tarkoitus aloittaa ensi vuoden aikana.

ATS-ekskursion torstaiamun vierailukohde oli rakenteilla oleva FRM-II tutkimusreaktori Garchingissa, Münchenin teknillisellä korkeakoululla. FRM-II:n edeltäjä, FRM, aloitti toimintansa jo vuonna 1957. FRM-reaktorilla oli tärkeä rooli tutkimustyössä, ja ulkonäkönsä vuoksi ”atomimunaksi” kutsuttu tutkimuslaitteisto oli hyvin tunnettu kansainvälisissä tutkijapiireissä. Nykyään monissa sovelluksissa kuitenkin tarvitaan korkeampaa neutroni-

Bussi vei ATS:n delegaation suoraan rakennustyömaan portille, jossa aseistettu vartija kuitenkin pysäytti bussista ulos astuneen joukkomme. Syntyi hetken hämminki, mutta pian isäntämme Prof. Klaus Böning, FRM-II projektiryhmän johdon edustaja, saapui tervehtimään meitä, ja kuljetti meidät läheisen rakennuksen kokoushuoneeseen. Pian paikalle saapui myös toinen isäntämme, Dr. Richard Henkelman, joka edusti Radiokemian Instituuttia. Klaus Böning esitteli meille reaktoriprojektin.

Samalla kun muualla suljetaan tutkimusreaktoreita, Baijerissa rakennetaan Garchingiin uutta superkonetta. Tämä tuntuu olevan puhtaasti Baijerin sisäinen päätös ja poliittinen manifesti saada oma ydintutkimuskeskus, kun kerran eräillä muillakin osavaltioilla on. Baijerin alueelle on viime vuosina keskittynyt korkean teknologian yrityksiä ja tutkimusta, ja ennen maatalousvaltainen

”peräkylä” tuntee tiettyä vahingoniloa päästessään näyttämään pitkää nenää pohjoisen osavaltioille, joiden raskaalla teollisuudella ei enää mene yhtä hyvin. Ilmapiiri on siten sopiva tutkimusreaktorihankkeelle. Samaan aikaan kuitenkin Karlsruhe ja Jülich muuttuvat tutkimusprofiiliin ydintekniikasta muille aloille. FRM-hanke ei saa laisinkaan rahaa liittovaltiolta, vaan kustannukset maksaa osavaltio. Rakennuskustannukset ovat 850 miljoonaa DM ja vuosittaiset käyttökustannukset 35 miljoonaa DM. Tämä ei vielä sisällä mitään tutkimustyön kustannuksia. Suunnitelmien mukaan tutkimuksesta 30 % tulee olemaan tilaustyötä teollisuudelle ja loppu perustutkimusta.

Reaktorin rakentaminen alkoi 1996, ja toiminnan on kaavailtu alkavan vuoden 2001 aikana. Reaktorin toimittaa Siemens ”avaimet käteen”-periaatteella.

FRM-II reaktorin sydän on kooltaan pieni, mutta sen teho on silti 20 MW. Sydämenä toimii yksi rengasmaisen polttoaine-elementti, joka on koottu 113 kaarevasta polttoainelevystä. Polttoaineena on U_3Si_2 alumiinimatriisissa. Koska tehotiheyden tulee olla suuri, polttoaineen rikastus on peräti 93 %. Kaiken kaikkiaan sydämessä on noin 8 kg urania. Sydämen ulkohalkaisija on noin 25 cm, ja korkeus 70 cm. Rengasmaisen elementin keskellä on säätösauva, jossa absorboivana aineena toimii hafnium. Polttoaine-elementtiä käytetään 50 päivää täydellä teholla, minkä jälkeen sydämeen vaihdetaan tuore elementti. Käytetyn polttoaineen kohtalosta isäntämme totesivat luotavaisesti, että käytetyt elementit sijoitetaan Gorlebenin loppusijoitustilaan.

Sydäntä jäähdytetään kevyellä vedellä, ja sitä ympäröi hidasteena toimiva raskas vesi. Koska termiset neutronit eivät absorboidukaan raskaaseen veteen, moderaattoritankissa saavutetaan korkea termisten neutronien vuo. Vuon maksimiarvo on $8 \cdot 10^{14} \text{ ncm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Moderaattoritankki sijaitsee 700 m³ reaktorialtaan alaosassa. Primäärijäähdytteen virtaus on 1000 m³/h, ja vesi lämpenee sydämessä 15 °C, jäähdytteen maksimilämpötilan ollessa 52 °C. Primäärijäähdytteestä lämpö siirretään välipiiriin kautta ilmakkäähän.

Reaktorin sammuttamiseksi on kaksi erillistä järjestelmää. Moderaattoritankissa sijaitsee viisi hafnium-sauvaa, joista neljä riittää pitämään sydämen alikriittisenä. Normaalin käytön aikana sauvat ovat ulkona sydäimestä. Myös säätösauvaa voidaan käyttää reaktorin sammuttamiseen; sauva on mahdollista kytkeä irti ajolaitteestaan jolloin se putoaa painovoiman vaikutuksesta sydämeen. Jälkilämpö poistetaan aluksi kolmen akkukäyttöisen pumpun avulla, sen jälkeen jälkilämmön poistamiseen käytetään reaktorialtaan luonnonkiertoa. Mikäli pumput eivät toimisi, reaktoriallas yksistään pystyisi ottamaan vastaan jälkilämmön ilman että altaan lämpötila nousisi huomattavasti.

Moderaattoritankista johtaa ulos 12 suihkuputkea, joita pitkin neutronisuihkut johdetaan koehalliin. Moderaattoritankissa on myös paikkoja näytteiden säteilytystä varten. Laitteistossa on otettu huomioon, että eri tarkoituksiin tarvitaan erilaisia neutroni-energioita. Tutkimuksia varten on käytettävissä fission spektri MeV alueella, termisten neutronien spektri, sekä spektrit alueilla 5 meV ja 10 meV.

Suunniteltu tutkimustoiminta kattaa kaiken mitä tutkimusreaktoreilla yleensäkin tehdään. Monipuoliset säteilytysmahdollisuudet ja korkea neutronivuo antavat kuitenkin lähes kaikkeen entistä huomattavasti paremmat aseet. Kaksi putkipostisysteemiä, joissa kussakin kolme säteilytyspositiota, joissa terminen neutronivuo on $4 \cdot 10^{14} \text{ ncm}^{-2}\text{s}^{-1}$, antavat hyvät mahdollisuudet aktiivointianalyysin tekoon ja radionuklidien tuottamiseen. Aktiivointianalyysi on muualla joutunut jo väistymään muiden alkuaineanalyysimenetelmien tieltä, mutta kun neutronivuo on näin korkea, antaa se uudet mahdollisuudet esim. puolijohdekomponenttien epäpuhtauksien määrittämiseen. Reaktorissa on myös varattu säteilytystilaa piin neutroniseostusta varten. Kun Risø:n reaktori Tanskassa pysäytetään, saattaisi tällaiselle palvelulle olla kysyntää.

Ennen kaikkea reaktori on kuitenkin tarkoitettu materiaalitutkimukseen. Monipuolinen suihkuputkisto mahdollistaa lukuisten rinnakkaisten neutronispektrometriiden käytön. Neutronisironna mahdollistaa monipuolisen rakennetutkimuksen, mm. katalysaattoritutkimuksessa. Neutronien pienkulmasironna antaa tietoa materiaalien nanomittakaavan rakenteesta ja magnetismista. Sovelluksia löytyy laajalti biotieteistä, polymerikehityksestä ja epäorgaanisten materiaalien tutkimuksesta.

Neutroniradiografia ja -tomografia mahdollistaa veden ja öljyn kuvaamisen erilaisissa rakenteissa ja koneissa. Tyypillisiä sovelluksia ovat veden ja voiteluaineiden käyttäytyminen erilaisissa moottoreissa, rakennusaineiden, kuten betonin, kuivuminen ja kyllästysaineiden käyttäytyminen rakenteissa.

Reaktorilla tullaan myös tutkimaan nopeiden neutronien käyttöä syövän hoitoon. Tämä perustuu siihen että vesipitoisessa kudoksessa neutronit ionisoivat tehokkaammin kuin fotonit, ja siten neutronisäteilytyksen syöpäkudosta tuhoava vaikutus suhteessa kokonaisäteilyannokseen on suurempi. ■

Reaktoriprojektista löytyy paljon yksityiskohtaista tietoa osoitteesta <http://www.frm2.tu-muenchen.de>.



Matkalla seuraavaan kohteeseen...



FT Rolf Rosenberg,
tutkimuspäällikkö,
VTT Kemiantekniikka,
rolf.rosenberg@vtt.fi



DI Minna Tuomainen,
tutkija,
VTT Energia,
minna.tuomainen@vtt.fi

WISMUT-projekti – ekologinen haaste

Saksan itä-osan alueella sijaitsevien uraanikaivosten ympäristöhaittojen vähentämiseksi

Neuvostoliiton miehitysjoukot käynnistivät v. 1946 ydinase-ohjelmansa tueksi mittavan kaivostoiminnan miehittämällään vanhalla hopeakaivosalueella Saksin ja Thüringenin osavaltioissa. Neuvostovallan isännöimää alkuvuosien toimintaa leimasivat huonot työolot ja välinpitämättömyys ympäristönäkökohtien huomioonottamisessa tiheään asutuilla Ronneburgin, Zwickaun, Dresdenin, Auen ja Köningsteinin alueilla. Saksan yhdistymisen jälkeen kaivostoiminta loppui ja kaivosten suuritöinen käytöstäpoisto ja kunnostus alkoi. Tämän urakan arvioidaan kestävän ainakin 20 vuotta ja maksavan 13 miljardia Saksan markkaa (lähes 40 miljardia Suomen markkaa).



Vuonna 1954 kaivostoimintaa varten perustettiin neuvostoliittolais-saksalainen yhteisyritys SDAG (Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft) Wismut, jonka myötä työskentelyolosuhteet ja -tavat paranivat jonkin verran. Esimerkiksi kallioperän kuivaporauksesta luovuttiin. Samoin parannettiin kaivoskuilujen ilman-

vaihtoa. Ympäristönäkökohdat eivät kuitenkaan missään vaiheessa saaneet samanlaista huomiota kuin läntisessä kaivostoiminnassa.

Vuosina 1946 -1990 alueelta louhittiin yhteensä 231 000 tonnia urania. Määrä oikeuttaa DDR:n kolmanneksi suurimmaksi uraanin tuottajaksi heti USA:n ja Kanadan

jälkeen. Yhden uraanitonnin saamiseksi tarvittiin 1100 tonnia uraanimalmia ja lisäksi 2100 tonnia muuta kiviainesta. Täten mainittua uraanimäärää varten louhittiin ja käsiteltiin yhteensä noin 700 000 000 tonnia kiviainesta, josta valtaosa jätettiin kaivospaikkojen välittömään läheisyyteen valtaviksi sepelivuoriksi ja lietealtaiksi. Louhinnassa syntynyt kiviaines, 311 miljoonaa m³ muodostaa yhteensä 48 jättekukkulaa ja uraanin erottamisessa syntynyt liete, 160 miljoonaa m³, on yhteensä 14:ssä lietealtaassa. Kaivostoimintaa harjoitettiin sekä avolouhoksissa että maan alla. Vuoden 1990 lopussa avoimien kaivostunneleiden yhteispituus oli 1400 km – syvimmillään 1800 metrissä ja matalimmillaan vain 10 – 15 metriä maanpinnasta. Suurin avolouhos Ronneburgin lähellä oli kooltaan 1670 hehtaaria.

Kaivosyhtiön henkilöstön määrä Saksin ja Thüringenin alueilla on ollut valtava. 40- ja 50-luvuilla alueella työskenteli samaan aikaan n. 100 000 henkilöä; huipun 130000 ajoituessa 40-luvun lopulle. Jopa viidesosa työvoimasta oli 50-luvun alkupuolelle asti vankeja. Vuodesta 1961 aina vuoteen 1988 asti työntekijöiden määrä vakiintui n. 45000:een. Kaivostoiminnan loppuessa 31.12.1990 työntekijöitä oli enää 28 250. Yhteensä kaivoksissa työskenteli 44 vuoden aikana noin 600 000 henkeä.

Uraanimalmin louhinnasta ja käsittelystä sekä jäämien varastoinnista saatiin säteilyannosta ja syntyi – ja osin vieläkin syntyy – päästöjä ilmakehään ja vesistöön. Kaivosmiesten keskuudessa tämän on havaittu aiheuttaneen keuhkosityövän lisääntymistä -arvioiden mukaan yhteensä n. 6500 ylimääräistä syöpätapausta. Asuminen kaivosten läheisyydessä on aiheuttanut 1 - 2 mSv (max. 6 mSv) ylimääräisen säteilyannoksen. Saksassa vuosittainen säteilyannos vaihtelee normaalisti välillä 2,5 - 8 mSv. Muiden kuin kaivosmiesten kohdalla keuhkosityöpätiheys kaivosalueilla ei poikkea Saksan itäosien tilastollisesta keskiarvosta. Ylimääräinen annos kaivosjätteistä ylittää kuitenkin Saksan säteilysuojeluviranomaisen ja kansain-



välisen säteilysuojelukomission ICRP:n antaman suositusarvon 1 mSv/a.

Uusi isäntä, uusi tehtävä

Vuonna 1991 solmittiin Saksan ja Neuvostoliiton välillä sopimus, jossa Neuvostoliitto luopui osakkeistaan kaivosyhtiössä – ja sa-

malla velvoitteistaan toiminnan jälkien korjaamiseksi. Uuden Wismut GmbH:n omistaa kokonaan Saksan valtio. Uudella yhtiöllä oli edessään valtava urakka. Yli viisikymmentä kaivoskuilua, useita avolouhoksia ja kaivosjätteen varastoaltaita ja kymmeniä jättekiven vuoria piti saattaa ympäristölle vaarattomaan tilaan. Työtä hankaloitti se, että



Uraanikaivoksilla 50-luvulla käytettyjä työkaluja Wismut GmbH:n vierailukeskuksessa Schlemassa. Minna Tuomainen tutkimassa.



Kone, jolla upotetaan viemäröintiharsoa entisen lietelammen pohjaan saastuneen veden poissaamiseksi. Wismut, Helmsdorf.

toisin kuin useimmat uraani-kaivokset maailmalla, Wismut-yhtiö toimii tiheään asutulla seudulla, jossa harjoitetaan maanviljelystä ja vuotuinen sademäärä on suuri.

Työ alkoi kaivoskuilujen puhdistamisesta ja käsittelemisestä niin, että niiden voitiin antaa täyttyä vedellä. Pintaa lähellä olevat käytävät piti tukea ja täyttää kivellä jottei sortumavaara maanpinnalla olisi ollut. Kaivoksiin vuotava ja niistä pumpattava tai ylivuotava vesi joudutaan käsittelemään vielä vuosikausia sen uraani- radium, rauta- ja arseenipitoisuuksien vuoksi. Vesien käsittely jatkuu arviolta vuoteen 2040 asti, jonka jälkeen vedet ovat tarpeeksi puhtaita päästettäväksi suoraan Zwickau-jokeen.

Suuri osa maanalaisesta työstä on jo tehty ja nyt on vuorossa avolouhosten, jätealaiden ja jättekivivuorten käsittely. Nämä kaikki täytyy stabiloida, jotta vältetään suotautuvien vesien radioaktiivisten aineiden, raskasmetallien ja kemiallisten aineiden päästöt. Myös radonpitoisuus ja ulkoinen annosnopeus halutaan alentaa ympäristön tasolle. Suuri osa työstä on kiviainesmassojen, yli 120 miljoonan kuutiometrin, siirtämistä paikasta toiseen. Tämä on tehtävä suunnitelmallisesti, jotta ympäristövauriot voidaan välttää. Lopputuloksena on muutama vuosikymmenen päästä maisemoidut ja saneeratut kaivosalueet, jotka eivät tarvitse enää aktiivista puhdistustoimenpiteitä.

Vierailu Schlemassa, Helmsdorfissa ja Ronneburgissa

ATS:n ryhmän reitti kulki Chemnitzistä (jonka joku saattaa muistaa DDR:n aikaisella nimellään Karl Marx Stadt) Erzgebirgen kukkuloiden keskelle Schlemaan, sieltä Zwickauin kaupungin lähelle Helmsdorfiin ja lopuksi avolouhokselle Ronneburgin lähelle. Maisemat olivat kauniita, eikä entisestä toiminnasta näkynyt muutamaa pengertä ja kivivuorta enempää merkkejä. Mat-

kailua ollaankin edistämässä alueella, vetonaula on nyt vanhoja perinteitä jatkava radonkylpylä. Isännät tuntuivat olevan vakuuttuneita kylpyjen tehosta nivelvaivoihin, asia on kuulemma todistettu kaksoissokkotutkimuksella.

Kävimme kahdella kaivoslietealtaalla Schlemassa ja Helmsdorfissa, jotka molemmat oli tehty patoamalla syvä laakso. Altaan vedenpinta voi olla jopa 100 metriä asutuksen yläpuolella. Lietealtaita ollaan kuivaa- massa ja patoja vahvistamassa. Lopputulok-





Koko porukka padon edustalla Helmsdorfissa. Laakso padottu uraanikaivoksista syntyneiden lietteiden säilömiseen. Korkeus 60 metriä.

senä on maisemoitu mäki ja laakso, josta pintavedet johtuvat pois ja suotautuminen on hallinnassa. Erääseen altaaseen kaivoksesta pumpattava vesi oli lämmintä, niin että pumppausalueelle syntyi oma tähän sopeutunut kasvi- ja eläinyhteisö, muun muassa nopeakasvuisia karpeja. Niinpä paikalliset luonnonsuojelijat vastustivat altaan kuivatamista.

Helmsdorfin patoallas oli erityisen suuri, alun perin vesialtaan 200 hehtaaria. Veden pumppauksen jälkeen liettynyttä altaan pohjaa joudutaan vahvistamaan kankaalla ja muoviverkolla. Lietteeseen pistellään kuitukankaisia vedenjohtimia ja pinnalle ajetaan maata, kun se kestää koneiden painon. Maakerros painaa lietettä alaspäin ja puristaa siitä vielä vettä pois. Kaikki vesi käsitellään ja johdetaan sitten läheiseen jokeen. Allasta käytetään myös rakennusten ja laitteiden

Yli 30 000 entisen Wismutin työntekijää on sairastunut työperäiseen sairauteen. Eniten, lähes 15 000, on saanut kivipölykeuhkon tai kivipölykeuhko-tuberkuloosin. Yli 6000 uskotaan saaneen työperäisen keuhkosyövän. Loput sairauksista ovat tärinän aiheuttamia sairauksia, kuulovaurioita ja ihosairauksia. Suurin osa sairauksista johtuu kaivostoiminnan alkuaikojen olemattomasta työsuojelusta.

purkamisesta syntyvän kontaminoituneen jätteen hautauspaikkana, tarvittaessa stabiloituna lentotuhka-sementtiseoksella. Myös vedenpuhdistuksesta tuleva uraani-arseenipitoinen sakka haudataan samoin. Alueella on joukko hiukkasmaisen aktiivisuuden keräyslaitteita ja radonpitoisuuden mittaussaitteita. Käyntimme aikana ilmapäivällä pitoisuus oli varsin alhainen, 11 Bq/m³, mutta iltaisin kosteissa ja tyynissä olosuhteissa se saattaa nousta jopa arvoon 180 Bq/m³. Vertailun vuoksi voi mainita, että Suomessa uusien asuntojen radonpitoisuuden toimenpideraja on 200 Bq/m³.

Ronneburgin avolouhos on tuottanut yli 12000 tonnia uraania, mutta uraanipitoisuus on ollut pieni, 0,1 prosenttia. Nyt kaivosta ollaan täyttämässä ja miljoonia kuutiometriä kiveä ja maata siirretään ennen urakan valmistumista vuonna 2007. Työssä käytettävät ajoneuvot olivat vaikuttava näky, kuten myös louhoksen mittasuhteet.

Päivän täydensi pysähtyminen bussin kuljettajan suosituksesta läheiseen Geran kaupunkiin, jossa iltapala schwarzbierin kera toi tuntumaa kaivosmiehen työhön sopivaan ruokavalioon.



FL Risto Paltemaa, ylitarkastaja, Säteilyturvakeskus, puh. (09) 75988 313, risto.paltemaa@stuk.fi

FM Vesa Ruuska, toimistopäällikkö, Säteilyturvakeskus, puh. (09) 75988 344, vesa.ruuska@stuk.fi





ATS:n kotimaanekskursio 26.5.2000

Metsäteollisuus käyttää Suomessa vuosittain noin 25 TWh sähköä ja 173 PJ lämpöä, eli lähes kolmanneksen koko maan sähkönkulutuksesta ja 13 % energiankulutuksesta. Paperin hinnasta sähköön menee keskimäärin kymmenen prosenttia. Ei siis ihme, että metsäteollisuudella on merkittävä asema suomalaisessa energiapolitiikassa.

Atomiteknillinen Seura kävi kevään kotimaanekskursiolla Keski-Suomessa tutustumassa metsäteollisuuden energiantuotantoon. Vierailukohteina olivat VTT Energian tutkimuslaitos Jyväskylässä ja UPM-Kymmenen Kaipolan tehdas Jämsässä. Osallistujia oli vajaa pikkubussillinen, 12 henkilöä.

Kolmen tunnin ajomatkan päälle syödyn lounaan jälkeen VTT Energian tutkijat Jussi Manninen ja Veli Seppänen kertoivat paperin tuotantoon liittyvistä energiavirroista ja biopoltoainetutkimuksesta. Kierroksella VTT:n tutkimustiloissa osallistujat saivat tutustua mm. kaatopaikkajätteen pyrolyysiin ja tavallisen kaakeliuunin hyötysuhteen parantamiseen tähtävään laitteistoon (eli itse kaakeliuuniin). VTT:llä oli myös pieni paperikone tutkimuskäytössä. VTT:n vieraana alkuiltapäivä vierähti nopeasti mielenkiintoisten aiheiden ansiosta.

UPM-Kymmenen Kaipolan tehtaalla isäntänä toiminut henkilöstön-

kehityspäällikkö Panu Niva valotti kuulijoille paperintuotannon historiaa ja nykypäivää Kaipolassa. Vuonna 1952 perustettu tehdas kykenee nykyisin tuottamaan kolmella paperikoneella 650 000 tonnia paperia vuodessa. Tehtaan energiapäällikkö Arto Heinijoki kertoi tehtaan keskikuorman olevan 160 MW, josta suurin osa kuluu kuudesta tehtävän pitkäkuituisen hierteen valmistamiseen. Sekoittamalla hyvälaatuisen hierteeseen keräyspaperista tehtävää siistausmassaa ja hieman sellua saadaan laadukasta ja ympäristöystävällistä paperia.

Ennen kotimatkan alkamista ekskursiolaiset pääsivät katsomaan kierrätyspaperin siistaamoja ja LWC-paperikoneita, jolla oli muutama vuosi sitten hallussaan paperikoneiden maailmanennätys, 1610 m/min 24 tunnin keskiarvona. 2,5 miljardin liikevaihtoa pyörittävä tehdas näytti pyörivän lähes itseksensä, sillä paperikoneita vahtineiden operaattoreiden lisäksi tehdas oli miltei autio.

Osallistajat:

Erkki Aalto
Jarmo Ala-Heikkilä
Iiro Auterinen
Mikael Björnberg
Tapio Metsä
Pekka Pyy
Kai Salminen
Christine Sarrette
Pekka Soininen
Paavo Tammi
Harri Tuomisto
Pentti Uuspää

Haluan kiittää kaikkien osallistujien puolesta isäntiä VTT Energialla ja UPM-Kymmenellä kiinnostavista esityksistä ja laitoskierroksista!

Kai Salminen

CERNAVODA – Mustan veden CANDU-teknologiaa Romaniassa

Ceauscun ajan jäänte - viisi massiivista, sumun keskellä seisovaa, likaisenharmaata betonista suojarakennusta, ruosteiset piikkilanka-aidat ja valvontatorneissa seisovat nuoret sotilaat rynnäkkökivääreineen palauttavat tulijan mieleen ajan, jolloin Ceausescu ja kommunismi olivat Romaniassa voimissaan. Cernavoda, Romanian ainoa ydinvoimalaitos, on sekoitus rappeutuneita kommunismin jäänteitä ja 80-luvun kanadalaista Candu-teknikkaa. Vartiointi ja laitosta ympäröivä kaupunkimiljöö muodostavat useaa vuosikymmentä kuvaavan kokonaisuuden. Laitoksen omituinen viiden reaktorin lukumäärä syntyi tarinan mukaan Karpaattien Neron - Ceauscun puheesta. Virallisessa, mahtipontisessa puheessaan hän sanoi maansa rakentavan neljä - jopa viisi reaktoria. Diktaattorihan ei ole koskaan väärässä tai liian suurelinen puheissaan, joten viides yksikkö lisättiin suunnitelmiin.



Lähes viisi vuotta käynnissä ollut Cernavoda 1 yksikkö

Vuonna 1977 tehdyllä suurellisella sopimuksella Kanadan ja Romanian hallitusten välillä aloitettiin Cernavodan viiden, raskasta vettä hidasteena käyttävän Candu-yksikön rakennustyöt. Perusteena Candu-tekniikan valinnalle oli mahdollisuus käyttää romanialaista luonnonuraania. Luonnonuraanin käytöllä vältettiin tarve rakentaa tai ostaa kallista isotooppiväkevöintiin soveltuvaa tekniikkaa. Polttoainehankinta pyrittiin saamaan mahdollisimman omavaraiseksi. Polttainepuut laitokselle valmistetaan Romaniassa Pitesin tehtaalla ja romanialaisesta luonnonuraanista. Kanadalainen polttoainetoimittaja Zircatec valvoo lisensioimansa tehtaan laatua.

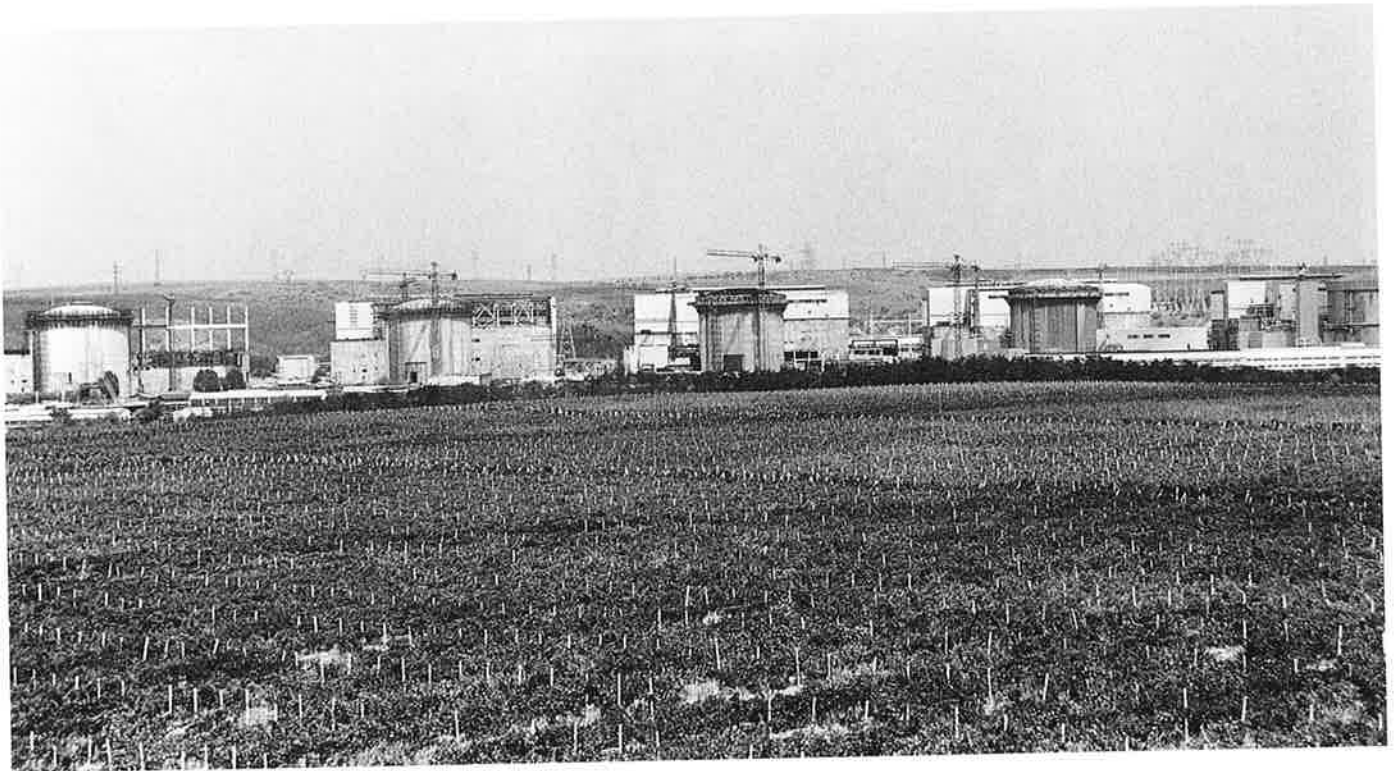
Sotilaspiireissä Candu-tekniikan valintaa perusteltiin varmaan myös jatkuvan latauksen ja raskasvesilaitoksen soveltavuudella plutoniumin valmistukseen – tätä ei kuiten-

kaan mainita virallisissa historioissa. Samoilla periaatteilla Candu-reaktoreita on viety myös Pakistaniin, Intiaan, Etelä-Koreaan ja Argentiinaan. Pakistanin ja Intian reaktorit ovat pelkkään sähköntuotantoon varsin pienikokoisiaakin.

Ilmeisesti rakentamisvaiheen aikana kasvattama Cernavodan kaupunki sijaitsee alle 2 km:n päässä laitoksesta. Kaupunki saa työpaikkojen lisäksi myös 50 % kaukolämmöstään ja lämpimästä vedestä Chernavoda 1 yksikön turpiinipiirin välilotosta. Toisaalta lähellä on pieni vesivoimala tukemassa laitoksen sähkönsaantia seisokkitilanteissa.

Rakennusvaiheen ongelmat yhä läsnä

Romanian talousvaikeudet hidastivat laitoksen rakennustyötä 80-luvulla. Vasta vuoden 1989 vallankumouksen jälkeen, vuonna



Viisi massiivista suojarakennusta sumuisessa laaksomaisemassa

1990 Romanian hallitus muodosti uudelleen omistajayhtiön, joka sai nimen RENEL. Tämä yhtiö teki – aikaisempiin suunnitelmiin pohjaavan – sopimuksen kanadalaisen AECL:n ja italialaisen Ansaldo'n kanssa laitoksen rakentamisesta loppuun. Rakentamisvaiheen aikana yli 600 amerikkalaista ja italialaista asiantuntijaa työskenteli laitoksella. Alihankkijana laitoksen rakentamisessa on ollut mukana myös amerikkalainen General Electric. Ansaldoilla oli yhä edustajia laitoksella - italialaiset odottavat kakkosyksikön rakentamishankkeen alkavan uudelleen lähiaikoina. Ansaldo valmistelee koko ajan lainarahoitusta hankkeelle. Reaktoritoimittaja AECL tekee yhä mm. reaktorin sisäosien tarkastuksia ja monet ulkoa tilattavat työt, esim. Siemensiltä tilatut venttiilikorjaukset, tilataan yhä AECL:n kautta.

Cernavoda 1 - käy hyvin

Käyvä Cernavoda 1 yksikkö valmistui 1995, siis noin 15 vuotta rakentamisen alkamisesta. Englanninkielistä suosiva, siisti ja yksityiskohdiltaan tarkasti toteutettu laitos on kuin kappale teknologista Kanadaa köyhässä Romaniassa. Turhankin pikkutarkat ja raskaat säteilysuojelujärjestelyt saivat muuttamat ENS:n asiantuntijaryhmämme jäsenistä hymähtelemään. Alueelta toiselle siirryttäessä meidän piti käydä joka käännteessä monitorissa toteamassa henkilökohtainen puhtautemme radioaktiivisuudesta. Liikkuminen alueelta toiselle ei kyllä edellyttänyt

monitorin läpikulkua, joten epäilen työtekijöiden jättävän sen useasti väliin. Luultavasti meitä mitattiin näytösluontoisesti. Päämonitorilla mittaaminen oli kuitenkin hauskaa - halatessani monitoria sen tumma naisääni kehotti uudestaan ja uudestaan: "come closer" – "come closer".

Cernavoda 1 käyttökertoimet

1997	87,3 %
1998	86,2 %
1999	84,5 %

Laitokset edustavat omaperäistä Candutekniikkaa. Kanadalaisten turvallisuusfilosofian lähtökohtana on aina ollut PSA-tyyppinen ajattelu, jossa lähdetään kaikkien on-

nettomuustilanteisiin johtavien alkutapahtumien todennäköisyyden pitämisestä arvossa 1/1000. Candu 6 laitoksessa on otettu oppia ensimmäisten laitosten ongelmista ja rakenteiden jännityskorroosio-ongelmat on kyetty ratkaisemaan. Ratkaisu perustuu vanhempia malleja tarkempaan raskaan veden puhdistukseen sekä kehittyneempään vesikemian hallintaan. Candu 6 tyyppiin kuuluu kahdennettujen turvajärjestelmien lisäksi täydelle onnettomuustilanteen paineelle mitoitettu suojarakennus. Turvajärjestelmien toinen puolisko on suunniteltu maanjäristyksiä kestäväksi. Ongelmalliset tritium-vuodot pyritään hallitsemaan mittavalla vuodonvalvonnalla. Laitoksen käyttöiäksi on suunniteltu 30 vuotta ja käyttöiän hallintaohjelma

Teknistä tietoa laitoksesta

Laitostoimittaja	AECL/ANSALDO
Rakentaminen aloitettu (suojarakennuksen perustatyö)	Kesäkuu 1982
Ensimmäinen tahdistus sähköverkkoon	11 heinäkuuta 1995
Reaktorin teho	2180 MW
Bruttosähköteho	706 MW
Polttoainekanavien lukumäärä	380
Säätösauvojen lukumäärä	28
Kiertopiirien lukumäärä	2
Höyrystinten lukumäärä	4
Primääripaine	9,9 MPa
Primäärilämpötila	310 °C
Sekundääripaine	4,8 MPa
Syöttöveden lämpötila	187, 2 °C

sekä laitoksen uudistukset on jo aloitettu, joten romanialainen Candu seisoo sumun keskellä ainakin 2020-luvulle asti.

Jatkuva lataus ei lyhennä vuosihuoltoja

Suunnittelun mukaan reaktoriin voi jatkuvasti vaihtaa jopa 15 nippua viikossa. Nykyisen normaalin käytön mukainen tahti on kuitenkin vain 3-4 nippua viikossa. Jatkuvan latauksen mahdollisuudesta huolimatta vuosihuolto kestää normaalisti yli 20 päivää. Tänä vuonna kesto oli ollut 23 päivää. Ensi vuodelle suunniteltu 46 päivän seisoki oli tapaamani vuoropäällikön mielestä turhan pitkä. Hän oli ilmeisen perehtynyt Suomen laitosten käyttökertoimiin ja lyhyisiin seisokkiaiakoihin, koska otti asian erikseen puheeksi kanssani. Cernavodan pitkät seisokit johtuvat laitoksen länsimaisten komponenttien takuusopimusten säätelemistä ja vaatimista huoltoväleistä. Eri osien huoltovälien ja ajankohtien yhteensovittaminen oli jäänyt monivaiheisen rakennusprojektin sopimusrulettissa tekemättä.

Valvomo

Valvomo oli siisti AECL:n valvomo. Englanninkielinen ohjeisto oli siististi, hyvin merkityissä mapeissa. Häätätilanneohjeita oli kahta tyyppiä kuten Loviisassakin: oirepohjainen yleisohje ja nippu tilannekohtaisia, tapahtuman tunnistuksen jälkeen käytettäviä ohjeita. Valvomopaneeliin sisältyi huvittava yksityiskohta. GE:n turpiinipaneeli koineine logolaattoineen oli keskellä AECL:n standardipaneelia ja se erottui taustastaan kuin musta lammas valkoisten laumasta. Laitetoimittajat eivät aikanaan olleet löytäneet ratkaisua erilaisten valvomotekniikoiden yhteensovitukseen.

Kaikki dokumentit ja ohjeistot ovat englanniksi. Laitoksen kaikkiaan 1500 henkilöstä noin 100 avainhenkilöä on saanut koulutuksensa englanniksi kanadalaisilla laitoksilla, lähinnä Point Lepreaun Candu-6 yksiköllä. Nykyisin Cernavodan laitosalueella on täyden mittakaavan simulaattori henkilöstön kertauskoulutusta varten.

Turvallisuuskulttuuri työn alla

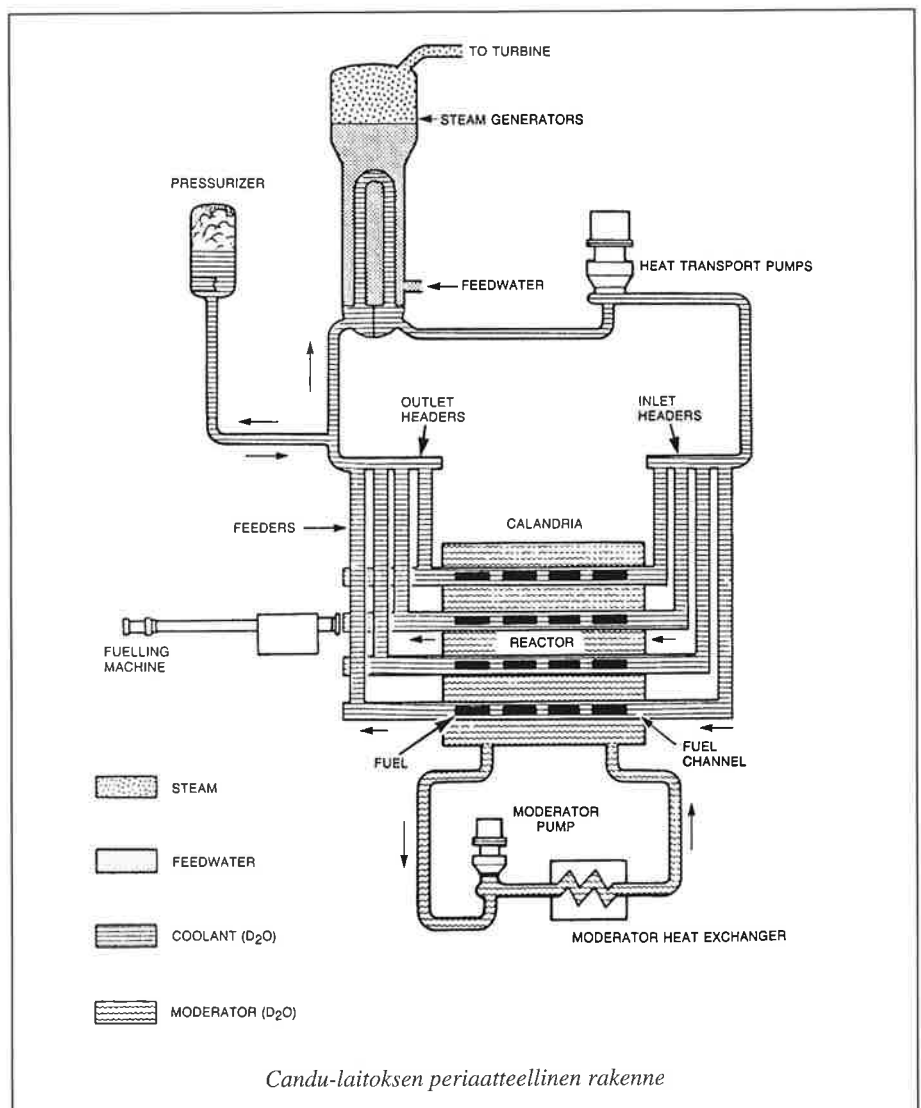
Lyhyelläkin käynnillä havaitsin laitoksella olevan kahden tasoista henkilöstöä: tehokas

englannilla työskentelevä eliittiryhmä ja vain romaniala osavien tavallisten työntekijöiden ryhmä. Jälkimmäisellä ryhmällä oli kommunismin jäänteistä periytyvä työskulttuuri: kysymyksiin epäroitiin vastata ja yleinen tietämys laitoksen toimintaperiaatteista ei ollut kovin vahvaa. Nämä turvallisuuskulttuurin ja osaamistasojen ongelmat on mainittu myös IAEA:n aikanaan laitokselle tekemien PRE-OSART- tarkastusten raporteissa. Jatkossa romanialaisten pitää tehdä työtä pitääkseen hyvin koulutetuimmat ja pätevimmät henkilöt laitoksella. Ongelmat ovat kuitenkin omistajaorganisaation tiedossa ja niihin samoin kuin Ontario Hydron kaltaisiin organisaatio-ongelmiin kehitetään vastakeinoja.

Cernavoda 2 odottaa rahoitustaan

Kakkosyksikön loppuun rakentamisen hinnaksi nykyoloissa on arvioitu 700 - 800 miljoonaa dollaria. Tällä hinnalla saataisiin puuttuvat 24- 26 % alkuperäisestä suunnittelutasosta sekä noin 20 - 25 %:in kokonaisbudjetin korotus, jolla parannetaan turvallisuutta nykyisten viranomaisvaatimusten tasolle ja rahoitetaan lisätarkastuksia rakentamisen viiveiden vanhentamiin rakenteisiin.

Minulla ja ENS:n ryhmällä oli tilaisuus vierailulla kakkosyksikön suojarakennuksessa. Suojarakennus oli valmis – aina materiaali- ja henkilösulkuja myöten – vain tiivisteet puuttuivat. Sisällä olivat neljä höy-



rystintä ja reaktoripaineastiaa vastaava raskaan veden säiliö: hidastintankki, jonka läpi polttoaineniput sisältävät vaakasuuntaiset polttoainekanavat kulkevat. Pääkomponenttien lisäksi suojarakennuksen läpiviennit, pumppujen massiiviset jalustat ja monet apujärjestelmien paineastiat olivat paikallaan odottamassa käyttöä. Cernavodan kakkosyksikön valmiiksi rakentaminen on arvioitu Romanian yhdeksi kannattavimmista investoinneista lähitulevaisuudessa. Ongelma on se, että maalla ei nyt ole rahaa mihinkään investointiin.

Ykkösyksiköllä tuotetun sähkön kustannushinnaksi kerrottiin 80 markkaa MWh ja laskennalliseksi kauppahinnaksi 125 markkaa. Romaniassa öljyllä tai sähköllä tuotetun sähkön hinta oli vastaavasti 230 - 250 markkaa MWh:ta kohti. Näillä luvuilla ydinvoiman käyttö vaikutti varsin kannattavalta, kun rakentamiskulut olivat jääneet Ceucescun konkurssipesään..

Viidestä kolme jää kesken

Muiden yksiköiden valmiusaste oli: kolmonen - n. 25 %, nelonen - 12-15 % ja viitonen 8-10 %. Vaikka kaikkien viiden yksikön sarjan suojarakennukset olivat lähes valmiit, olivat nykyiset suunnitelmat realistisia, vain kakkosyksikkö aiotaan rakentaa valmiiksi. Muut yksiköt eivät valmistu koskaan ja massiiviset betoniset suojarakennukset aiotaan hyödyntää jatkossa vain ylimääräisenä varastotilana.

Turvallisuus kunnossa – viranomaisen valvoo

Laitos vaikutti kaikin puolin hyvältä ja kannadalaista tasoa vastaavalta. Heikkouksia tietysti löytyy: turpiinisalin palosuojelun suunnittelu oli samalla vaatimattomalla tasolla kuin Kanadassakin – sammutuskalustoa ja koulutettuja sammutusmiehiä onneksi löytyy riittävästi. Romanian viranomaisorganisaatiossa on kaikkiaan noin 100 henkeä ja paikallistarkastajia laitoksella on kaksi. ■

DI Olli Nevander,
turvallisuusinsinööri,
Fortum Engineering Oy,
ATS:n kansainvälisten asioiden
sihteeri sekä tämän lehden
uusi päätoimittaja.
puh. 010 453 2612,
olli.nevander@fortum.com



Ydinenergia-alan tietämys kasvaa tutkimusohjelmia ja koulutusta tehostamalla

Kauppa- ja teollisuusministeriön 10.3.2000 asettama ydinenergia-alan tietämyksen säilyttämistä ja kehittämistä pohtinut työryhmä on saanut työnsä valmiiksi. Työryhmän työn pohjaksi tehtiin kartoitus, jonka mukaan alan nykyinen asiantuntemus ja asiantuntijapalvelujen saatavuus ovat Suomessa korkealla tasolla.

Työryhmän mukaan julkiset tutkimusohjelmat ovat tuloksellinen tapa kehittää tietämystä. Nykyisten kaltaisia julkisia tutkimusohjelmia tulee työryhmän mukaan toteuttaa jatkossakin. Työryhmä kannustaa myös voimayhtiöitä jatkamaan teknologian kehittämistä ja laitosten modernisointihankkeita, koska ne edesauttavat tietämyksen säilyttämistä ja sen siirtämistä seuraavalle sukupolvelle.

Merkittävimmät ajankohtaiset muutokset toimintaympäristössä ovat energiamarkkinoiden vapautuminen ja ydinenergia-alan iäkkäiden asiantuntijoiden laajamittainen eläkkeelle siirtyminen. Muutoksiin alan toimintaympäristössä voidaan työryhmän mukaan vastata kehittämällä ydinenergia-alan tietämyksen tasoa jatkuvasti ja seuraamalla asiantuntijapalveluiden saatavuutta.

Ydinenergiasektorin uusien asiantuntijoiden tarve kasvaa eläkkeelle jäämistä takia kaksinkertaiseksi seuraavan 5-10 vuoden kuluessa. Korkeakoulujen ja yliopistojen nykyinen koulutuskapasiteetti riittää tämän tarpeen tyydyttämiseen. Ydinenergia-alan koulutuksen tasoa voidaan työryhmän mukaan kehittää osallistamalla aktiivisesti eurooppalaisten tutkimus- ja koulutusverkkojen toimintaan. Suomalaisilla opiskelijoilla ja tutkijoilla on niiden puitteissa mahdollisuus vieraila ydinalan osaamis- ja koulutuskeskuksissa ja osallistua tutkijavaihtoon.

Kauppa- ja teollisuusministeriö julkaisi ydinenergia-alan osaamista selvittävän työryhmäraportin Toimenpiteitä ydinenergia-alan tietämyksen säilyttämiseksi tänään KTM:n julkaisusarjassa työryhmä- ja toimikuntaraportteja (10/2000). Raportti löytyy myös internetosoitteesta:

<http://www.vn.fi/ktm/ajankohtaista/index.html>

Timo Haapalehto, KTM

ENS YGN Haagin ilmastokokouksessa

Poliittista pelleilyä ilmaston kustannuksella

Euroopan ydinteknisen seuran Young Generation Network (ENS YGN) oli mukana YK:n ilmastokokouksessa 13.-24.11. Haagissa. Tavoitteena oli päästä sopimukseen Kioton pöytäkirjan (1997) avoimista kohdista, jotta pöytäkirja olisi ratifioitavissa ja sen velvoitteet voisivat astua voimaan. Virallisten edustajien tehtävä ei ollut helppo, kun yhteensovittavana olivat mm.

Kioton sopimuksen tavoitteet maailman kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, rikkaiden teollisuusmaiden ja kehitysmaiden taloudelliset ja yhteiskunnalliset intressit, kansainvälinen politiikka sekä teollisuuden ja ympäristöjärjestöjen erilaiset käsitykset kestävästä kehityksestä ja keinoista siihen pääsemiseksi.



YG:n side bar event kokouksen ensimmäisellä viikolla. SKB:n Mathias Karlsson esittelee ydinpolttoaineen loppusijoitussuunnitelmia Ruotsissa.



Johtotiimi tuumaustauolla. ENS YG:n puheenjohtaja Gaston Meskens (2. vas.), Sama Bilbao y Leon (Pohjois-Amerikan YG:n puheenjohtaja, 4. vas.) ja Florence Avezou (5. vas.) apujoukkoineen

Kansainvälinen yhteisö heräsi jo 90-luvun alkupuolella seuraamaan muutoksia ilmakehässä. Huoli kasvihuoneilmaston voimistumisesta ja ilmaston lämpenemisestä johti konkreettisten kasvihuonekaasujen päästötavoitteiden asettamiseen YK:n ilmastokokouksessa Kirossa 1997. EU:n osalta tämä tarkoitti vertailukohdaksi valittuun vuoden 1990 tasoon nähden keskimäärin 8% päästövähennystä. EU:n sisäisen uudelleenjyvityksen jälkeen Suomen päästötavoitteeksi tarkentui säilyttää vuoden 1990 taso tavoitevuosina 2008-12.

Kioton mekanismit

Vuoden 1997 pöytäkirja sisältää yleisten tavoitteiden lisäksi kotimaisia toimia täydentäviä keinoja, joilla ilmastomuutosta voitaisiin torjua. Ns. Kioton mekanismeiksi kirjattiin kolme välinettä hallita energiatekniikan projekteja ja hiilidioksidipäästöjä.



Virallisia kokouksia seurannut YG:n "sininen" tiimi ensimmäisellä viikolla. Edustettuina USA, Kanada, Unkari, Suomi ja Meksiko.

Puhtaan kehityksen mekanismit (CDM) suunniteltiin teollisuusmaiden ja kehitysmaiden välisiin hankkeisiin, joissa teollistunut maa investoi kehitysmaassa toteutettavaan kasvihuonekaasupäästöjä vähentävään hankkeeseen. Tällöin kohdemaata saa edullisesti esimerkiksi uutta tuotantokapasiteettia kasvavaan energiantarpeeseensa, kun taas hanketta rahoittanut teollisuusmaa saa laskea saavutettuja päästövähennyksiä (tai säästöjä) omaan hiilidioksiditaseseensa. Toisena mekanismina on mainittu teollistuneiden maiden välillä toteutettavat yhteishankkeet (JI), joissa myös vähäpäästöisellä energiatekniikan investoinnilla toisessa maassa on mahdollisuus 'ansaita' päästövähennyksiä. Kolmantena välineenä on teollisuusmaiden välillä päästöoikeuksilla käytävä päästökauppa (ET). Tällöin kaupan toinen osapuoli saa ostaa oikeuksia CO₂-päästöihin joltakin omat päästörajansa alittavalta maalta hiilidioksidille määritellyllä maailmanmarkkinahinnalla – ainakin kauppaa jäljittelevissä simuloinneissa on saavutettu vähennyksiä kokonaispäästöissä.

Ongelmakysymykset

Kioton pöytäkirjan tavoitteiden kanssa on helppoa olla samaa mieltä, mutta niiden konkreettinen toteuttaminen ja valvonta on erittäin vaativa tehtävä. Yleisten periaatteiden muokkaaminen sitoviksi yhteisiksi säännöiksi on valtavan työn takana ja myös tämänvuotinen kokous tuotti pettymyksen. Suuria ongelmavyöhytejä oli useita. Hiilidioksiditasessa merkittävään asemaan nousevien hiilinielujen asemasta ei päästy yksimielisyyteen kun pääasiassa Yhdysvallat yritti niiden huomioida välttää varsinaisten päästöjen leikkaukset. Suuria ongelmakokonaisuuksia oli myös mm. etsittäessä yhteisiä sääntöjä ja keinoja, joilla tavoitettiin

den saavuttamista kontrolloidaan. Pöytäkirjan noudattamisen valvonta sekä valvontaelimen toiminta tilanteessa, jossa pöytäkirjan määräyksiä on laiminlyöty tai rikottu olivat erityisen vaikeita neuvoteltavia asioita. Kehitysmaille tärkeitä kysymyksiä olivat toimintakyvyn vahvistaminen, teknologian siirto, sopeutuminen ilmastomuutoksiin sekä näitä pyrkimyksiä tukeva rahoitus. Teollisuusmaiden lupaama lisärahoitus kehitysmaiden ilmastohankkeille ei tyydyttänyt kehitysmaita.

Ydinvoiman tilanne

Ydinvoiman CO₂-päästöttömyys liittyi Haagin COP 6 -kokouksessa konkreettisimpiin neuvotteluihin, joissa pyrittiin määrittelemään tarkemmin CDM-, sekä myös JI-projektien sisältöä. Ydinvoimaprojektit tarjoaisivat mahdollisuuden rakentaa merkittä-

viäkin määriä kapasiteettia kehittyviin maihin lisäämättä kuitenkaan kasvihuonekaasupäästöjä. Kokouksen aikana keskusteltiin listoista, joilla määriteltäisiin CDM-projekteissa käytettävissä olevat teknologiat (ns. positiivinen lista). Hollannin ympäristöministeri Jan Pronkin viime hetken hylätty kompromissiesitys olisi asettanut yksin ydinvoimaprojektit ns. negatiiviselle listalle. YG-joukkomme, kuten myös esimerkiksi USA:n, päällin ja oli saada ydinvoimalle samat lähtökohdat kuin muillekin CDM-kriteerit täyttävälle tekniikoille. Tällöin mitään energiantuotantomuotoa ei suljettaisi etukäteen pois, vaan kohdemaalla olisi mahdollisuus omista lähtökohdistaan päättää, mikä heidän tapauksessaan on kestävä teknologia ja mikä tekniikka maan oloihin parhaiten sopii.

Kansainvälisen YG:n toiminta COP 6:ssa

Mikä oli muuttunut aikaisemmasta? Kiotosa 1997 ydinenergianuorten esiintyminen tuli monille yllätyksenä ja sitä kautta saatiin paljon 'ilmaista' julkisuutta. Vielä -98 uutusefekti oli voimissaan. Viime vuoden Bonnin kokous antoi jo viitteitä siitä että suhtautuminen oli muuttumassa – tänä vuonna jotkut kuvasivat mm. muiden tarkkailijaorganisaatioiden suhtautumista aikaisempaan verrattuna jopa vihamieliseksi. Ydinvoima jakaa mielipiteitä edelleen hyvin voimakkaasti.



ENS YG:n puheenjohtaja Gaston Meskens lehtihaastattelussa.

Päivittäisessä toiminnassa 20-30 hengen joukkomme oli jaettu kolmeen ryhmään, joista yksi seurasi virallisia kokousistuntoja, toinen osallistui kokouksen oheistapahtumiin sekä oli vastuussa tiedotuksesta lehdistölle ja kotiorganisaatioihin ja kolmas järjesteli päivittäistä käytännön toimintaa. Ensimmäisen viikon viralliset kokoukset olivat paljolti hidasta, lähes uuvuttavaa eri asiakokonaisuuksien tekstien hiomista ja muokkaamista. Suuri osa todellisista neuvotteluista käytiin pienemmissä ryhmissä suljettujen ovien takana. Toisella viikolla ministerien saavuttua paikalle kokouksen painopiste muuttui teknisten asioiden käsittelystä poliittisen ilmapiiriin luomiseen sekä asioiden käsittelyyn ministeritasolla loppuviikkoa kohden tiukentuviissa neuvotteluissa.

COP 6:ssa oli paljon oheistapahtumia

Oheistapahtumat oli järjestetty yksittäisten teemojen ympärille. YG järjesti ensimmäisellä viikolla kaksi varsin hyvän menestyksen saanutta tilaisuutta käsitellen mm. ydinvoiman roolia CDM:ssä. Lisäksi ensimmäisen viikon perjantaina järjestettiin hyvin onnistunut vierailu Borsselele ydinvoimalaitokselle ja sen vierellä olevaan tuulipuistoon. Ensimmäisen kokousviikon aikana jätetty TVO:n periaatepäätöshakemus viidenestä reaktorista nousi luonnollisesti puheenaiheeksi, jopa siinä määrin että pieni joukko aktivisteja pidettiin Suomen suurlähetystön edustalla järjestetyn laittoman mielenosoituksen vuoksi. Monissa epävirallisissa keskusteluissa esiin nousi huoli siitä, että laajamittainen investointi ydinvoimaan heikentäisi ydinvoimaan verrattuna tuotantorakenteeltaan erilaisten uusiutuvien energialähteiden tulevaisuudennäkymiä. Ydin- ja tuulivoiman yhteisesittely Borsselessä toimi hyvänä siltana erilaisten kestävien energiaratkaisujen välillä – missä mahtavat viipyä suunnitelmat tuulipuistoista Olkiluodon ja Hässtholmenin edustalla?

Toisella viikolla YG-joukko rakensi viimevuotisen Bonnin kokouksen malliin 900 ilmapallosta kaaren symboloimaan niitä 1800 miljoonaa CO₂-tonnia, joiden päästöstä ilmakehään vältytään vuosittain käyttämällä ydinvoimaa. Alkuperäinen suunnitelma oli ollut toteuttaa kaari ulkona konferenssarakennuksen edustalla, mutta sääoloista johtuen haettiin lupaa siirtää rakennelma sisälle suureen halliin, jossa lehdistökeskus



YG:n informaatiotiski. Ruotsalaiset Rickard Bökman ja Sofia Boström ja Framatomen Patrick Teyssier sekä pöydällä hitiksi nousseet stressipallot.

ja delegaatioiden tilat sijaitsivat. Lupa saatiinkin, mutta jostakin vielä hieman epäselvästä syystä kaari poistettiin näkyvältä paikaltaan ennenkuin virallisia avajaisia ehdittiin edes pitää.

Kokouksen tulos oli pettymys

Haagin COP 6 -ilmastokokous epäonnistui tavoitteessaan konkretisoida keinot Kioton

tavoitteisiin pääsemiseksi. Neuvotteluille kaavaillaan jatkoa vuoden 2001 keväällä Bonnissa. Seuraava YK:n ilmastopöytäkirjan osapuolikokous (COP 7) pidetään Marrakechissa Marokossa loka-marraskuussa 2001. Haasteista ei tule puutetta niin kauan kuin fossiilisten polttoaineiden verotuksen lisääminen on USA:ssa kielletty puheenaihe ja kotimaisista päästövähennyksistä yritetään päästä kuin koina veräjästä hiilinieluihin vedoten (Yhdysvallat tuottaa n. 25% kaikista maailman CO₂-päästöistä), tai kun EU ei pysty muodostamaan selkeää yhteistä kantaa vaan sen rintama rakoilee. Vaikka Kioton mekanismit on kehitetty länsimaiden lähtökohdista, eivät kaupalliset intressit ja kansallinen voitontavoittelu välttämättä anna parhaita lähtökohia yleismaailmallisten tavoitteiden saavuttamiseen. Ratkaisu ilmastoon hyväksi tulee vaatimaan kompromisseja kaikilta osapuolilta ja jonkinlaista muutosta maailmalla vallitsevaan energiapolitiittiseen linjaan. Kestäviä energiavaihtoehtoja kyllä on tarjolla, mutta monesti eri vaihtoehtoihin liittyvä hinta jää epäselväksi. Tässä palapelissä ydinvoimalla on kiistatta paikkansa niin ympäristövaikutusten kuin kustannusten suhteen, kuten YG asian Haagissa ilmaisi, "osana kestävää kokonaisratkaisua".

Village Power 2000
4.-7.12. 2000, Washington
<http://www.villagepower2000.com/>

12th Meeting of the Parties
to the Montreal Protocol
11.-15.12.2000, Ouagadougou
<http://www.unep.org/ozone/12mop.htm>

Eight Session of Working Group I of the
Intergovernmental Panel on Climate Change
17.-20.1.2001, Shanghai
<http://www.ipcc.ch>

12th Global Warming International Conference
& Expo - Kyoto Compliance Review,
8.-11.4.2001, Cambridge UK
<http://www2.msstate.edu/>

UNFCCC SB-14/Resumed COP 6,
21.5.-1.6.2001, Bonn
<http://www.unfccc.int>

UNFCCC COP 7,
29.10.-9.11.2001, Marrakech
<http://www.unfccc.int>

Mikko Pihlatie, Fortum Engineering Oy
Marjo Mustonen, Teollisuuden Voima Oy

OPTIOITA

Optiot ovat viime vuosina tulleet kaikille tutuiksi, tosin useimmille vain rajallisessa merkityksessä. Itse käytin sanaa optio tai oikeastaan option ensi kerran joskus 1970-luvun alkupuolella, kun kirjoitin käyttöohjetta laatimalleni tietokoneohjelmalle. Siinä sana oli alkuperäisessä merkityksessään valinta osoittamassa ohjelman käyttäjälle, että parametrin arvoa muuttamalla ohjelma tekee laskun valitulla tavalla. Sama käyttötapa on varmaan käytössä vieläkin, vaikka ohjelmien lähtötietoja ei enää syötetäkään reikäkortteilla.

Päättäneen vuosikymmenen aikana optiot nousivat arvoon arvaamattomaan – aivan sananmukaisesti. Tarkoitin tietysti amerikkalaisperäisiä palkan jatkeita, joiden ilmenemismuotoja itse kukin tutkisteli loppusyksystä. Miljoona oli pientä valuuttaa niin markkoina kuin euroinakin nokialaisten johtajien palkkussissa. Nämä optiot eivät tietenkään liikuta meitä tavallisia pulliaisia – puhunkin niistä pelkästään akateemisesta mielenkiinnosta.

Kansan syvillä riveilläkin on toki omat optionsa. Mahdollisuus valintaan oli lokakuussa kunnallisvaalien yhteydessä, ja sellainen toistuu säännömukaisesti erilaisissa vaaleissa. Nämä optiot eivät tietenkään tuota miljoonia omalle tilille, mutta niiden avulla itse kukin voi yrittää vaikuttaa siihen, ketkä ovat päätöksiä tekemässä. Päätökset puolestaan heijastuvat talouselämän kehityksessä ja sitä kautta kansalaisten tulososassa.

Ydinvoimakin on optio, erityisesti nyt kun Teollisuuden Voima on jättänyt periaatepäätöshakemuksen viidennestä ydinvoimalasta. Tai ydinvoima on optio, kun eduskunta on vahvistanut hallituksen myönteisen päätöksen. Ydinvoima on eräs vaihtoehtoisista sähköntuotantomuodoista, jolle on osoitettavissa monta

etua, kuten päätöshakemuksesta käy ilmi. Tässä lehdessä on turha ryhtyä luettelemaan näitä etuja, ja nehan löytyvät Internetistä nykyaajan mallin mukaan.

Hakemuksen jättämisen jälkeen tapahtunut julkinen keskustelu on ainakin minulle jättänyt sen vaikutelman, että eri osapuolet ovat ymmärtäneet hyvin, millaisessa valintatilanteessa olemme juuri nyt. Niin ydinvoiman kannattajat kuin vastustajatkin ovat argumentoineet siitä lähtien, että kyseessä on periaatepäätös – aivan sananmukaisesti: hyväksymmekö ydinvoimavaihtoehdon vai hylkäämmekö sen. Nyt on otettava kantaa siihen, onko ydinvoima nykyaikaan sopiva tuotantomuoto poliittisesti, taloudellisesti, teknisesti ja ympäristön kannalta. Vihreä Lanka suorastaan paheksui sitä, että eduskunnalta pyydetään asiasta vain periaatepäätöstä. Mistähän eduskunnan sitten pitäisi päättää – laitostyypistäkö?

Ydinvoimakeskustelua pitkään seuranneelle on ilmeistä, että nykyinen keskustelu on asiallisempaa ja laaja-alaisempaa kuin edellinen väittely kymmenkunta vuotta sitten. Kumpikin osapuoli on varustautunut siihen hyvin keräämällä kunnollisen perusteluarsenaalin. Eri asia on, että useimpien keskustelijoiden näkemykset on löyty enakkoon lukkoon eikä niihin voi asiallisin perustein vaikuttaa. Ydinvoiman vastustaminen on uskon asia. Aidolle antinukleaarille ydinvoima on poliittisesti haitallinen, taloudellisesti kilpailukyvytön, teknisesti vanhentunut ja ympäristölle vaarallinen. Hänelle se on optio yhtä vähän kuin turkis eläintensuojelijalle.

Uutta ydinvoimakeskustelussa on asian yhdistäminen ilmastokysymyk-



seen. Erityisen paljastava on vastikään julkaistun mielipidetutkimuksen tulos: enemmistö kansalaisista vastustaa uutta ydinvoimaa, mutta hyväksyy sen, jos se edistää ilmasto-ongelman ratkaisua. Insinööriille tässä on looginen kummajainen: miten voi samanaikaisesti kannattaa ja vastustaa? Mutta nämä ihmiset ajattelevatkin toisin: he ovat epäluuloisia eivätkä ollenkaan vakuuttuneita siitä, että ydinvoima helpottaisi ilmastokysymyksen ratkaisua.

Tästä tullaankin kansanäänestykseen, jota on esitetty asiasta päättämiseksi. Mielenkiintoista vain on, että moni ei taida tietää, mistä silloin päätetään. Kansanäänestys sopii selvään valintaan, joka koskettaa suoraan kansalaisia, kuten kieltolaki tai EU-jäsenyys. Ydinvoimakansanäänestystä voi aivan hyvin verrata kansanäänestykseen siitä, hyväksytäänkö Kioto-pöytäkirja, tai siitä, mihin toimenpiteisiin tulisi ryhtyä sen velvoitteiden täyttämiseksi. Valintahan siinäkin on kyseessä. Varmaa ainakin on, että paljon saa tulvavettä virrata niin Van-taassa kuin monissa muissakin joissa, ennen kuin keskustelu asiasta on päättynyt.

Onnistunut syysseminaari ennusti PAP:ia



Maanantaina 6.11.2000 järjesti KTM aamupäivällä perinteisen neuvottelukuntiansa seminaarin, ja iltapäivällä ATS yhtiön perinteisen syysseminaarin. Jälkimmäinen oli todellinen yleisömenestys, sillä paikalla oli noin 150 ATS:n ystävää. Sisältönsä puolesta tilaisuus ennakoiti PAP:ia eli 15.11.2000 Teollisuuden Voima Oy:n periaatepäätöshakemusta uudesta ydinvoimalaitoksesta Suomeen.

Fortumin YVA:ssa julkaistiin tällainen fotomontaasi Hästholmenista, jonka eteläpäässä on Loviisa 3.

Suomen Atomiteknillisen seuran syysseminaarin leppoisa juontajana toimi seuran puheenjohtaja Harri Tuomisto. Iltapäivän aloitti KTM:n Taisto Turunen, joka selvitti ennusteen ja skenaarion eroja; skenaario ei ohjaa kehitystä, vaan näyttää erään kehitysmallin tietyillä reunaehdoilla. Turunen kertoi myös KTM:n Internet-sivuista, joilla esitetään ministeriössä tehtyä työtä esimerkiksi ilmastopoliitikasta. Turunen ei turhaan kehumut ministeriönsä Internet-sivuja, sillä 15.11. jätetty PAP oli kait seuraavana päivänä luettavissa ministeriön sivuilta!

Finergyn Juhani Santaholma esitti tietoja Suomen ja Pohjolan energiatilanteen kehityksestä. Finergyssä tänä vuonna tehty tut-

kimus energiatarpeen kasvusta vuoteen 2015 mennessä osoittaa, että Pohjolassakin on tarvetta uudesta kapasiteetista, vaikka juuri nyt tarvetta ei ole.

Perusteellisen katsauksen pohjoismaisista sähkömarkkinoista esitti TKK:n Pekka Pirilä. Hänen erinomaiset kalvonsa osoittivat kuulijoille, että yksinkertaisten energiataloudellisten perusasioiden alta löytyy yllättäviä uusia asioita. Avautuneet sähkömarkkinat etsivät vielä suuntaansa, ja kaikki ohjausmekanismit eivät vielä toimi. Sähkön halpa hinta ei ehkä ole pysyvä ilmiö, mutta juuri nyt se vaikuttaa investointihalukkuuteen negatiivisesti.

Pirstävän mausteen Brysselistä toi Jorma Routti. Hänen esityksensä fuusioener-



Teollisuuden Voima Oy:n YVAssa näytti Eurajoen Olkiluoto tällaiselta. Olkiluoto 3 sijaitsee nykyisten laitosten luoteispuolella.

gian edistymisestä toi mieleen opiskeluajan luennot ydinfysiikasta. On helppo kuvitella, että Routti pystyy vakuuttamaan kuulijansa kielellä kuin kielellä ja aiheesta kuin aiheesta, niin loistava esiintyjä professori on. Routti kertoi EU:n olevan tärkeän ratkaisun edessä fuusiotutkimuksen rahoituksessa. En ole ainakaan sanomalehdistä nähnyt tulosta, vaikka Routti ennusti päätöksen olevan tulossa pian. Mini-ITER olisi merkittävä askel eteenpäin tällä ydintekniikan alueella.

Takaisin Pohjolaan yleisön toi PVO:n Timo Rajala. Hänen katsauksensa ydinvoiman lisärakennushankkeeseen oli naseva ja selkeä; on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista rakentaa viides ydinvoimalaitos ja teollisuus etenee asiassa määrätietoisesti. 6.11. yleisössä oli vielä epäileviä Tuomaita jopa PAPI:n jättämisen suhteen, mutta Rajalan päättäväisyys kyllä vakuutti heistä monet.

Fortum on joutunut kohtaamaan avautuneiden sähkömarkkinoiden realiteetit. Heikki Raumolin setvi näitä realiteetteja yleisölle, ja ydinsähkön kustannusrakennetta sekä Suomeen rakennettavan ydinvoiman hyviä ja huonoja puolia taloudellisen kilpailukyvyn kannalta. Fortumin uusi toimitusjohtaja Mikael Lilius on todennut, että ensin on saatava positiivinen periaatepäätös, ja vasta sitten voidaan pohtia investointipäätöstä.

Lisärakennushankkeen laitosvaihtoehdot esitteli Tapio Saarenpää. Hänen asiallisen ja kattavan esityksen eräs piirre oli huumori, jolla Tapio käsitteli eri laitosvaihtoehtoja. TVO on lujasti päättänyt, että kaikki laitosvaihtoehdot on käsiteltävä tasapuolistakin tasapuolisemmin, ja tämän voi tehdä myös hausalla tavalla. Oheiset kuvat ovat Fortumin ja TVO:n YVA-prosessien aitoja tuotteita, mutta saaret ja laitokset voivat todellisissa vaihtoehdoissa mennä ristiinkin. Tuleva voimalaitostyyppi ja laitospaikkakunta ratkaistaan myöhemmin, ja sijoituspaikkavaihtoehtoina ovat edelleen tasavertaisesti Olkiluoto ja Loviisa ja teknisinä vaihtoehtoina kiehutus- ja painevesiteknologia.

Seminaari jatkui yleiskeskusteluna, joka toki oli jo alkanut kahvitauolla ja varsinaisen tilaisuuden jälkeen. Harri Tuomisto jakoi myös tämän lehden vuoden 1999 parhaalle kirjoittajille palkinnot. Olli Nevander ja Keijo Valtonen saivat nämä jo perinteeksi muodostuneet kunnianosoitukset. Kerrottaisiin, että palkittavat valitaan äänestyksellä, johon osallistuvat ATS Ydintekniikan toimittajat ja Seuran johtokunta.

Syysseminaarissa oli aistittavissa sekä epäilyä että optimismia ydintekniikan tulevaisuudesta Suomessa. Silti monet ATS:n jäsenet yllättyivät varmasti iloisesti keski-aikeena 15.11., kun Teollisuuden Voima

Oy jätti periaatepäätöshakemuksen lisäydinvoimasta joko Hästholmenille tai Olkiluotoon.

Seuraavat pari vuotta Suomi keskustelee jälleen energiapolitiikasta, ja lopulta yhteiskunta tekee päätöksen kokonaisedustaan. ATS on varmasti keskustelussa mukana, ja uskonpa että valtaosa jäsenistöstämme toivoo positiivista periaatepäätöstä.

Di Jorma Aurela on Fortumin Loviisan voimalaitoksen turvallisuusinsinööri ja tiedotuspäällikkö sekä ATS Ydintekniikka-lehden päätoimittaja vuoden 2000 loppuun asti, puh. 010 455 3070, jorma.aurela@fortum.com.



JÄSENHAKEMUS - MEDLEMSANSÖKNING

Täydellinen nimi _____
Fullständig namn _____

Kotiosoite _____
Hemadress _____

Postitusosoite _____
Postadress _____

Puhelin kotiin _____ toimeen _____
Telefon hem _____ tjänst _____

Toimipaikan osoite _____
Tjänstadress _____

Telekopio & E-mail toimeen _____
Telefax & E-mail till tjänst _____

Syntymävuosi / Opinnot ja suoritettut tutkinnot
Födelseår / Studier och avlagda examina

19 ____ / _____

Nykyinen toimipaikka ja tehtävä tai virkanimike
Nuvarande tjänst och uppdrag eller yrkesbenämning

Aikaisempi toiminta _____
Tidigare verksamhet _____

Paikka ja aika _____
Ort och datum _____

Suosittelijat (nimikirjoitus ja nimenselvennys)
Förordarna (namnteckning och förtydligande)

Hyväksytty johtokunnassa _____
Godkänt av Direktionen _____

Kutsu lähetetty _____
Kallelse sänd _____

Kopioi tästä !

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA -

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



Kannatusjäsenet:

ABB Power Oy
Fortum Oyj
Fintact Oy
Oy Helium Gas Research HGR Ltd
Kemira Oy, Energia
Mercantile-KSB Oy Ab
NAF Oy
Patria Finavitec Oy
Perusvoima Oy
Pohjolan Voima Oy
Posiva Oy
PRG-Tech Oy
Rados Technology Oy
Platom Oy
Saanio & Riekkola Oy
Siemens Osakeyhtiö
Soffco Oy Ab
Suomen Atomivakuutuspooli
Teollisuuden Voima Oy
VTT Energia
VTT Kemiantekniikka
VTT Valmistustekniikka
YIT-Huber Oy

ATS internetissä:

<http://www.ats-fns.fi>