



ATS

YDINTEKNIikka

SISÄLTÖ

NEUVOSTOLIITTO

Naapurimaan seuran vieraana	1
Nuclear power in the USSR — status and prospects	2
ATS:n ulkomaan opintomatka	
Neuvostoliittoon 1.—9.10.1990	6
Yleiskatsaus Neuvostoliiton ydinenergiaan	8
Vierailukohteet	10
Ydinvoimatiedotus Neuvostoliitossa	19
Ydinturvallisuusvalvonta Neuvostoliitossa ja yhteistyö säteilyturvakeskuksen kanssa	20
Suomen energiatulevaisuus — merkitys teollisuudelle	22
Loviisan polttoainehuolto	24
Suomalaiset ja energiapolitiikka 1990	26
Kanada ja ydinenergia	32
Sihteerin sana	35
Ytimekkäät	35
Lyhyesti maailmalta	38
English abstracts	
Special issue: Soviet Union	39

ATS

YDINTEKNIikka

4/90, vol. 19

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura —
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

TOIMITUS

Päätoimittaja
DI Heikki Raumolin
Perusvoima Oy
PL 138, Malminkatu 16
00101 Helsinki
P. 90-60906017

Erikoistoimittaja
FK Osmo Kaipainen
Teollisuuden Voima Oy
Fredrikinkatu 51—53
00100 Helsinki
P. 90-605022

Erikoistoimittaja
DI Jorma Aurela
Imatran Voima Oy
PL 23
07901 Loviisa
P. 915-550576

Erikoistoimittaja
DI Kirsti Tossavainen
Säteilyturvakeskus
PL 268
00101 HELSINKI
P. 90-708 2388

Toimitussihteeri
DI Pertti Salminen
Teollisuuden Keskusliitto
PL 220, Eteläranta 10
00131 Helsinki
P. 90-180 9233

JOHTOKUNTA

Pj DI Ilkka Mikkola
Teollisuuden Voima Oy
Fredrikinkatu 51—53 B
00100 Helsinki
P. 90-605022

Vpj. TKT Rainer Salomaa
TKK/Teknillisen fysiikan laitos
Otakaari 2
02150 Espoo
P. 90-4513199

Rh DI Anna-Maija Kosonen
VTT/Metallilaboratorio
PL 26
02151 Espoo
P. 90-4566858

Siht. DI Jussi-Pekka Palmu
Imatran Voima Oy
PL 112
01601 Vantaa
P. 90-5084562

Jäs. DI Klaus Kilpi
VTT/Ydinvoimatekniikan laboratorio
Lönrotinkatu 37
00180 Helsinki
P. 90-648931

Jäs. DI Leif Blomqvist
Säteilyturvakeskus
PL 268
00101 Helsinki
P. 90-70821

Jäs. DI Jorma Kotro
Imatran Voima Oy
Pl 112
01601 Vantaa
P. 90-5082416

TOIMIHENKILÖT

Yleissihteeri
DI Petra Lundström
Imatran Voima Oy
PL 112
01601 Vantaa
P. 90-5085422

Kans.väl.yhteyks.siht.
DI Klaus Kilpi
VTT/Ydinvoimatekniikan lab.
Lönrotinkatu 37
00180 Helsinki
P. 90-648931

Eksperttisihteeri
DI Jorma Aurela
Imatran Voima Oy
PL 23
07901 Loviisa
P. 915-550576

ATS-Info puheenjohtaja
DI Antti Hanelius
Suomen Voimalaitosyhdistys ry.
Lönrotinkatu 4 B
00120 Helsinki
P. 90-602944

DI Ilkka Mikkola on TVO:n polttoainetoimiston päällikkö ja ATS:n puheenjohtaja, p. 90-605 022.

ATS YDINTEKNIikka (19) 4/90

NEUVOSTOLIITTO

Vuoden 1991 numeroiden teemat ovat:

- No. 1 Ydinjätehuolto
dead-line 31.1.
- No. 2 Ydinvoiman
jatkorakentaminen
dead-line 30.4.
- No. 3 ATS 25 vuotta
- No. 4 Espanja

Vuosikerran tilaushinta muilta kuin
ATS:n jäseniltä: 200 mk

Ilmoitushinnat: 1/1 sivua 1500 mk
1/2 sivua 1000 mk
1/3 sivua 700 mk

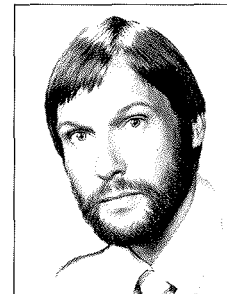
Toimituksen osoite:

ATS Ydintekniikka
c/o Pertti Salminen
Teollisuuden Keskusliitto
Eteläranta 10, PL 220
00131 Helsinki
p. 90-180 9233
telefax 90-180 9209

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

ISSN-0356-0473

Ilkka Mikkola, TVO



Naapurimaan Seuran vieraana

Suomen Atomiteknillisen Seuran ulkomaan opintomatka tehtiin tänä vuonna Neuvostoliittoon 1.—9.10.1990. NL:n vastaava seura näytti matkalaisille uraanisähkön tuotannon ja polttoainehuollon nykytilaa maassaan. Lopuksi pieni ryhmä lensi Tsheljabinskiin saakka, josta 70 km pohjoiseen osoitteessa Tsheljabinsk-40 ryhmälle näytettiin sekä uraanin sotilassoveltutuksen historiaa alkaen vuodesta 1948 että vuonna 1977 valmistunutta ydinvoimalaitosten (VVER-440), jäänsärkijöiden ja tutkimusreaktoreiden käytetyn polttoaineen jälleenkäsittelylaitosta. Toinen ryhmä kävi Tshernobylissä.

Neuvostoliitossa ollaan pyrkimässä kohti länsimaisen reaktoriturvallisuuden tasoa. Muutamia reaktoreita on tästä syystä suljettu, ja monien kohdalla on lähivuosina tehtävä päätös joko muutostöistä tai sulkemisesta. Rahoitus tulee olemaan suuri ongelma.

Uusissa vesireaktoreissa on suojarakennus. Suunnittelyyhteistyö suomalaisten ja saksalaisten kanssa vaikuttaa kehitykseen ja kansainvälinen yhteistyö parantanee käytäntöä erilaisten pienten puutteiden kuten paloturvallisuuden yms. suhteen. RBMK-reaktorien sydämen perusfysiikkaa on muutettu turvallisemmaksi, mm. positiivista aukkerointia on pienennetty, joskin negatiiviseksi sitä ei ole saatu.

Ydinpolttoainetehtaan ja VVER-440 -polttoaineen jälleenkäsittelylaitoksen menetelmät ovat nykyään periaatteeltaan enimmäkseen samanlaisia kuin Länsi-Euroopassa. Uraani käytetään uudelleen RBMK-reaktoreissa ja plutonium varastoidaan nopeita reaktoreita varten, joiden työmaan myös näimme. Jäteliemien kiinteytystä varten on rakennettu lasitus- ja bitumointilaitokset, joihin ei tutustuttu. Laitteet ovat verraten vanhaa mallia, mutta ilmeisesti ne toimivat asianmukaisesti osaavan henkilökunnan hoidossa.

Samaa ei voida sanoa plutoniumin tuotannosta sotilastarkoituksiin 1940- ja 1950-luvuilla; henkilökunta sai kymmenien ja satojenkin remien vuosiansiä ja jätettä päästettiin suoraan vesistöön.

Heinäkuussa suljetun ja puhdistetun grafiittiputkityyppisen plutoniumin tuotantoreaktorin uumenissa kulkiessamme kuulumme, että Tsheljabinskin — ei toki NL:n — viimeinenkin ”tuotantoreaktori” suljetaan 1.11.1990, ilmeisesti aserajoitussopimusten perusteella. Henkilökuntaa on koulutettu mm. Ignalinaan.

Näiden reaktoreiden tuottaman plutoniumin silloin asetaatti-nitraattiin perustuva liemi kuumeni ja jätessä räjähti kemiallisesti vuonna 1957. Aktiivisuutta sisältävä laskeuma ulottuu 5—10 km leveänä kaistana Tsheljabinskista kauaksi pohjois-koilliseen. Mittasimme kaistalla noin kaksi kertaa taustasäteilyä korkeampia arvoja (0,2 mikroSv/h), mutta kaistalla saatiin esiintyvän arvoja 0,8 mikroSv/h asti. (Mainittakoon, vertailun vuoksi, että lentokoneessa Moskova-Helsinki säteilytaso oli 10 km korkeudessa 2 mikroSv/h.)

Neuvostoliitossa on ennen salailtu mainittuja asioita ja mm. ”Tsheljabinsk-40” puuttuu kartalta. Tästä syystä viranomaisiin ei luoteta ja ydinvoimaohjelmakin kohtaa suunnattomia vaikeuksia. Uusien ydinvoimalaitosten vastustus on voimakasta myös alueen miljoonakaupungissa Tsheljabinskissa, vaikka sielläkin fossiilienergian harmaanruskeana tupruava savu peittää tienoot.

Meidän on syytä toivottaa energia-alan kollegoille NL:ssa tarmoa ja menestystä heidän työskennellessään vaikeissa oloissa sen hyväksi, että energiatuotannon kaikkia muotoja kehitetään NL:ssa turvallisemmiksi ja puhtaammiksi.



Ydinvoimatalouden tulevaisuus Neuvostoliitossa

Ydinvoima on ollut loistava esimerkki sotateknologian muuntamisesta rauhanomaiseen käyttöön, mitä neuvostoliittolaiset ydinvoiman kehittäjät ovat ajatelleet jo käytännöllisesti katsoen samanaikaisesti ydinaseen kehittämisen kanssa. Ydinpolttoainekiertoa ja erikoiskoneenrakennusta varten perustetut yritykset ovat luoneet vankan teollisen pohjan ydinvoimataloudelle. Ihmisten mieleen ovat kuitenkin jääneet yhteydet tämän energialähteen sekä Hiroshiman ja Nagasakin kauhujen välillä, mistä on aiheutunut yhteiskunnan pitkään jatkunut kielteinen asennoituminen kaikkeen ydinenergian käyttämiseen.

SNTL:ssa 60-luvun lopussa käynnistetty ohjelma ydinenergian pikaiseksi käyttöönottamiseksi syntyi selvien taloudellisten perusteiden pohjalta. Kun maan polttoainehuolto on täysin turvattu omilla fossiililaisilla polttoainearvoilla ja niitä on riittänyt viintiinkin, on maan talouselämä havainnut yhä tuntuvammin energian kulutuksen ja tuotannon jakautuvan epätasaisesti maan sisällä — tärkeimmät kuluttajat sijaitsevat SNTL:n Euroopan puoleisella alueella, kun energialähteet taas sijaitsevat Siperian alueella. Se, että maakaasujohtojen runkolinjojen yhteenlaskettu pituus on nykyisin 150 000 km ja rautateiden kuljetuskapasiteetista 40 % muodostuu hiilikuljetuksista kertoo erittäin havainnollisesti tästä energian kulutuksen ja tuotannon maantieteellisestä epätasaisuudesta.

Toisaalta, nykyisin jo 20 vuotta jatkuneet tieteelliset tutkimukset, suunnittelutoiminta ja huolellinen perehtyminen moniin erityyppisiin reaktoreihin (raskasvesireaktorit, kvyet kiehumisvesireaktorit, höyryn ydintulitusreaktorit ym) on mahdollistanut kahden reaktorikonseptin, painevesireaktorien (VVER) ja vesijäähdytteisten grafiittireaktorien (RBMK), valitsemisen suuren mittakaavan teollisuuskäyttöä varten.

Polttoainehuoltonsa puolesta täysin turvautunut ydinvoimaohjelman äärimmäisen

STATUS OF NUCLEAR POWER OF JANUARY

1. NUMBER OF NPP	15
2. TOTAL POWER	37.75 MILLION KW
3. NUMBER OF POWER UNITS AMONG THEM: WITH RBMK WITH VVER WITH REACTOR OF OTHER TYPES (EGP-6, BN-600, BN-350)	47 16 25 6
4. UNDER CONSTRUCTION	10 NPPs 22 POWER UNITS 22 MILLION KW
5. UNDER RESEARCH AND DEVELOPMENT	6 NPPS 14 MILLION KW

nopeaa etenemistä, 190 GW installoitua tehoa vain kolmen vuosikymmenen aikana, on hidastanut alkuvaiheessa vain koneenrakennusteollisuuden jälkeensä jääneisyys. Kuitenkin, 80-luvun puoliväliin mennessä ydinenergiaa on otettu vuosittain käyttöön 4—5 GW (sähkötehoa), ottamalla käyttöön 1000—1500 MW:n tehoisia kaupallisia ydinvoimalaitosyksiköitä.

Ydinenergiaa on ryhdytty ottamaan käyttöön teollisuuden tarpeisiin ja yhteiskuntien kaukolämpöhuoltoon. Samalla on kehitetty suuritehoisia nopeilla neutroneilla toimivia hyötöreaktoreita, jotka ovat luoneet pohjaa ydinvoimatalouden pitkäaikaiselle polttoainehuollolle.

Tähän mennessä ydinenergia on saavuttanut merkittävän aseman voimataloudessa. Ydinenergialla tuotetaan vuosittain yli 210 miljardia kWh tai yli 12 % maan sähköenergiasta. Ydinvoiman osuus sähkötuotannosta Neuvostoliiton teollisesti kehittyneimmillä alueilla on vielä tätäkin huomattavasti korkeampi: 22 % SNTL:n keskiosien verkon alueella, 23 % Ukrainan verkon alueella ja 33 % luoteisosien verkon alueella.

Tshernobylin vaikutus

Tshernobylin onnettomuus on muodostanut käännekohdan maan ydinenergiaohjelman kehitykselle. Yhteiskunnassa on alkanut kasvava vastustus ydinvoiman edelleen kehittämistä kohtaan. Vastustuksen syinä ovat olleet sekä onnettomuuden tosiasialliset vakavat seuraukset että myös yleisessä mielipiteessä liioitellut maailmanlaajuisen katastrofin mielikuvat pitkäaikaisista valtavien maa-alueisiin ja miljooniin ihmisiin ulottuvista tuhoisista vaikutuksista. Ensimmäinen tulos tästä yleisestä suhtautumisesta on ollut uuden ydinenergian käyttöönottosuunnitelmien jyrk-

kä supistuminen. Viime aikoina on keskeytetty työt 15 rakenteilla olevalla laitospaikalla ja 20 tutkittavana olevalla laitospaikalla. Suora taloudellinen tappio näistä "hukkaanheitetyistä" investoinneista on jo noin kaksi miljardia ruplaa. Kaikkein radikaaleimmista ehdotuksista on vaadittu täydellistä ydinenergian käytöstä luopumista.

Paikallisesti ja osavaltiotasolla on tehty yhä uusia ydinlaitosten rakentamista tai laajentamista estäviä päätöksiä. On todettava, että ainoa osavaltio, joka tällä hetkellä osoittaa kiinnostusta ydinenergian kehittämiseen, on Liettua, josta sivumennen sanoen aikoinaan on alkanut rakenteilla olevien laitosten jäädyttäminen. Erikoista maan yhteiskunnallisessa tilanteessa on se, että kansan vastustus ulottuu voimatalouden lähes kaikkeen kehittämiseen: suurten vesivoimalaitosten rakentamiseen, hiiltä käyttävien yhdistettyjen sähköä ja lämpöä tuottavien voimalaitosten rakentamiseen, suurten maakaasukenttien käyttöönottoon jne. Näissä olosuhteissa on uusien energiantuottolaitosten käyttöönotto pudonnut alimmalleen sitten Suuren isänmaallisen sodan.

Tshernobyli ei kuitenkaan ole poistanut maan taloudellisia ja ympäristöllisiä vaatimuksia ydinenergian kehittämiseen; ne ovat päinvastoin kasvaneet maan voimataloudessa vallitsevan tilanteen vuoksi. Tämän hetken varsin konservatiivisten arvioiden mukaan maan sähköntuotannon odotetaan kasvavan lähimmän kymmenvuotiskauden kuluessa 1700 miljardista kWh:sta 2100 miljardiin kWh:iin, josta kasvusta suurin osa lankeaa maan euroopanpuoleiselle osalle (300—350 miljardia kWh). Tässä kehityksessä energiansäästö, joka on kansantalouden kehittymisen ehdoton edellytys, on toki voimatalouden kasvua hidastava tekijä, jos-

USSR NPP IN OPERATION (JANUARY, 1990)

NPP	N. of units	Reactor Type	Power (gross) MW(e)	Year of commissioning
Beloyarsk	2	AMB	160	1967
	3	BN-600	600	1980
Bilibino	1	EGP	12	1974
	2	EGP	12	1974
	3	EGP	12	1975
	4	EGP	12	1976
Balakovo	1	VVER-1000	1000	1985
	2	VVER-1000	1000	1987
	3	VVER-1000	1000	1988
Zaporozhye	1	VVER-1000	1000	1984
	2	VVER-1000	1000	1985
	3	VVER-1000	1000	1986
	4	VVER-1000	1000	1987
	5	VVER-1000	1000	1989
Ignalina	1	RBMK-1500	1500	1983
	2	RBMK-1500	1500	1987
Kalinin	1	VVER-1000	1000	1984
	2	VVER-1000	1000	1986
Kola	1	VVER-440	440	1973
	2	VVER-440	440	1974
	3	VVER-440	440	1981
	4	VVER-440	440	1984
Kursk	1	RBMK-1000	1000	1976
	2	RBMK-1000	1000	1978
	3	RBMK-1000	1000	1983
	4	RBMK-1000	1000	1985
Leningrad	1	RBMK-1000	1000	1973
	2	RBMK-1000	1000	1975
	3	RBMK-1000	1000	1979
	4	RBMK-1000	1000	1981
Novovoronezh	2	VVER-365	1000	1969
	3	VVER-440	365	1971
	4	VVER-440	417	1972
	5	VVER-1000	417	1980
	1	VVER-440	1000	1980
Rovno	2	VVER-440	440	1981
	3	VVER-1000	1000	1986
	1	RBMK-1000	1000	1982
Smolensk	2	RBMK-1000	1000	1985
	3	RBMK-1000	1000	1990
	1	RBMK-1000	1000	1977
Chernobyl	2	RBMK-1000	1000	1978
	3	RBMK-1000	1000	1981
	1	VVER-1000	1000	1987
Khmel'nitsk South-Ukraine	1	VVER-1000	1000	1982
	2	VVER-1000	1000	1985
	3	VVER-1000	1000	1989

kaan se ei läheskään riitä korvaamaan kasvun tarvetta. Maailman keskiarvoihin nähden verrattain alhainen sähköntuotannon noin 2 % vuotuinen kasvu voisi tyydyttää ihmisten hyvinvoinnin kohottamisen vaatimukset ainoastaan noudatettaessa aktiivista energian säästöpolitiikkaa. Kaikkein optimistisimpienkin arvioiden mukaan näin voitaisiin pienentää energian

kulutuksen kasvua kuitenkin vain 70 prosentilla.

Fossiilisten polttoaineiden mahdollisuudet

Analyysi fossiilisten polttoaineiden käytön lisäämismahdollisuuksista energiantuotannossa antaa tulokseksi ainoastaan

yhden käytettävissä olevan ja ekologisesti kelvollisen lähteen — maakaasun, koska kuljetusvälineiden ylikuormitus, hiilivoimalaitosten vahingolliset ympäristövaikutukset ja erittäin suuret pääomakustannukset, jotka tarvitaan näiden haittojen poistamiseksi, tekevät hiilivoimalaitokset kilpailukyvyttömiksi Neuvostoliiton euroopanpuoleisessa osassa. Kuitenkin kaasun tuotannon mahdollisimman suuri lisääminen noin 1100 miljardiin m³:iin vuoteen 2000 mennessä ja yli 1200 m³:iin vuoteen 2010 mennessä edellyttää myös suuria investointeja ja voimistaa siten entisestään aikaisemmin mainittua kulutuksen ja tuotannon jakautumisen maantieteellistä epätasapainoa. Tällaisissa olosuhteissa ei ydinenergian käytön jäädyttäminen nykytasolle vaan kasvu, tosin kohutuullisessa laajuudessa (60 GW:iin vuoteen 2000 mennessä ja 70—100 GW:iin vuoteen 2010 mennessä) on ainoa vaihtoehto sekä taloudelliselta että ympäristön kannalta katsottuna.

Yleinen hyväksyntä on välttämätöntä

On ilmeistä, että tällainen ydinenergian kehittämisen "matala" skenaariokin on mahdollinen vain saamalla sille yhteiskunnan hyväksyminen. Ydinenergian yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden kriteerit voidaan yleisesti ottaen määrittellä vertailemalla keskenään tämän ja vaihtoehtoisten energiantuotantomenetelmien etuja ja haittoja. Kuitenkin, ydinvoiman "onnettomuuden jälkeinen kausi" vaatii luonteeltaan ehdottomia turvatoimia.

Tärkein seikka, joka tällä hetkellä — ainakin Neuvostoliitossa — määrää yhteiskunnan suhtautumisen ydinteknologiaan, on vaatimus ydinvoimalaitosten "ehdottomasta" turvallisuudesta. Määrällinen luokitus tällaisesta turvallisuustasosta, joka toimii suuntaviittana uuden sukupolven ydinvoimalaitosten suunnittelijoille, sisältyy IAEA:n suosituksiin. Se antaa kriteeksi sydämen sulamisen yhteydessä reaktorin suojakuoresta tapahtuvien radioaktiivisuuspäästöjen todennäköisyydelle niinkin korkean arvon kuin 10⁻⁷/reaktorivuosi. On todettava, että tällainen vaatimus merkitsee (erittäin luotettavalla todennäköisyydellä) sitä, ettei maailmassa tapahdu vakavia ydinvoimalaitosonnettomuuksia ainakaan ennen seuraavan vuosisadan puoliväliä, ts. tämä korreloi sen ihmisen psykologisen vaatimuserajan kanssa, ettei yhden sukupolven elin aikana saa sattua yhtä useampaa vaarallista tapahtumaa.

Näinkin ankarien turvallisuusvaatimusten

toteuttaminen on teknisesti mahdollista, mutta se merkitsee turvallisuuden oleellista parantamista nykytasasta. Lähiaikoina edessäoleva tehtävä ei olekaan pelkästään uusien reaktorikonseptien kehittämisen tekninen evoluutio ja vaihtoehtoisten konseptien suunnitteleminen, vaan sen osoittaminen yleisölle, että ydinvoimateollisuus kykenee varmistamaan myös nykyisin käytössä olevien ydinvoimalaitosten turvallisen käytön.

Neuvostoliiton ydinvoimalaitosten käyttöä kuvaavat määrälliset parametrit eivät mitenkään huomattavasti poikkea muun maailman arvoista. Ydinvoimalaitosten käyttökertoimet Neuvostoliitossa ja muissa teollisuusmaissa ovat suunnilleen samalla tasolla ja ne vaihtelevat 60—70 %:n rajoissa. Laitosyksiköiden suunniteltomien alasajojen (pikasulkuineen) määrä on ollut 2,2, tapausta/reaktorivuosi ja 1,5 tapausta vuonna 1989, mikä on täysin verrattavissa USA:n, Ranskan ja Saksan Liittotasavallan vastaavien lukujen kanssa vuonna 1989 (1,0—2,2 tapausta).

Huolimatta Tshernobylin jälkeen Neuvostoliiton ydinvoimalaitoksilla toteutetuista, hyvin tunnetuista ensitoimenpiteistä ydinturvallisuuden parantamiseksi, on joidenkin käytössä olevien laitosyksiköiden riittämätön turvallisuustaso yksi niistä tekijöistä, joista ydinvoiman olemassaolo lopulta riippuu. Ongelman ydin on vanhan suunnittelun mukaan toteutettujen laitosyksiköiden käyttö, sellaisten, joiden suunnittelu ja rakentaminen on toteutettu nykyisin vanhentuneiden turvallisuusnormien mukaisesti. Etupäässä kysymys on 70-luvulla rakennetuista ensimmäisen sukupolven ydinvoimalaitoksista, joiden yhteenlaskettu sähköteho on noin 9 GW.

Tästä johtuen, tärkein tehtävä seuraavien viiden vuoden ydinenergiaohjelmassa on päättää "vanhojen" laitosyksiköiden kohtalosta. Sen jälkeen kun kunkin yksittäisen laitosyksikön turvallisuustilanne on tutkittu, täytyy tehdä päätös niiden parantamisesta tai niiden käytöstäpoistamisesta.

Turvallisuuden parantaminen

Ydinvoiman tasaisen kehityksen avainasana on ydinvoimalaitosten turvallisuuden parantaminen. Tällöin niiden turvallisuuden parantaminen kulkee niiden käytön laajentamisen edellä. Ydinvoimalaitosten kehityssuunnan ohjaaminen noin vuoteen 2000 saakka VVER-laitoksiin arvioidaan ydinvoimalaitosten kehittämisen ja parantamisen optimaaliseksi evoluutiotieksi.

SAFETY IMPROVEMENT OF EXISTING NUCLEAR POWER PLANTS Safety improvement measures

General measures:

- personnel: training, simulators, exams
- operation and regulatory documentation
- additional analysis of designbasis and severe accidents
- emergency planning

RBMK reactors:

- decrease of void effect
- fast-acting emergency protection system
- additional emergency protection system alarms
- diagnostics of metal equipment and neutrons

VVER reactors:

- diagnostics of the vessel, tube and steam generator metal
- reactor vessel radiation embrittlement and annealing
- transition to three-year fuel cycle

VVER-440 ja VVER-1000 laitosyksiköistä saadut myönteiset käyttökokemukset ovat osoittaneet, että 70-luvun jälkipuoliskon laitosuunnitelmat ovat tämän päivän kansainvälisen tekniikan tasolla. Hiljaitaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että myös VVER-tyyppisten laitosyksiköiden turvallisuutta ja luotettavuutta on mahdollista parantaa huomattavasti. Tämän kehityssuunnan uuden sukupolven laitosyksikkönä esitetään VVER-92 laitoskonsepti, jonka teknistaloudellisten arvojen ja turvallisuustason odotetaan vastaavan maailman vaativimpia standardeja. VVER—92 suunnittelussa on tarkoitus kehittää tehoaltaan 1000—1200 MW:n laitoskonsepti sekä suunnitella myös kilpailukykyiset VVER-500 ja 600 -konseptit, jotka on tarkoitettu niin Neuvostoliiton omaan käyttöön, kuin myös vientiin. Edistyneiden sisäiseltä turvallisuudeltaan korkeatasoisten ydinvoimalaitoskonseptien joukosta olisi nostettava esiin 600 MW:n painevesireaktorityyppi, joka on varustettu passiivisilla turvallisuusjärjestelmillä. Sen pohjana on koeteltu painevesireaktoriteknologia. Se sisältää myös kehityskokemukset ydinkaukolämpölaitosten reaktoreiden kehitystyöstä. Uuden sukupolven ensimmäiset sarjavalmistettavat VVER-laitokset suunnitellaan vuoteen 1994-95 mennessä siten, että ensimmäisen yksikön rakentaminen aloitettaisiin 1995-96 ja sen käyttöönotto tapahtuisi vuoteen 2000 mennessä.

Maailman nykyisin omaksuman, nykyisestä teknologiasta parempaan ponnistava ydinenergian kehittämismalli on strategisesti oikeutettu ainakin seuraavien kah-

den vuosikymmenen ajan. "Evoluutiokonseptin" peruseriaatteen — käytännössä koetellun reaktoriteknologian käyttäminen, luotettavat suojaustoimet ja yksinkertaistettu reaktorisuunnittelu, ohjauksen ja diagnostisointivälineiden parantaminen — luovat vankan perustan vakavien onnettomuuksien riskin pienentämiselle ja yleisön luottamuksen lisäämiselle ydinenergian käyttöä kohtaan.

Rajat turvallisuuden lisäämismahdollisuuksissa ja nykyisen teknologian tunnetut puutteet tekevät välttämättömäksi laajentaa tutkimusta pitkällä tähtäimellä. "Radikaali" uusia teknisiä ratkaisuja käyttävä suuntaus on erityisen houkutteleva neuvostoyhteisössä, joka koki raskaasti "Tshernobylin syndroman" ja joka tuntee syvää epäluottamusta olemassaolevaa reaktoriteknologiaa kohtaan.

Perustaksi "radikaalille" suuntaukselle voidaan asettaa ydinvoimalaitoksen sisäisten vaaratekijöiden, kuten sitoutuneen energian, liiallisen reaktiivisuuden, palovaarallisten komponenttien jne. poistaminen mahdollisimman suuressa määrin. On myös hyväksikäytettävä reaktorin fyysisiä ominaisuuksia, jotka varmistavat reaktorin sisäänrakennetun suojaustaipumuksen sekä passiivisen lämmönpoistomekanismin.

Mahdollisuus ratkaista samalla muitakin ydinvoiman kiireellisiä tehtäviä (hyötöreaktorit, uudet käyttösovellutukset, polttoainekierron yksinkertaistaminen polttamalla pitkäikäisiä fissiotuotteita) edistää tätä kehityssuuntaa.

NEW GENERATION OF NUCLEAR POWER PLANTS
IMPROVED SAFETY UNIT WITH HIGHER TECHNICAL AND
ECONOMIC PARAMETERS VVER-92 CONCEPT

AIM:

- DECREASED PROBABILITY OF SEVERE ACCIDENTS
- CORE DISRUPTION PROBABILITY — LESS THAN $10^{-6}/R \cdot \text{YEAR}$
- PROBABILITY OF EXCEEDING RELEASE STANDARDS — LESS THAN $10^{-7}/R \cdot \text{YEAR}$
- INTERNATIONAL TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS
- START UP OF THE FIRST SERIAL UNIT — 2000

DIRECTIONS OF ACTIONS:

- USE OF PASSIVE SAFETY SYSTEMS
- IMPROVEMENT OF ACTIVE SAFETY SYSTEMS RELIABILITY
- IMPROVEMENT OF CONTAINMENT BARRIERS RELIABILITY
- INFORMATION SYSTEM FOR ACCIDENT MANAGEMENT
- INCREASED POWER LEVEL AND OPERATING LIFETIME
- UNIT FLEXIBILITY
- BURBUP — UP TO 50 MW-DAYS/KG
- DECREASED CONSUMPTION OF MATERIALS
- DECREASED PERSONNEL DOSES — TO 100 MAN*REM/YEAR
- DECREASED NUMBER OF PERSONNEL

Uudet teknologiat 21. vuosisadalla

Vuoden 2000 jälkeen avautuu toteutusnäkymiä moniin uusiin reaktoriteknologioihin; esimerkiksi:

- nopeat, nestemäistä palamatonta metallia — lyijyä — jäädytteenä käyttävät hyötöreaktorit;
- korkealämpötilaiset kaasujäädytteiset moduulireaktorit teollisuuden prosesseja ja hyötösuhteeltaan tehostettua sähköntuotantoa varten;
- useat modifikaatiot jatkuvalla fissiotuotteiden poistolla varustetuista nestemäisiä suoloja käyttävistä reaktoreista;

sekä muutkin edistyneet reaktorikonseptit. Tarjolla olevien reaktorijärjestelmien varsin laaja valikoima suo vakaan pohjan uusien teknologioiden kehittämiseksi ja antaa mahdollisuuden valita turvallisuuden kannalta optimaalinen 21. vuosisadan reaktorikonsepti. Tähän liittyen, ajatus eräisiin valikoituihin uusiin tulevaisuuden konsepteihin perustuvasta **kansainvälisestä projektistä** (vietynä aina koelaitteiden toteuttamiseen saakka) on mielestämme erittäin puoleensavetävä, huolimatta johtavien ydinenergiamaiden oikeutetusta uskollisuudesta perinteisiä kehityssuuntiansa kohtaan.

21. vuosisadan voimatalouden kehittymisen tapahtuu mutkikkaissa olosuhteissa, joille antaa leimaa vaatimus elinympäris-

tön puhtauden säilyttämisestä. Uusia energiateknologioita kehitettäessä etusijalle tulevat kiistämättä ne, joilla hyväksyttävien taloudellisten ominaisuuksien lisäksi on myös ekologisesti korkeatasoiset ominaisuudet. Tässä suhteessa tärkeiksi tutkimuskohteeksi muodostuvat hallitun fuusiovoiman antamat energianäkymät — energiateknologia, joka pohjautuu lähes rajattomiin polttoainevaroihin ja omaa ympäristön kannalta monia houkuttelevia ominaisuuksia.

Tuottamalla energiaa kevyiden alkuaineiden ydinreaktiossa saavutetaan seuraavia tärkeimpiä etuja:

- fuusioreaktoreiden parempi turvallisuus verrattuna fissioreaktoreihin, johtuen reaktorissa olevan polttoainemäärän vähäisyydestä;
- sisäänrakennettu turvallisuus, joka sulkee pois fuusioreaktorissa hallitsemattoman tehon kasvun;
- vähäinen jäännösaktiivisuus, ts. huomattavan suuri vastustuskyky hypoteettisia onnettomuuksia vastaan;
- suuret polttoainevarat.

On myös todettava, että hallitun lämpöydin fuusion tutkimuksella on voimakas stimuloiva vaikutus uusien tieteen ja tekniikan suuntien kehitykselle, se kohottaa olennaisesti ko. tutkimuksia suorittavien valtioiden tieteellistä potentiaalia ja mahdollistaa korkean tason asiantuntijoiden koulutuksen.

Fuusio-ohjelman tavoitteena on ensinnäkin kehittää seuraavien 15 vuoden aikana Tokamak-tyyppinen koefuusioreaktori, jossa toteutettaisiin deuterium-litium-polttoaineen sytyttäminen ja hallittu palaminen sekä toiseksi tarkistaa ja testata fuusiovoimalaitoksen rakentamisessa tarvittavat teknologiat.

Eri maiden asiantuntijoiden suorittamat arvioinnit eri fuusiosuunnitelmista ovat osoittaneet fuusioreaktorin olevan monimutkaisen ja kalliin. Sen kehittäminen ja toteutus edellyttää laajojen tiedemies- ja insinööriyöryhmien perustamista sekä panostusta korkean tason teolliseen teknologiaan.

Jo tällä hetkellä on asetettu SNTL:n, USA:n, Japanin ja EY-maiden tiedemiestä ja insinööreistä koostuva kansainvälinen projektiryhmä kehittämään kansainvälistä lämpöydin fuusioon perustuvaa koeraktoria (ITER — International Thermonuclear Experimental Reactor). Jos ITER-projekti toteutuu tuloksellisesti, saadaan 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä kaikki tarvittavat tiedot deuterium-litium-käyttöisen tehoreaktorin prototyypin rakentamista varten ja samalla luodaan perusta vähäneutroniselle hallitulle lämpöydin fuusiolle.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ydinenergialla, nykyisin fissioon ja myöhemmin fuusioon perustuvalla, on olemassa kaikki mahdollisuudet kehittyä siinä laajuudessa, että se antaa ratkaisut maamme pitkäaikaisen energiahuollon ongelmiin. Näiden mahdollisuuksien toteutuminen riippuu yhteiskunnan luottamuksen palauttamisesta tähän nykypäivään kehittyneimpään energiantuotantomuotoon. □

Professori Andrei Yu. Gagarinski on Neuvostoliiton Ydinteknisen Seuran pääsihteeri, osoite:
123 182 Moscow, Kurchatov Square.



ATS:n ulkomaan opintomatka Neuvostoliittoon 1.—9.10.1990

Suomen Atomiteknillisen Seuran ulkomaan opintomatkan kohteeksi oli tänä vuonna valittu Neuvostoliitto. Pitkistä etäisyyksistä johtuen oli matkakohteet valittu lähinnä välillä Leningrad—Moskova. Matka saatiinpa kosketus myös Uralin taakse, sillä pieni ryhmä ATS:sta kävi Tsheljabinskissa ensimmäisinä suomalaisina. Varsinaisella matkalla oli mukana myös edustajat Ruotsin ja Tanskan seuroista, ja Neuvostoliiton seuran järjestelyt onnistuivat lähes sataprosenttisesti.

Matkan suunnittelussa oli mukana Neuvostoliiton puolelta uuden ydinteknisen seuran aktiivit professori Andre Gagarińskin johdolla. Erityiset kiitokset ansaitsevat ns. "Petrovin pojat" Igor Burdakov ja Kostja Konstantinov, jotka olivat varsinaiset käytännön järjestelijät.

Tätä kirjoittaessa on matkan antia sulateltu 23:n osanottajan yhteisöissä ja myös niiden ulkopuolella siten, että matkalla on osoittautunut olevan laajempaakin merkitystä. Suomalaisessa lehdistössä on ollut raportteja matkasta ja onpa suuri englantilainen ydinalan julkaisu tilannut jutun Tsheljabinskistä.

Edelleen matkasta tehdään video kahdella kielellä, minkä mahdollisti isäntien liberaali suhtautuminen kuvaamiseen. Kuvajina toimivat Hannu Wallin, Ossi Koskivirta ja Per-Erik Hägg, joista varsinkin ensinmainittu ylsi häkellyttäviin suorituksiin kuvaajana.

Sokerina pohjalla ovat tämän numeron jutut, joiden avulla myös Seuramme jäsenet voivat syventyä suuren naapurimme energiatilanteeseen. Neuvostoliiton tilanne on niin monitahoinen, että nämäkin jutut antavat vain kalpean kuvan jatkuvasti muuttuvasta kentästä.

DI Jorma Aurela toimii Loviisan voimalaitoksella turvallisuusinsinöörinä ja hän on ATS:n ekskursios sihteeri, p. 915-550 576.

MATKAOHJELMA

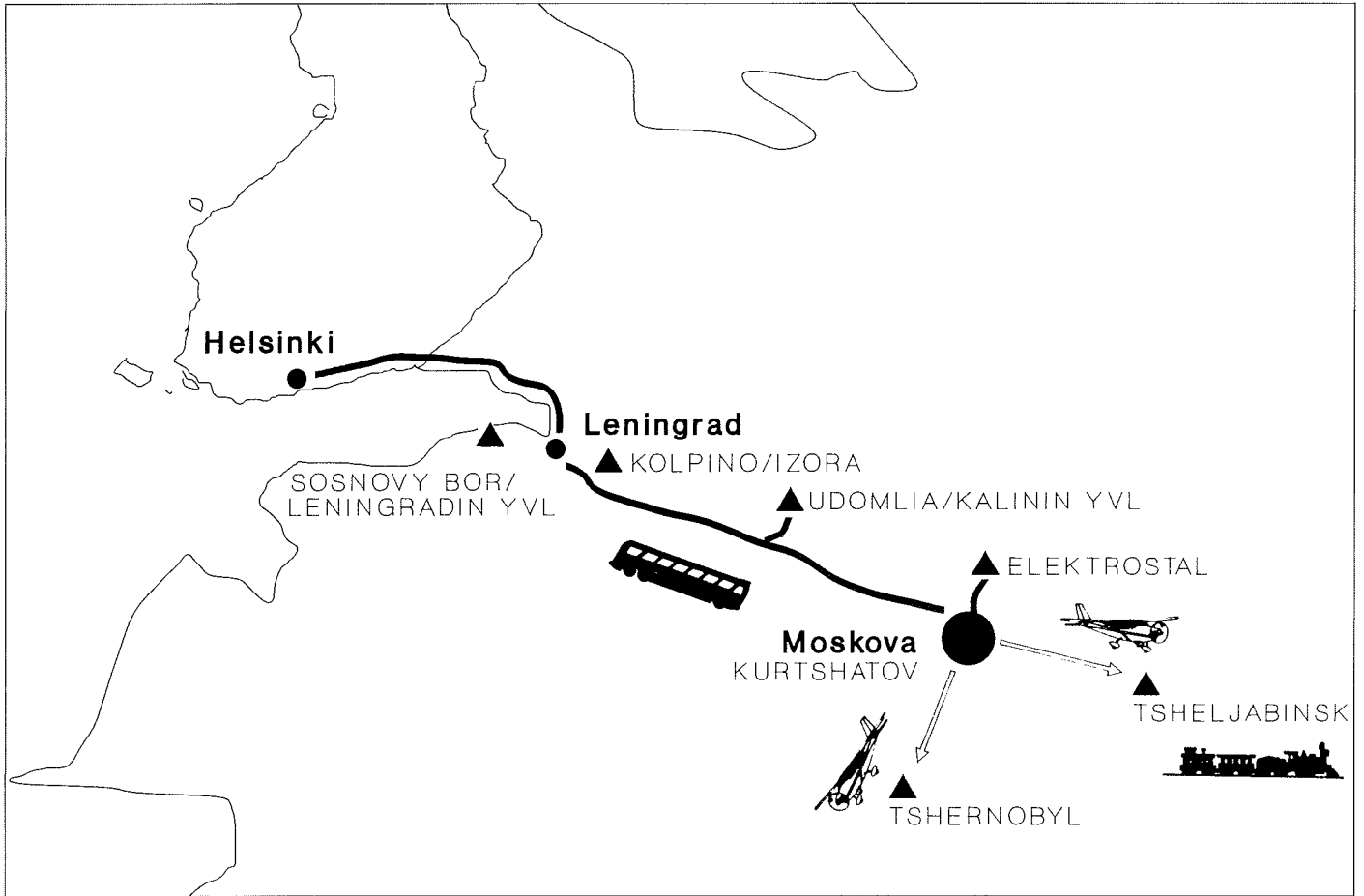
- 1.10. Lähtö bussilla Helsingistä
Yöpyminen Leningradissa
- 2.10. Vierailu Sosnovi Borin RBMK-voimalaitoksella
Ajo Isoran tehtaalle, johon tutustuminen
Yöpyminen Valdaissa (ylänkö Novgorodin jälkeen)
- 3.10. Tutustuminen VVER-1000 voimalaitokseen
Ajo Moskovaan ja yöpyminen siellä
- 4.10. Tutustuminen Kurchatov-instituuttiin
Seminaari, johon osallistuivat USSR NS:n jäsenet ja ATS-ryhmä
Yhteinen illallinen
- 5.10. Elektrostalin polttoainetehdas
- 6.10. Vapaapäivä
- 7.10. Ryhmä I lensi Moskova—Helsinki
Ryhmä II lensi Tsheljabinskiin
- 9.10. Ryhmä III lensi Tshernobyliin, jossa tutustuminen nykytilanteeseen
Tutustuminen Tsheljabinskiin
Lennot Suomeen nopeinta tietä

OSANOTTAJAT

ANTTILA Ari	Teollisuuden Voima Oy
AURELA Jorma	Imatran Voima Oy (Loviisa)
DEVELL Lennart	Föreningen Kärnteknik, Ruotsi
HÄGG Per-Erik	Imatran Voima Oy (Loviisa)
KAUNISTO Matti	Teollisuuden Voima Oy
KINNUNEN Esko	Imatran Voima Oy
KOSKIVIRTA Ossi	Imatran Voima Oy
KUIKKA Reino	Teollisuuden Voima Oy
KÄRÄJÄOJA Paavo	Imatran Voima Oy
KÄÄRIÄLÄ Juhani	Teollisuuden Voima Oy
LAAKSONEN Teuvo	Valmet Automation Oy
MAYER Elias	Imatran Voima Oy
MIKKOLA Ilkka	Teollisuuden Voima Oy
OKSA Martti	Teollisuuden Voima Oy
PALMU Jussi	Imatran Voima Oy
RAIKO Heikki	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
RIIHILUOMA Veli	Säteilyturvakeskus
RUOKOLA Esko	Säteilyturvakeskus
TENNGREN Matti	Imatran Voima Oy
THORLAKSEN Björn	Tanskan ydintekninen seura, Tanska
WALLIN Hannu	Imatran Voima Oy
VILKAMO Sirkka	Kauppa- ja teollisuusministeriö
VIRKKALA Erkki	Imatran Voima Oy

Kirjoitukset puhuvat puolestaan, joten matkan kulun kertaaminen ei tässä ole paikallaan (ks. matkakertomus englanniksi, jos haluat lyhyen katsauksen). Tolettakoon kuitenkin vielä, että neuvosto-

liittolaiset tulevat Suomeen 17.—23.3.1991, jolloin tiistaina 19.3. on Seuramme jäsenille kokous, jossa professorit Orlov ja Gagarinski kertovat meille, mitä talven aikana on tapahtunut. □



ATS-ryhmä kuvattuna puolustusministeriön "omistaman" hotellinsa edessä. Vasemmalta takaa erinomaiset tulkkimme Vladimir Makarenko ja autonkuljettajamme Aaro Korvenoja sekä ekskursiolaiset Martti Oksa, Matti Kaunisto, Reino Kuikka, Ilkka Mikkola, Heikki Raiko, Juhani Kääriälä, Matti Tennngren, Per-Erik Hägg, Esko Kinnunen ja Jussi Palmu. Eturivissä vasemmalta Hannu Wallin, Lennart Devell, Ari Anttila, Erkki Virkkala, Paavo Käräjäoja, Ossi Koskivirta, Björn Thorlakson, Elias Mayer, Veli Riihiluoma ja Igor Burdakov, loistava järjestelijä. Poissa kuvasta Jorma Aurela, Sirkka Vilkamo, Esko Ruokola ja Teuvo Laaksonen.

Yleiskatsaus Neuvostoliiton ydinenergiaan

Neuvostoliiton energiatilanne ja ydinenergian asema

Teuvo Laaksonen, Valmet Automation Oy
Veli Riihiluoma, STUK

Neuvostoliiton primäärienergian tuotantoa hallitsevat luonnonkaasu (40%), öljy (32%) ja hiili (21%). Ydinenergian osuus on kumman vain noin 3%. Muista primäärienergian lähteistä, kuten esim. geotermisestä energiasta, on peräisin vain 1% koko tuotannosta, joka on suuruusluokkaa 19.000 TWh. Viime vuosina vallinnut trendi on ollut voimakas luonnonkaasun osuuden lisääntyminen, joka on valtaosin tapahtunut hiilen ja öljyn osuuden kustannuksella. Kaasun osuus primäärienergian tuotannosta on Neuvostoliitossa selvästi suurempi kuin muussa maailmassa keskimäärin. Niinpä koko maailman luonnonkaasusta tuotettiin vuonna 1988 38% Neuvostoliitossa.

Primäärienergian käytöstä valtaosa (63% vuonna 1988) tapahtuu teollisuudessa. Tässä Neuvostoliitto poikkeaa muista pitkälle teollistuneista maista. Esimerkiksi USA:ssa vain 34% primäärienergiasta käytettiin vuonna 1988 teollisuudessa.

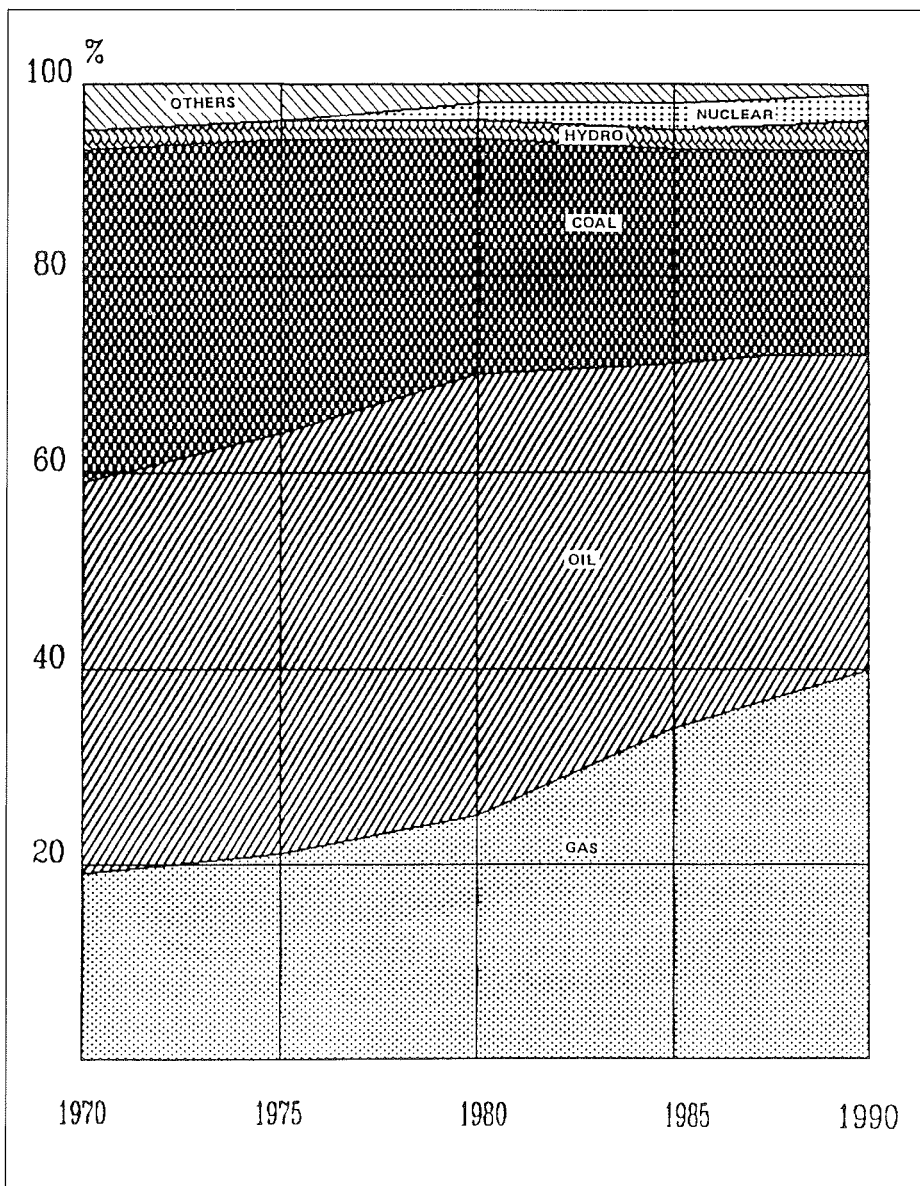
Sähkön käyttö energian kulutuksessa on viime vuosina lisääntynyt Neuvostoliitossa vakaasti. Se oli vuonna 1988 1416 TWh ja vuonna 1989 1453 TWh. Sähkön tuotannoksi vuonna 1988 on ilmoitettu 1705 TWh joten ilmeisesti 17% tuotannosta on mennyt voimalaitosten omakäyttöihin, muunto- ja siirtohäviöihin. (Luku tuntuu kyllä hiukan suurelta.).

Kuten primäärienergiasta myös siitä jalostetusta sähköstä menee muusta teollisuudesta maailmasta poiketen Neuvostoliitossa valtaosa (64% vuonna 1988) teollisuuden tarpeisiin. USA:ssa vastaava luku oli vuonna 1988 32%.

Ydinvoimalaitosten tuottaman sähkön osuus koko sähköntuotannosta oli vuonna 1988 12.6% eli noin 215 TWh. Vuonna 1989 vastaava osuus oli pudonnut noin 12.3%:iin.

Vuoden 1990 alussa Neuvostoliitossa oli käytössä 47 ydinvoimatuotantoyksikköä yhteensä 15:lla laitoksella yhteiseltä teholtaan 38 GW. Näistä yksiköistä 25 oli VVER-, 16 RBMK- ja 6 muita yksiköitä. Samaan aikaan rakenteilla oli 22 tuotantoyksikköä yhteiseltä teholtaan 22 GW.

Riittääkö sähkö Neuvostoliitossa talvella



Neuvostoliiton energian kokonaiskulutus energialähteittäin.

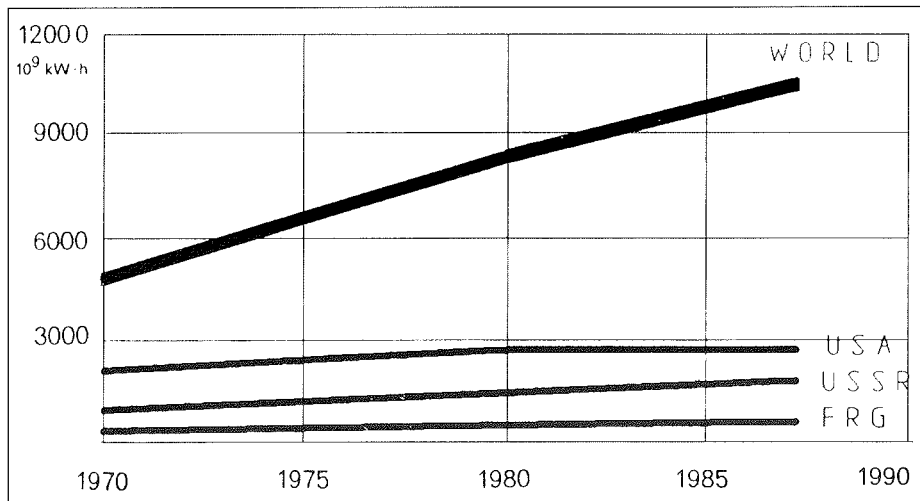
90—91? Tähän kysymykseen vastaamista vaikeuttavat monet epävarmuustekijät mm. öljyn, kaasun ja hiilen tuotannon mahdolliset ja jopa todennäköiset häiriöt, mutta myös ydinvoimalaitosten käyttöön liittyvät epävarmuustekijät.

Leningradin ydinvoimalaitoksella kerrottiin tuotetun kaikkien yksiköiden käydessä 50% Lenenergon tehosta. Ensi talvena kuitenkin edustajat ennakoivat sähkön niukkuutta ensi talveksi Leningradin alueelle.

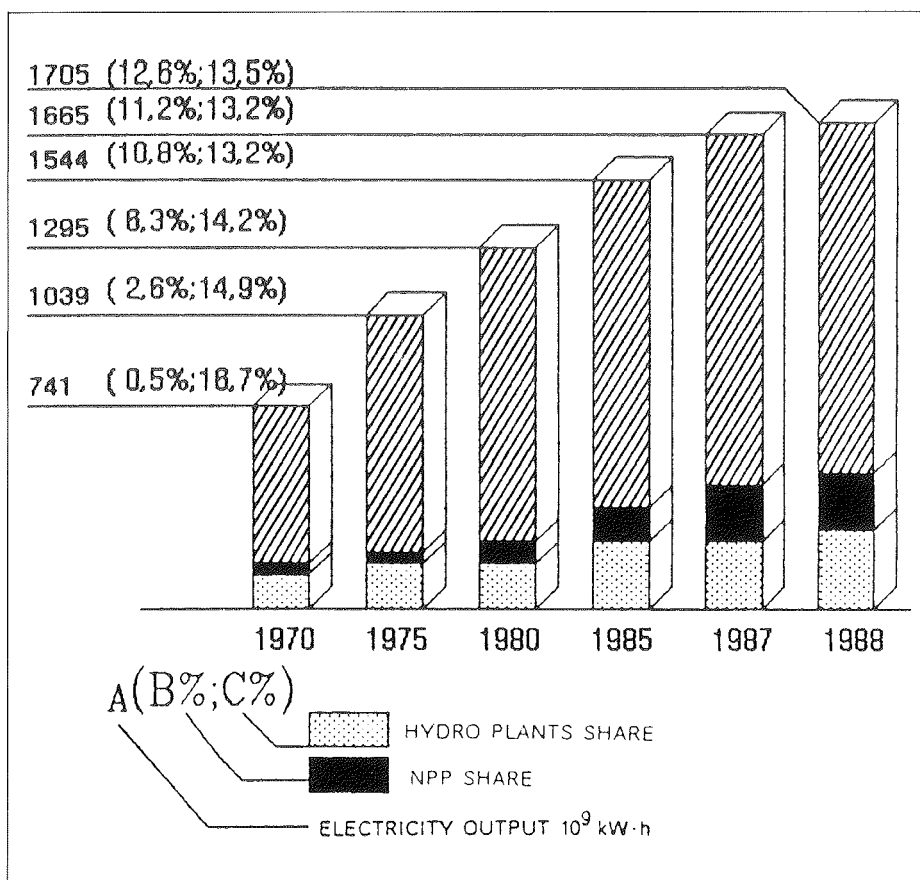
Ukrainassa ydinvoiman osuus sähköntuo-

tannossa on luokkaa 30%. Ukrainan Korkein neuvosto on tehnyt periaatepäätöksen koko Tshernobylin voimalaitoksen sulkemisesta. Jos tämä toteutetaan piakkoin, on siitä todennäköisesti seurauksena sähkön niukkuutta Ukrainassa.

Neuvostoliitossa ydinenergian tuotannon ja siihen liittyvän teollisuuden organisaatiot ovat voimakkaassa käymistilassa. Nyt tuotantolaitokset ja teollisuus on alistettu Minatomenergopromille. Laitokset myyvät sähkön Minenergolle, joka omistaa jakeluverkoston. Minenergo puolestaan myy ostamansa sähkön kuluttajil-



Sähkön tuotannon kehittyminen Neuvostoliitossa ja eräissä muissa maissa.



Neuvostoliiton sähköntuotanto.

le. Laitokset joutuvat valtiovallan määräysten mukaan toimimaan taloudellisesti itsekannattavuus- ja itserahoitusolosuhteissa. Kuitenkin esim. Kalininin laitoksen johtaja sanoi, että heidän pitäisi saada sähköstä 50% nykyistä korkeampi hinta, jotta toiminta em. olosuhteissa onnistuisi käytännössä.

Parhaillaan on työn alla ydinvoimalaitosten ja alan teollisuuden siirtäminen yh-

teen suureen assosiaatioon tai konserniin, joka olisi taloudellisesti itsekannattava ja omarahoitteinen. Samalla Minatomenergoprom muutettaisiin "paperitiikeriksi". Tässä on kuitenkin eri osavaltioiden separatististen pyrkimysten johdosta ja muutenkin suuria vaikeuksia. Kukaan ei varmasti tiedä, mitkä ovat alan organisaattoriset puitteet Neuvostoliitossa vuonna 1991.

Jadernoje obstsestvo SSSR — Neuvostoliiton Ydintekninen Seura

Jussi Palmu, IVO

Neuvostoliiton Ydintekninen Seura perustettiin 17.4.1989. Kesäkuuhun 1990 mennessä henkilöjäsenten määrä oli noussut 1108:aan ja yhteisöjäsenten määrä 67:ään. Seura on myös liittynyt jäseneksi Euroopan Ydintekniseen Seuraan (ENS).



Neuvostoliiton Seuran tunnus rintamerkinä, joita saimme monta matkan aikana. The USSR Nuclear Society Badge.

Seura määrittelee jäsenpohjaiseen ydinenergian piirissä työskentelevät ja alaa opiskelevat henkilöt sekä alalla toimivat yhteisöt. Seuran tavoitteena on kehittää jäsenistön toimintaa, antaa jäsenille tieteellistä ja ammatillista tietoa sekä edistää tieteellistä ja teknistä kehitystä. Pyrkimyksenä on myös kansainvälisten yhteyksien ja yhteistyön lisääminen. Lisäksi seura haluaa tehostaa asiantuntijoiden ja kansalaisten välistä vuorovaikutusta ydinvoimatekniikan turvalliseksi kehittämiseksi, puolueettoman julkisen mielipiteen luomiseksi ja luottamuksen palauttamiseksi ydinenergian rauhanomaista käyttöä kohtaan.

Neuvostoliiton Ydinteknisen Seuran ylin päättävä elin on seuran kokous, johon jäsenet valitsevat edustajat. Seuran kokousten välillä asioita hoitaa kokouksen valitsema johtokunta, johon kuuluu 58 jäsentä. Käytännön toimia hoitaa sihteeristö pääsihteerin johdolla. Seuran ensimmäinen puheenjohtaja oli akateemikko **Evgeni Velikhov**. Nykyinen, syyskuussa valittu puheenjohtaja on professori **Victor Orlov** ja pääsihteerinä on alusta alkaen toiminut professori **Andrei Gagarinski**.

Johtokunnan alaisena toimii 10 toimikuntaa ja 14 jaostoa. Toimikunnat kuten julkaisu-, talous-, sääntötoimikunta hoitavat seuran toimintoja. Jaostot toimivat eri ydintekniikan ja -tutkimuksen aloilla: ydinfysiikka, fuusiotutkimus, turvallisuus, ekologia, jne.

Seura voi myös perustaa alueellisia osastoja ja alayhdistyksiä. Alueellisia osastoja on tällä hetkellä kaksi, Gorkin ja Leninigradin osastot. Lisäksi seuran alaisuuteen on perustettu Neuvostoliiton Ydingeofysiikan Liitto.

Seura oli lokakuuhun 1990 mennessä järjestänyt kokonaan tai osittain kahdeksan kansainvälistä tapahtumaa:

International workshop on NPP severe accidents, Dagomys, lokakuu 1989

Scientific-practical conference 'Atomic Power Supply and Ecology', Voronezh, marraskuu 1989

IAEA course on PSA of NPP operation, Obninsk, joulukuu 1989

Scientific seminar 'Radioecological and Radiation-hygienic Consequences of the South Ural Accident of 1957', Moskova, maaliskuu 1990

International youth school-conference 'Nuclear Safety and Environment', Kanas, toukokuu 1990

International conference 'Nuclear Power in Space', Obninsk, toukokuu 1990

International conference NESU-90: 'Nuclear Energy in the USSR: Problems

and Prospects (Ecology, Economics, Law)', Obninsk, kesäkuu 1990

International scientific seminar 'Nuclear Power on Sea. Safety and Ecology', Muurmansk, syyskuu 1990.

ATS:n Neuvostoliiton ekskursion yhteydessä pidettiin torstaina 4.10.1990 ATS:n ja NL:n seuran välinen seminaari. Seminaarissa NL:n seuran toimintaa esiteltiin videon avulla, Suomen, Ruotsin ja Tanskan seurojen esittely tapahtui perinteisesti piirtoheitintä käyttäen. Pohjoismaiden ydinvoimatilanne käytiin lyhyesti läpi ja professori Gagarinski jatkoi perusteellisella Neuvostoliiton tilanteen esittelyllä. Esittelyjen jälkeen oli tilaisuus lyhyeen keskusteluun ja lopuksi näimme tuoreen videoesityksen Kystymän vuoden 1957 onnettomuudesta. □

Vierailukohteet

LENINGRADIN YDINVOIMALAITOS (4xRBMK-1000) SOSNOVY BORISSA 2.10.1990

Ari Anttila, TVO
Reino Kuikka, TVO

Bussimatka Leningradista 100 km länteen Suomenlahden rannalla sijaitsevaan Sosnovy Bor:iin sujui hyvin. Alueen sijainti rajavyöhykkeellä aiheutti sen, että lähes tyessämme laitoksia, miliisi lähti peräämme pysäyttäen bussin ja tarkasti millä "asialla" liikumme.

Laitoksella ennen sisäänpääsyä tarkastettiin viisumeistamme, että vain ennalta ilmoitetut henkilöt pääsevät sisään laitokselle.

Esittäytymisen jälkeen saimme kuulla esityksen laitosten käytöstä ja tekniikasta, sekä Tshernobyl:n ym. käyttökokemusten aiheuttamista muutostarpeista ja muutosten käytännön toteutuksesta. Kysymykset ja keskustelut aiheesta olisivat jatkuneet vaikka miten pitkään, mutta aikataulu pakotti siirtymään laitoskierrokselle. Kävimme tutustumassa kakkosyksikön reaktorihalliin ja valvomioon. Keskustelu ja kysymyksiin vastaaminen oli erittäin aulista ja peittelemätöntä koko laitosvierailun ajan.

Yleiskuvaus laitoksen käytöstä

Laitos koostuu neljästä 1 000 MW:n RBMK yksiköstä, jotka on otettu käyttöön vuosina 1973, 75, 79 ja 81.



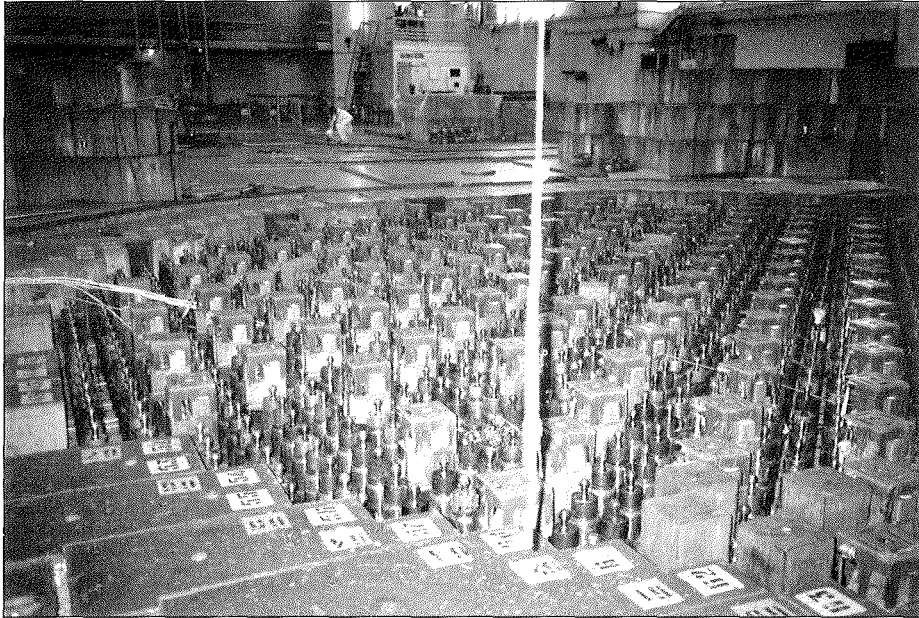
Bussia puretaan Leningradin ydinvoimalaitoksen edustalla. Kauniit koristemaalaukset ovat usein koristamassa laitosten ulkoasua.

Laitoksien kokonaishenkilöstömäärä noudattaa periaatetta henkilö/megawatti, eli 4 000:n henkilön kokonaisvahvuus on käyttämässä ja ylläpitämässä laitosten toimintaa.

Laitokset tuottavat 50% Leningradin alueen sähköntarpeesta, joten laitosten merkitys alueellisesti on varsin suuri.

Laitokset ovat käyneet ennen muutostöiden aloittamista varsin korkeilla käyttökerroimilla, hieman alle 90%. Tämä vastaa vuosituotannossa 28—30 TWh:n yhteistuottoa.

Laitosyksiköllä vaurioitui yksi virtauskanava vuonna 1981. Nyt myöhemmin on ikääntymisen takia päätetty vaihtaa kah-



Kanavareaktorin päätasolta. Kuvassa erottuvat hyvin noin 1700 kanavan yläpäät.

den vanhimman yksikön kaikki virtauskanavat (osa muutosohjelmaa Tshernobylin jälkeen).

Tshernobylin onnettomuuden jälkeen käynnistetyt parannustoimenpiteet

Vuoden 1986 jälkeen on käynnistetty pitkän tähtäyksen parannusohjelma, joka kohdistuu reaktoriin ja ydinpolttoaineeseen, laitoksen muihin järjestelmiin samoin kuin organisaatioon ja sen toimintaan.

Käyntihetkellä I-laitos oli ollut seisokissa jo vuoden muutostöiden takia, ja II-laitoksella oli pitkä seisokki alkanut. I-laitos oli tarkoitus saada käynnistysvalmiiksi syksyn aikana. Näitä uudemman tyyppisillä III- ja IV-laitoksilla on tähän mennessä tehty vain pienehköjä muutostöitä, mutta nekin seuraavat isojen töiden osalta perässä siten, että koko parannusohjelma on tarkoitus saada vuoden kuluessa tästä eteenpäin laskettuna. Tämän jälkeen laitoksilla on arvioitu olevan elinikää jäljellä vielä 35 vuotta.

Reaktoriin kohdistuneita/kohdistuvia muutostöitä ovat mm. polttoainekanavien uusinta, säätösauvojen tehokkuuden parantaminen ja niiden lukumäärän lisääminen sekä polttoaineen rikastusasteen nosto, jotta höyryaukkojen positiivinen reaktiivisuuskerroin pienenis lähelle nollaa. Viimeksi mainittu toimenpide (2% — 2,4%) on jo toteutettu kaikilla yksiköillä. Muutosten jälkeen negatiiviseen reaktiivisuuteen päästään 2,9 sekunnissa, kun siihen aikaisemmin kului aikaa 12—40 s. Reaktorityöt ovat määrältään ja laajuudeltaan sitä luokkaa, että tämä merkitsee käytännössä reaktorin uudelleen rakentamista.

Reaktorijärjestelmien lisäksi myös turpiinin puolen rakenteiden lujuuutta ja korroosiokestävyyttä pyritään parantamaan mm. uusilla materiaalivalinnoilla. Se mitä nämä toimenpiteet tarkkaan ottaen tarkoittavat, jäi isäntien selostuksen perusteella jossain määrin epäselväksi.

Esille tuodut rakenteelliset muutostyöt olivat luonteeltaan joko polttoaineeseen tai mekaanisiin laitteisiin kohdistuvia, mutta reaktorin suojausjärjestelmän parantamiseen liittyvät varmasti myös merkittävät muutostyöt sähkö- ja instrumentointijärjestelmissä.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi huomiota on kiinnitetty organisaatioon ja sen toimivuuteen. Tämän puitteissa on ohjeistoa uusittu ja koulutus on ulotettu koskemaan koko laitoksen henkilöstöä. Erityisesti painottui pyrkimys huoltotöitä tekevän henkilöstön virheiden vähentämiseen. Koulutusta toteutetaan mm. Smolenskissa olevassa koulutuskeskuksessa.

Toteutusta odottavia muutoksia mainitun parannusohjelman puitteissa oli vielä mm. säteilyvalvontajärjestelmän uusinta, joka on tarkoitus olla käytössä 1993.

Yleinen mielipide ydinvoimasta laitosalueen lähistöllä

Isännät olivat erittäin kiinnostuneita mitten meillä Suomessa hoidetaan informaation jako laitosalueiden ympäristössä. Omalta osaltaan he olivat yllättyneitä tilanteesta Suomessa, jossa laitosten läheisyys lisää ydinvoiman hyväksyttävyyttä. Heillä on tällä hetkellä erittäin suuria ongelmia nimenomaan laitosten lähialueiden ydinvoiman vastaisuudessa. Ydinvoima on tällä hetkellä muutenkin vastatulessa NL:n muutostilanteessa. Ydinvoima mielletään yleisessä mielipiteessä erittäin sidonnaisesti kommunismiin.

Yhteenvetona voisi todeta, että nyt kun NL:ssa on selvä pyrkimys turvallisuuden parantamiseen ja varmistamiseen, niin silti ei ole ollenkaan varmaa miten yhteiskunnan luottamus ydinvoimaan on palautettavissa.

Laitosvierailun jälkeen teimme kiertoaajun laitosalueen vieressä olevaan 58 000:n asukkaan kaupunkiin, jossa oli muutamia mittavia rakennushankkeita meneillään.

Mieleen jäävin yksityiskohta kiertoaajelta oli H-C Anderssonin lastenlinna.

Lounaan jälkeen paluumatkalla Lenin-gradiin tuli mukaamme vielä isännistä apulaisjohtaja Galkin. Matkan aikana hän kertasi vielä suunnitteilla olevat ja jo osittain toteutuneet muutostyöt laitosten turvallisuuden parantamiseksi.

IZORSKY ZAVODIN TEHDASKÄYNTI 2.10.1990

Erkki Virkkala, Esko Kinnunen, IVO

Isoran tehtaata sijaitsevat n. 25 km päässä Leningradista Isorajoen rannalla Kolpinossa. Tehtaiden syntyyn vaikutti Pietarin kaupungin perustaminen v. 1703 ja Venäjän silloisen tsaarin, Pietari Suuren, suunnitelmat luoda Venäjältä myös laivastomahti, Tätä varten tarvittiin kirvesmiehiä, metallipajoja, kuparisulattamaita, puuta ja muuta tavaraa. Vähitellen Isorajoen rannalle nousi monipuolinen tehdasyhdyskunta, joka pystyi varustamaan ja panssarimaan Venäjän sotalaivaston.

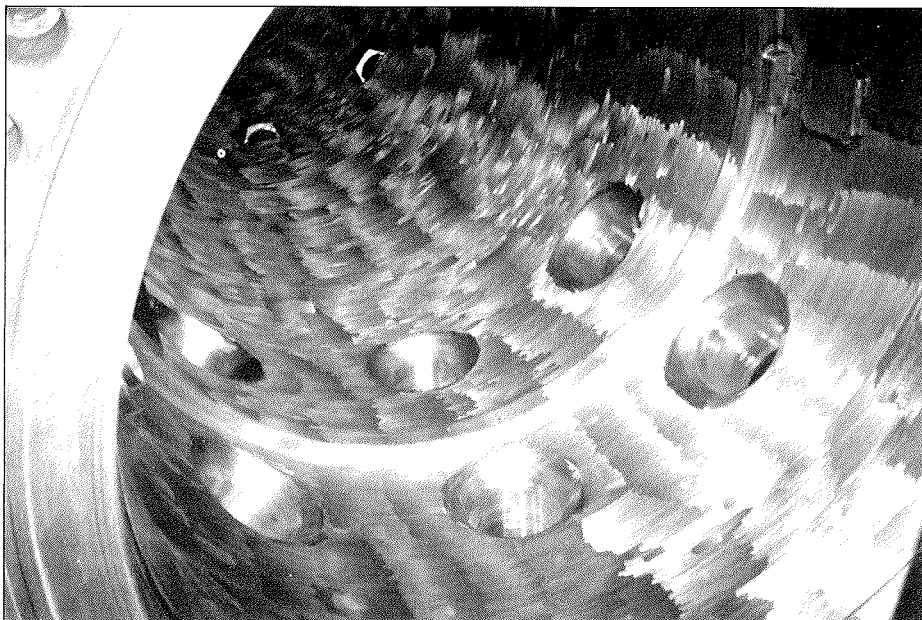
Ajan kuluessa tehtaiden tuotevalikoima monipuolistui. Vuonna 1927 tehtailla aloitettiin saumattomien putkien valmistus ja porakoneiden tuotanto käynnistyi 1929. Vuonna 1931 otettiin käyttöön valuharkkojen tuotantolinja ja kolme vuotta myöhemmin käynnistyi levyjen ja palkkien kylmävalssauskoneiden tuotanto. Tehtaan tuotteisiin kuului myös sotakalustoa mm. panssariautoja.

Toisen maailmansodan aikana tehtaata tuhoutuivat pahoin, mutta ne kyettiin ottamaan jälleen käyttöön v. 1957, jolloin suurten maankäivukoneiden tuotanto käynnistyi.

Merkittävä tapahtuma tehtaan historiassa oli v. 1969, jolloin tehtiin päätös komponenttituotannon käynnistämisestä ydinvoimalaitoksia varten. Tällä hetkellä tuotantovalikoimaan kuuluvat lähes kaikki ydinvoimalaitoksella tarvittavat raskaan luokan paineastiat. Ydinvoimakomponenttien lisäksi tehtaan tuotantoon kuuluu myös säiliöiden ja laitteiden toimitusta petrokemian teollisuuteen.

Tehtaan valmistusohjelmaan sisältyy myös kaivinkoneet, vesiturpiiniin juoksupyörät, työkaluja, ruokailuvälineitä sekä erilaisia laitteita vapaa-ajan tarkoituksiin. Tehtailla on omat teräsvalimot, takomot, lämpökäsittelyyunit sekä nykyaikaiset hitsaus- ja työstökoneet, joista huomattava osa oli länsimaista valmistetta.

Isoran tehtailla voidaan tuottaa erilaisiin käyttötarkoituksiin metallivalmisteita yli 150 eri tyyppisestä materiaalista. Tehtaan laboratorio vaikutti ajanmukaiselta. Ryhmälle esiteltiin Philipsin PW 1000 spektrometri, joka pystyy analysoimaan n. 350 eri tyyppistä teräslaatua ja pystyy yhdestä metallinäytteestä antamaan tarvittaessa 28 eri alkuaineen seospitoisuuden. Laboratoriossa näytti olevan myös hyvin suuri



Stendalin tulevan voimalaitoksen paineastia sisältä kuvattuna Isoran tehtaalla. Entisen Itä-Saksan puolelle rakennettava kahden VVER-1000 MW:n kokonaisuuden kohtalo on vielä auki, sillä Saksan viranomaiset eivät ole vielä esittäneet uusia vaatimuksia laitokselle.

osasto metallien veto- ja iskutitkeyskeiden suorituksia varten. Parhailtaan oli meneillään myös metallisauvojen virummittauskokeita korkeissa lämpötiloissa. Tehtailla on käytössä myös kaikki nykyaikaiset röntgen-, ultraääni-, magneettijauhe-, tunkeumaväri- ym. tarkastusmenetelmät.

Tähän saakka suurin osa ydinvoimakomponenttien tuotannosta on mennyt itse Neuvostoliittoon ja muihin entisen Itä-blokin maihin. Tällä hetkellä tehtailla oli luovutuskunnossa Kuuban Juraguan ja entisen Itä-Saksan Stendahlin reaktoripaineastiat. Vuonna 1991 on suunnitelmassa kahden reaktoripaineastian toimitus, mutta vuoden 1992 jälkeen ei ole enää sovittuja reaktoripaineastiatoimituksia.

Reaktoripaineastioiden kysynnän supistuessa heillä on tarkoitus laajentaa tuotevalikoimaansa ja markkinoida tuotteitaan entistä itsenäisemmin myös länsimaihin. Tähän perestroika antaa hyvän pohjan. Tällä hetkellä heillä on yhteistyötä amerikkalaisten kanssa valmistus- ja laatu-tekniikan kehittämiseksi. Parhailtaan tehtaalla ollaan ottamassa käyttöön ISO 9000 laatustandardia.

Aivan äskettäin tehdas on käynnistänyt yhteistyön Länsi-Saksan kanssa tavoitteena tehdä turvallisemmiksi ja nykyaikaisemmiksi Itä-Saksan vanhentuneet ydinvoimalaitokset.

Kokonaisuutena ottaen voidaan todeta tehtailla olevan varsin vankkaa kokemusta ja perinteitä ydinvoimakomponenttien valmistuksesta. Yleiskuva tehdashalleista oli siisti ja järjestelmällinen. Myös laatu-puolen merkitys oli tehtailla oivallettu.

Tehtaan johto oli tyytyväinen voidessaan esitellä Loviisan ydinvoimalaitosta hyvänä referenssinään (reaktoripaineastiat) markkinoidessaan tuotteita muihin maihin. Tehdas on valmis toimittamaan Suomeen viidennen reaktoripaineastian. Reaktorin valmistusaika tulisi olemaan n. 2,5—3 vuotta.

KALININ YDINVOIMALAITOS (4 × VVER-1000) 3.10.1990

Elias Mayer, Paavo Käräjäoja, IVO

Kalinin ydinvoimalaitos sijaitsee noin 40 km sivussa Leningrad—Moskova valtatiestä, Kalinin alueen pohjoisosassa Udornia kaupungin reunalla. Kalinin kaupungin nimi on muutettu äskettäin Tveriksi. Tästä syystä saattaa voimalaitoksen nimi muuttua tulevaisuudessa.

Saavuimme voimalaitokselle aikataulun mukaisesti ja meidät ohjattiin heti vastaanottajien toimesta voimalaitoksen johtajan Gennadi Shapovin vastaanotolle. Johtaja Shapov toivotti ATS:n delegaation sydämellisesti tervetulleeksi ja esitteli lyhyesti voimalaitoksen.

Kalinin ydinvoimalaitos on toteutettu kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäinen rakennusvaihe on käsittänyt kaksi VVER-1000 esisarjablokkia (sama kuin Novovoronezh 5), jotka on otettu käyttöön 1984 ja 1986. Toinen rakennusvaihe on parhailtaan työn alla ja se käsittää kaksi VVER-1000 standardiblokkia. Tshernobylin jälkeen on Neuvostoliitossa esiintynyt voimakasta vastustusta uusien ydinvoimalaitoksia vastaan. Tämä on vaikuttanut myös Kalinin toisen vaiheen to-

teutukseen. Kolmas laitosyksikkö on periaatteessa valmis, mutta se saadaan käyttööseen arviolta vuonna 1993 ja neljäs yksikkö 1995.

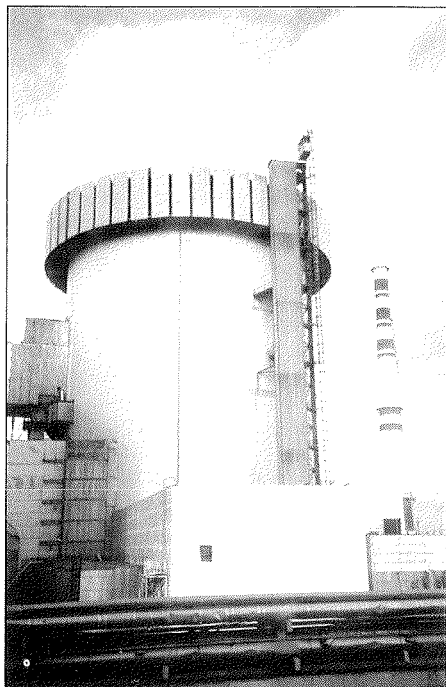
Esittelyhetkellä 1:n laitosyksikkö oli suuressa revisiossa, 2:n laitosyksikkö oli täydellä 100 % teholla (1036 MW) ja toisen vaiheen laitosyksiköt 3. ja 4. asennusvaiheessa.

Johtaja Shapov kertoi ydinsähkön osuuden olevan Neuvostoliitossa tällä hetkellä noin 12 %. Neuvostoliiton ydinvoimat ovat suunnittelemassa taloudellista yhteensuhteittämistä. Ensi vuoden alussa siirrytään omarahoitukseen ja samalla korotetaan tuotetun energian hintaa noin 1,5 kertaiseksi.

Tässä vaiheessa vierailuohjelmaksi esiteltiin noin 1,5 h mittaista laitoskierrosta valvomattomalla alueella, videoesitystä reaktorin paineastian ultraäänitarkastuslaitteistosta ja sen jälkeen yleiskeskustelua. Suomalaisten toivomuksesta vierailuohjelmaan lisättiin käynti valvotulla alueella 1:n yksikön suojarakennuksessa.

Ennen laitoskierrosta jatkettiin teknistä keskustelua pääinsinööri Nikolai Dividenkon johdolla, ja mukana olivat turvallisuusinsinööri, ympäristösuojelupäällikkö ja käyttöpäällikkö.

Ensimmäinen laitosyksikkö on tuottanut käyttöhistoriansa aikana 35 TWh ja toinen 22 TWh sähköenergiaa. Viime vuonna on ollut kaksi suunniteltua seisokkia, jotka ovat johtuneet konventionaalisista järjestelmistä. Kakkosyksikkö on toiminnut täyden vuoden ilman seisokkia. Laatusjaksen pituus VVER-1000 laitoissa vaihtelee 270...300 vuorokauden rajoissa.



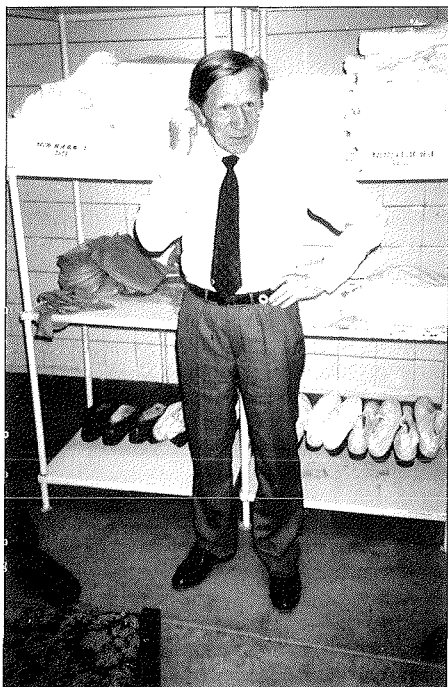
Kalinin VVER-1000 voimalaitoksen suojarakennus.

Revisiossa vaihdetaan 1/3-osa 161 polttoainepuusta. Maksimi rikastusaste (U-235) polttoaineella on 4...4,5 %. Normaali vuosihuolto kestää 41 vuorokautta, jona aikana vaihdetaan polttoaine ja tehdään kaikki suunnitellut huoltotyöt. Polttoainevuotoja ei ole esiintynyt 1 laitosyksiköllä, 2 laitosyksiköllä on ollut kolme vuotavaa polttoainesauvaa. Yleisesti voidaan olettaa, että VVER-1000 laitoksessa esiintyy 0...3 vuotavaa polttoainesauvaa/latausjakso.

Reaktoreiden turvallisuusjärjestelmät on toteutettu kolmiredundanttisina. Primääripiiriin suojarakennukset on tehty yksinkertaisina esijännitetystä teräsbetonista. Suojarakennuksen sisäpinnassa on 8 mm paksu teräsverho. Suojarakennuksen seinämän paksuus on 1000 mm. Suojarakennuksen suunnittelupaineeksi kerrottiin 5 bar (abs), testipaineeksi 0,7 bar ja onnettomuusaineeksi 4,5 bar. Suojarakennuksen kokonaistilavuus on 76 000 m³ ja se on mitoitettu ulkopuoliselle missiilille (lentokone massaltaan 20 t, nopeus 750 km/h).

Neuvostoliitossa on kehitetty uusi reaktorin paineastian ja primääripiiriin tarkastuksiin soveltuva ultraäänitarkastuslaitteisto. Laitteistoa esittelevä video katsottiin ja keskusteltiin yksityiskohdista.

Asiaa esitteli suomenkielentaitoinen Vasili Kalinin, joka oli komennuksella tarkastamassa reaktorin paineastiaa ja muita primääripiiriin osia. Videosesityksessä nähtiin magneettipyörien avulla paineastian pintaa pitkin liikkuva vaunu. Vaunu on varustettu ultraäänipäällä ja videokameralla. Laitteiston ultraäänipään herkkyuden kerrottiin vastaavan käsitarkastusta. Tarkastustulokset tallennetaan (IBM) mikrotietokoneen avulla. Tuloksia voidaan myöhemmin käsitellä ja analysoida.



Tohtori Vasili Kalinin, joka täydellistä suomea taitavana laboratoriopäällikkönä auttoi Seuramme jäseniä pukeutumaan laitoskierrokselle.

Laitoskierros

Laitoskierroksen ensimmäinen tutustumiskohde oli voimalaitosyksiköiden 1. ja 2. sähköjakelun keskusvalvomo. Valvomosta ohjataan päämuuntajia ja kytkinlaitosta. Siirtojännite 1. yksiköllä kerrottiin olevan 330 kV ja 2. yksiköllä 750 kV. Voimalaitoksen kehittämä sähköenergia toimitetaan Moskovan, Leningradin, Tverin (Kalinin) ja Vladimirin alueelle.

Seuraavaksi tutustuttiin molempien laitosyksiköiden yhteiseen turpiinisaliin. Voimalaitoksen ensimmäinen ja toinen yksikö on varustettu Harkovin tehtaan 1000 MW turpiinilla, kolmas ja neljäs yksikkö taas Leningradin metallitehtaan toimitamilla turpiinilla (kierrosnopeus 3000 1/min). Ensimmäisen laitosyksikön turpiinin korkeapainesylinteri nähtiin avuttuna ja erityistä huomiota kiinnitettiin kahteen muutettuun johtosiivistöön, jolla 40 MW:n tehonkorotus toteutetaan. Vastava työ oli aiemmin tehty toisen yksikön turpiinille, joka nyt toimii korotetulla 1036 MW:n teholla.

Kierrosta jatkettiin turpiinisalin päätasolla, nähtiin mm. turpiinikäyttöiset syöttövesipumput (2 kpl) avuttuina, päälauhteen sähkömagneettiset suodattimet ja muut turpiinilaitoksen laitteistot. Turpiinisalin kokonaispituus (1. ja 2. laitosyksikkö) on vaikuttava 300 m ja se on yleispiirteiltään siisti. Turpiinien lauhduttimiin johdettava jäähdytysvesi otetaan yhdestä järvestä ja palautetaan toiseen järveen (Pesivo ja Udomlia). Järvet ovat keskenään yhteydessä. Näiden vesilähtien sijainti on aikanaan määrännyt voimalaitosyksiköiden sijainnin.

Toisen rakennusvaiheen jäähdytysvesi oli alunperin tarkoitus ottaa edellä mainituista järvistä, mutta nyt tästä järjestelystä oli jouduttu luopumaan ympäristöliikkeen vastustuksesta. Nyt rakennettiin erillisiä lauhdutintorneja kolmatta ja neljättä laitosyksikköä varten. Tästä syystä näiden yksiköiden käyttöönotto viivästyy.

Turpiinien väliotoista nähtiin johdettavan lämpöenergiaa läheisen kaupungin kaukolämpöverkkoon. Kaupungin (Udomlia) etäisyys voimalaitoksesta oli noin 4 km. Kaukolämpöpötket oli sijoitettu päätien viereen noin 2 m korkeudelle tolppien päälle. Kaupungissa asuu pääasiassa voimalaitoshenkilöstöä.

Turpiinisalista siirryttiin kahden välioven kautta kakkosblokin valvomoon. Valvomossa työskentelee normaalisti kolme henkilöä, käyttövuoron päällikkö, reaktorin ohjaaja ja turpiinin ohjaaja. Heitä avustaa 9 eri alan henkilöä. Koko vuoron vahvuus on 30 henkilöä/laitosyksikkö.

Suomalaisten toivomuksesta kuusi henkilöä pääsi käymään ensimmäisen laitosyksikön suojarakennuksessa. Kiertokäynti alkoi täydellisellä vaatteiden vaihdolla, jota perusteltiin kontaminaatiovaaralla. Laitosyksikkö oli pysäytetty ns. suureen revisioon syyskuussa ja sen arvioitiin kestävän marraskuun 20 päivään saakka.

Höyrystymässä oli havaittu vuotoa sekun-

dääripiiriin puolelle. Tämän havainnon perusteella oli tulpattu höyrystymien tuubiputkia. Lisäksi oli todettu materiaalivirheitä höyrystymien kollektoreiden alapäässä. Virheet oli korjattu yhdestä höyrystimestä hitsaamalla. Vierailuhetkellä oli käynnissä korjattujen alueiden jännitystenpoistohehkuus matalassa lämpötilassa. Lisäksi oli muutettu höyrystymien kollektorien tuentaa yläpäässä, höyrystymien sisällä. Korjaustyön arvioitiin kestävän marraskuun puoliväliin.

Suojarakennuksen sisälle mentäessä jokaisen tuli asettaa kankainen hengityssuojain. Suojan kiinnitykseen tarvittiin apua, jota tarjosivat auliisti kolme henkilösulkua "vartioivaa" naista. Henkilösulkua pidettiin revisiossa avattuna kaiken aikaa. Suojarakennuksen sisällä tarkasteltiin revisiotilannetta päätasolla ja höyrystintilassa. Nähtiin osiin purettu pääkiertopumppu ja käytetyn polttoaineen kuljetussäiliöt (2 kpl). Myös reaktorin sisäosien siirtoon käytettävä suojasyylinteri nähtiin päätasolla.

Reaktorirakennuksessa valmistauduttiin ensimmäisen polttoaine-erän poiskuljetukseen. Polttoaineen kuormaus kuljetussäiliöön tehdään tässä laitoskonseptissa polttoainealtaassa. Polttoaineen ohjauksen vaihtolatausoperaatioissa tapahtuu suojarakennuksen ulkopuolella erillisestä valvomosta.

Säteilytaso suojarakennuksen sisällä vaihteli oman mittarin mukaan 20...30 mikroSv/h rajoissa.

Neuvostoliittolaisissa VVER-1000 reaktoreissa käytön aikana ei ole mahdollista mennä suojarakennuksen sisälle. Tästä yleisperiaatteesta johtuen reaktorirakennus on voitu toteuttaa ilmastoinnillisesti ilma-aktiivisuuden suhteen yhtenä kokonaisuutena ilman erillisiä painevyöhykkeitä.

Voimalaitoksen kirjoissa kerrottiin työskentelevän kaikkiaan 4000 henkilöä, joista 2600 voimalaitoksilla ja loput 1400 sosiaali- ja ruokahuollon alalla. Voimalaitoksella on mm. oma sikala (300 päättä), kalanviljelylaitos (800 t/a) sekä lihankasvatustarha (500 päättä). Lisäksi voimalaitoksella on useita harrastus- ja lomaviikkoalueita. Revisiotöiden laatua valvoo paikanpäällä kuusi viranomaisen edustajaa (Teknoatomnadzor).

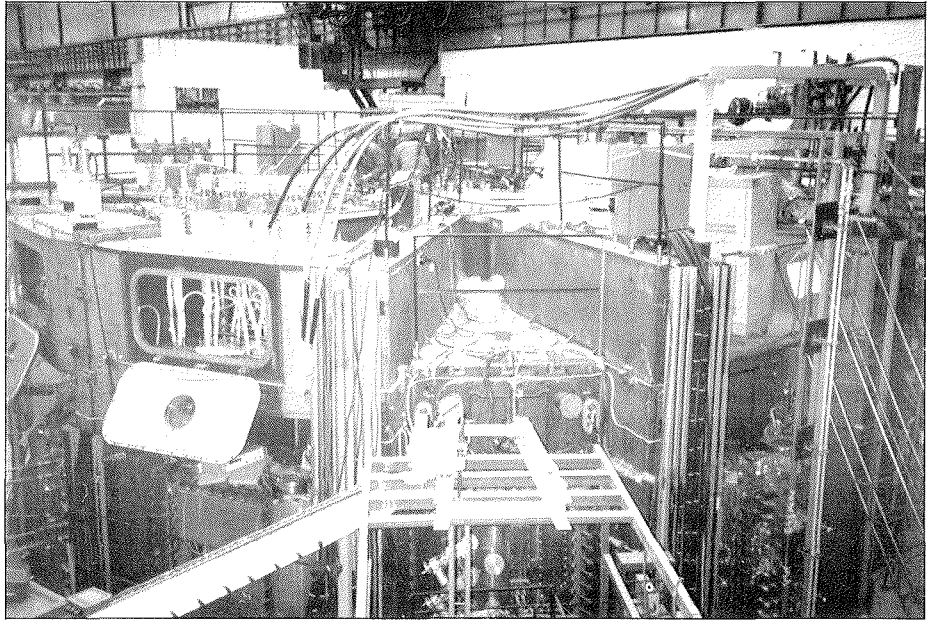
Laitoskäynti vastasi ennako-odotuksia ja tapahtui kaikilta osin avoimessa hengessä. Valokuvaaminen oli sallittua joka paikassa ja esitettiin kysymyksiin vastattiin hyvin. Kiitos isännille mielenkiintoisesta vierailusta.

Heikki Raiko, VTT

Nykyisen Moskovan koillisreunalla sijaitsee I. V. Kurtshatovin nimeä kantava atomienergian tutkimuslaitos. Laitos on perustettu sodan loppupuolella vuonna 1943 tarkoin julkisuudelta salassa silloin valtaisien perunapeltojen keskelle kaupungin ulkopuolelle. Ensimmäisen laboratorion tehtävänä oli kokeellisesti varmentaa aikaisemmin teoreettisesti suunniteltu järjestely ketjureaktion aikaansaamiseksi ja sitä tietä tutkia ydinenergian lähinnä sotilaallisia hyväksikäytön mahdollisuuksia.

Nykyisinkin Kurtshatov-instituutti sijaitsee samalla alueella. Laitoksen pinta-ala on yli 20 km² ja tutkijoita laitoksessa työskentelee 10 000 kpl. Yli 350 rakennuksessa sijaitsee valtaisa määrä tutkimuslaitteita, esimerkiksi 4 varsinaista reaktoria ja 15 tutkimusreaktoria. Nykyiset tutkimusalueet koskettelevat lähinnä rauhanomaista ydinenergian tuotantosektoria. Yksittäisistä tutkimusalueista mainittiin suprajohtavuus, kiinteän olomuodon fysiikka, fuusio ja plasmafysiikka.

Instituutin isä ja perustaja, Leninin ja valtionpalkinnon saaja, kolminkertainen sosialistisen työn sankari, akateemikko I. V. Kurtshatov (1903—1960) on samalla koko Neuvostoliiton ydinenergianohjelman tieteellinen johtohahmo, joka varhaisesta kuolemastaan huolimatta ehti nähdä tärkeimpien suunnitelmiensa ensimmäiset käytännön sovellukset toiminnassa (ydinpommit, ydinvoimalaitokset, ydinjänsärkijät, jne.).



1988 valmistunut Tokamak 15, jolla tutkitaan kontrolloitua termoydinfuusiota.

ATS:n retkikunta pääsi tutustumaan edelleenkin toiminnassa olevaan F1-reaktorivanhukseen. Tässä reaktorissa käynnistettiin vanhan mantereen ensimmäinen ketjureaktio jouluna 1946. Teoreettisesti tällainen reaktori oli suunniteltu valmiiksi Neuvostoliitossa jo vuoteen 1943 mennessä, mutta riittävän puhtaan grafiitin ja uraanin valmistusteknologia vaativat oman aikansa, eikä sodan aika muutoinkaan ollut suotuisaa perustutkimukselle. Tämä F1-reaktori on rakennettu noin 100×100 mm paksuisista ja tyypillisesti parin metrin mittaisista grafiittiharkoista, joissa noin 300 mm jaolla olevissa 35 mm reijissä sijaitsevat metalliset uraanitapit. Reaktori on rakennettu pallogeometrian muotoon, siinä on 45 tn uraania ja 450 tn grafiittia, sydänalueen halkaisija on 7 metriä. Reaktorissa on 3 kadmiumsäätösauvaa, joista keskimmaista käytetään säätöön ja reunimmat ovat scram-sauvoja. Reaktorin jatkuva teho on max 25 kW, tyypillinen nykyisin voimittauslaitteiden kalibrointiin käytettävä teho on 4 kW ja lyhytaikainen maksimiteho on 4 MW.

Tutustuimme F1-reaktorin valvomoon, reaktorihalliin, jossa oli säätöjärjestelmän ja näytteenkuljetusjärjestelmän laitteita sekä erillinen kuumakammio, sekä alapuolelta itse grafiittireaktoriin.

”Museovierailun” jälkeen siirryimme vuonna 1988 valmistuneen Tokamak 15 laitteen pariin, jolla tutkitaan kontrolloitua termoydinfuusiota. Laitte on noin 10 m halkaisijainen toroidikammio, jonka toroidirenkaan halkaisija on noin 2 m. Toroidiin luodaan 3,1 teslan magneettivuon suprajohteisten induktiokäämien avulla. Suprajohteena on Nb₃Sn, joka työskentelee heliumjäähdytteisenä 4,5 K lämpötilassa. Magneettikenttä ionisoi toroidissa olevan kaasumaisen polttoaineen ja kuumenta sen Joulen kuumennuksella tässä laitteessa aina 100 miljoonan asteen lämpötilaan. Samalla kenttä estää plasmaa koskettamasta toroidin seinämiin.

Laitteisto on laboratoriolaitteeksi aika kookas, painoa on 1500 tn, halkaisija ja kokonaiskorkeus ovat noin 10 m.

Laboratoriokäyntien jälkeen poikkesimme vielä alueella olevaan vuonna 1946 valmistuneeseen akateemikko Kurtshatovin asuintaloon. Koska tutkimustyössä työpäivät usein venyvät pitkiksi, antoi tämä ”tutkimusjohtaja” rakentaa itselleen miellyttävän kaksikerroksisen asuintalon tutkimuslaboratorionsa välittömään läheisyyteen ja hän perheineen siis muutti kaupungista maalle. Nykyisin komea asunto on entisessä muodossaan museona, joka kaiken tekniikan keskellä kertoo jotain ihmiselämän pehmeästäkin puolesta. Museota ja Kurtshatovin elämää esitelti retkeläisille innokkaasti asialleen omistautunut lämminhenkinen intendentti.

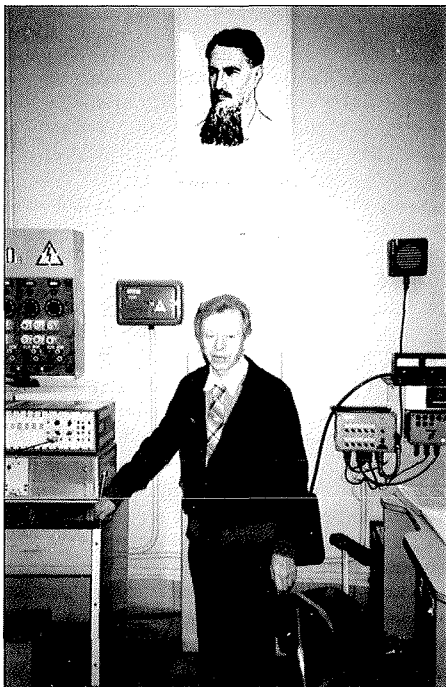
ELEKTROSTALIN YDINPOLTTO-AINETEHDAS 5.10.1990

Ossi Koskivirta, IVO

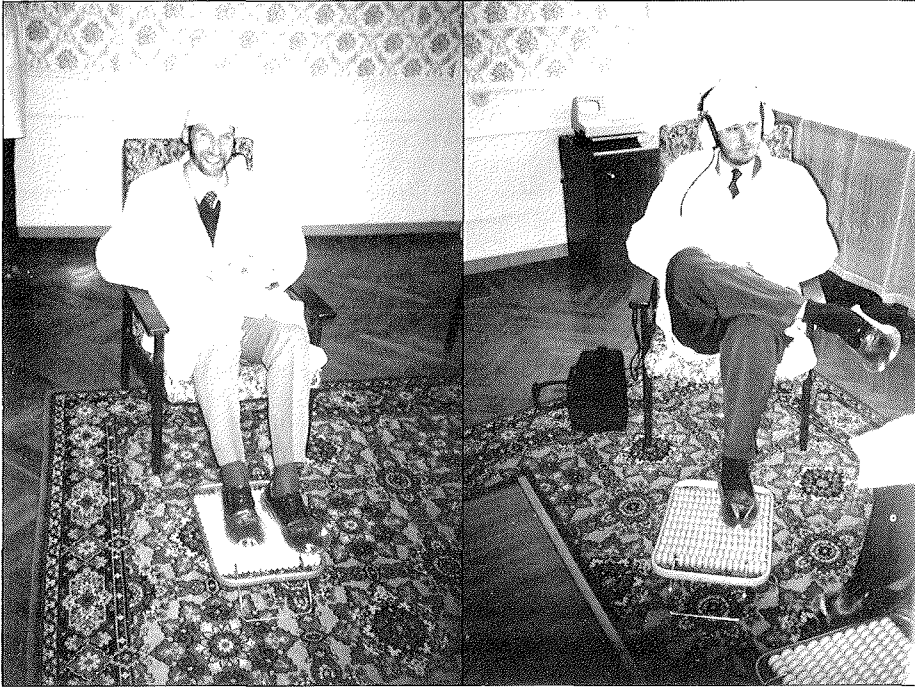
Tehdas sijaitsee Elektrostalin kaupungissa noin 60 km Moskovasta itään. Kaupungissa on noin 150 000 asukasta. Tehtaan nimi on Mashinostroitelnyi Zavod (koneenrakennustehtas). Vierailun kohteena olivat tekninen museo, UO₂-pellettien ja sauvojen valmistusosasto (n:o 46) sekä nippujen kokoonpano-osasto (n:o 55). Vierailun isäntinä olivat varajohtaja Tshirov (laatu), varajohtaja Goloduk (talous), turvallisuusinsinööri Lebedev sekä vierailukohteiden esittelijät. Lisäksi tehtaan johtaja Mezhev kivi tervehtimässä.

Tekninen museo

Museon esittelijänä toimi pääsuunnittelija Bek. Tehdas perustettiin 1917 ammustehtaaksi. 1945 se muutettiin uranimetallurgiseksi tehtaaksi. 1950-luvun alussa tehdas alkoi valmistaa voimalaitos- ja koereaktoripolttoainetta. Tästä lähtien lähes kaikki NL:n ydinpolttoaine on valmistet-



Isäntämme Kurtshatov-instituutin ja Euroopan vanhimman reaktorin valvomossa. Taulu esittää akateemikko I.V. Kurtshatovia (1903—1960).



Elektrostalin polttoainetehtäs tarjoaa musiikkia ja lepoa ja kiireisen kävijän tauolla. Mainittakoon, että kuvan henkilöt ovat suomalaisia.

tu Elektrostalissa. VVER-1000 polttoaine valmistetaan kuitenkin nykyään Novosibirskissä. Tehtaan nykyinen tuotanto koostuu polttoaineista seuraaviin reaktoreihin:

- RBMK-1000 ja 1500
- VVER-440
- Bilibino
- BN-350 ja 600 nopeat reaktorit
- jäänmurtaajat
- ATS kaukolämmitysreaktorit



Elektrostalin polttoainesauvat ovat työn alla yli 10 000 työntekijän voimin.



Polttoaine-elementtiä kootaan laadunvalvonnan läsnäollessa. Vasemmalla Igor Burdakov, joka ihas-telee tarkkaa työtä.

Lisäksi tehtaalla on valmistettu Novovonezhin V-yksikön (VVER-1000) alkulataus. Tehtaan muita tuotteita Ca-, Mg-, ja Ba-metallit sekä meijeriteollisuuden tarvitsemat metallituotteet.

Museossa olivat esillä sekä nykyään valmistettavat tuotteet että tehtaalla kehitetyt polttoainetyypit.

UO₂-pellettien ja sauvojen valmistusosasto

Oppaina olivat Ivanov (teknologi ja varajohtaja) sekä Kondratjuk. Osaston raaka-aineena on UO₂, joka tulee toiselta osastolta 360 l astioissa. Pellettien valmistus tapahtuu viidessä vaiheessa:

- UO₂-pulverin valmistus (lisäaineet)
- puristus 2-puolisella revolveripuristimella (5 kpl)
- sintraus (matalalämpötilasintraus N + H atmosfäärissä sekä korkealämpösintraus)
- hionta
- tarkastus (vetokaapeissa)

Sauvojen valmistus sisältää seuraavat vaiheet:

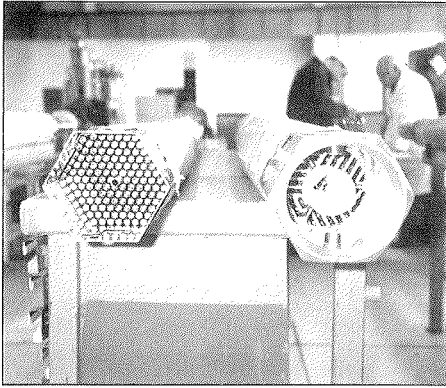
- alapäätytulpan hitsaus (elektronisädehitsaus)
- pellettien lataus (tärinäkuljetin, viimeiset pelletit käsin)
- jousen asennus
- punnitus
- sauvan imeminen tyhjäksi ilmasta sekä esipaineistus 5—7 bar He
- yläpäätytulpan hitsaus (kontaktivas-tushitsaus)
- hitsin uä-tarkastus
- pintakäsittely hapolla (rasvanpoisto)
- anodisointikäsittely, joka antaa sauvoille kerroksen paksuudesta riippuen kelta-vihertävän ulkonäön
- He-vuototesti (20 sauvaa kerralla, 300°C)

- lopputarkastus gamma- absorptiomenetelmällä ja visuaalisesti
- pakkaaminen 126 sauvaa (yhden nipun sauvat) sisältäviin sylinterimäisiin kuljetussäiliöihin

Uraanin hävikki valmistuksen aikana on pieni, mutta tarkkaa arvoa ei kerrottu (= vaihteleva). Nykyään VVER-440, RBMK-1000 ja 1500 sekä AST polttoaineet valmistetaan edellä esitetyn mukaisesti

Nippujen kokoonpano-osasto

Osaston esittelijänä oli osaston päällikkö Igor Petrov. Osaston lastaushallissa oli



Valmiit elementit aloittamassa matkaansa ydinvoimalaitoksen reaktoriin.

TSHELJABINSKIN YDINLAITOS- ALUE 8.10.1990

*Esko Ruokola, STUK
Sirkka Vilkamo, KTM*

Etelä-Uralilla sijaitsevalla, aiemmin huipusalaisella Tsheljabinskin ydinlaitosalueella halutaan takoa aseista auroja. Tarkoituksena on muuttaa entinen ydinasetuotantokompleksi uuden sukupolven ydinenergiateollisuuden keskuksiksi. Ydintekniikkaan vihkiytyntä työvoimaa on runsaasti käytettävissä, mutta pääomia on niukalti ja ydinvoiman vastaiset mielialat ovat seudulla voimistuneet. Rasisiteena on myös ydinasekilvoittelun ajalta periytyviä ympäristöongelmia. Niinpä rakennushankkeet ovat viivästyneet ainakin kolmella vuodella.

Menneisyys ja nykyisyyn

Tsheljabinskin ydinlaitosalue sijaitsee noin 60 km Tsheljabinskin kaupungin luoteispuolella. Lähin kartalle merkitty paikka on Kyshtymin kaupunki noin 10 km länteen. Alueella on yli 80 000 asukkaan kaupunki, postinumeron mukaan Tsheljabinsk-65 (asukkaat kutsuvat Sorokovka'ksi), jossa mekin yövimme. Kaupunki on komea; siellä on jyrkeviä empiirityyliä taloja, puistokatuja ja aukioita. Noin 5 km kaupungin kaakkoispuolella on ydinlaitosalue, postinumeron mukaan Tsheljabinsk-40, jolla sijaitsevat mm. plutoniumtuotantoreaktorit ja jälleenkäsittelylaitos. Alue on lehtipuuvaltaista tasankoa ja siellä on runsaasti järviä ja tekoalaita.

Tsheljabinsk-40 perustettiin 1940-luvun loppupuolella akateemikko Kurtshatovin ehdotuksesta hänen kotiseudulleen. Kurtshatovin johdolla rakennettu ensimmäinen plutoniumreaktori otettiin käyttöön vuonna 1948. Akateemikko Klopinin johdolla rakennettu jälleenkäsittelylaitos valmistui saman vuoden lopulla. Näissä laitoksissa valmistettu maan ensimmäinen ydinpomme räjäytettiin vuonna 1949.

Alkuvuosien ydinasekilvoittelussa turvallisuusseikoille ei pantu riittävästi painoa. Työntekijöiden säteilyannokset raportoidaan hyvin suuriksi ensimmäisinä vuosina. Kolmen ensimmäisen vuoden aikana kaikki nestemäiset jätteet johdettiin Obin vesistöön kuuluvaan Tetsha-jokeen. Myöhemmin korkea-aktiivisia jätteitä on varastoitu teräksisiin säiliöihin ja keskiaktiivisia jäteliemiä on johdettu padottuun Karatshai-järveen, kaikkiaan noin $4 \cdot 10^{18}$ Bq. Vuonna 1957 korkea-aktiivista jätettä sisältävä säiliö räjähti ja ympäristöön levisi yhteensä $7 \cdot 10^{16}$ Bq radioaktiivisia aineita. Onnettomuuden seurauksena 10 000 ihmistä evakuoitiin ja noin 1000 km² poistettiin viljelyksestä muutamaksi vuodeksi.

Tsheljabinskin ydinlaitokset kuuluvat ydinenergiatalouden ja -teollisuuden ministeriön alaiseen Majak-nimiseen kombinaattiin. Olimme siellä ensimmäiset suomalaiset ja neljäs länsimainen ryhmä. Alue on edelleenkin tarkoin vartioitu paikka,

vaikkakin sen strateginen merkitys on aseriisunnan seurauksena vähentynyt. Neljä alueella sijaitsevista plutoniumreaktoreista on suljettu aiemmin ja viides suljettiin marraskuussa 1990. Jälleenkäsittelylaitos on jo aiemmin otettu kokonaan siviilikäyttöön. Muutosten seurauksena alueella on yli tarpeen korkean ydintekniikan asiantuntemuksen omaavaa työvoimaa. Osa asiantuntijoista on jo siirretty Ignalinaan ja maan muille ydinlaitoksille.

Alueelle on ollut tarkoitus rakentaa kolme BN-800 -tyyppistä nopeaa hyötöreaktoria. Tshernobylin onnettomuuden jälkimainingeissa työt keskeytyivät vuonna 1987. Tsheljabinsk-65:ssä tätä ns. Etelä-Uralin hanketta kannatetaan voimakkaasti jo työllisyysyistäkin, mutta seudun väestö on sitä vastaan mm. vasta hiljattain julkitulleiden ympäristöongelmien takia. Korkea virkamies on vahvistanut marraskuussa, että rakennustöitä jatketaan taas, samoin myös 1000 MW:n voimalaitosten jälleenkäsittelylaitoksen projektia.

Aluetta vaivaavat ympäristöongelmat vaativat lähivuosina ratkaisuja. Saasteisilla alueilla sijaitsevien tekoalaiden vedenpinta pysyi aiemmin kurissa plutoniumtuotantoreaktoreiden hukkalämmön ansiosta, mutta nyt niitä uhkaa tulviminen. Hyötöreaktoreiden tarpeellisuutta on perusteltu tästäkin syystä. Karatshai-järven jälkihuolto on jo meneillään; tarkoituksena on täyttää järvi ontoilla betonilohkoilla, louheella ja maalla vuoteen 1995 mennessä. Tetsha-joki on yhä jonkin verran saastunut noin 50 km matkalta, mistä muistuttavat varoitustaulut teiden varsilla. Vuoden 1957 onnettomuudesta on muistona joitakin kilometrejä leveä ja noin 50 km pitkä "puistovyöhyke", jolla annosnopeus on enimmillään 0,8 mikrosievertiä tunnissa. Vyöhykkeen rajalla on radioaktiivisten aineiden ympäristövaikutuksia tutkiva laitos ONTS.

Plutoniumtuotantoreaktorit

Tsheljabinsk-40:n alueella rakennettiin vuosina 1947—1955 kiivaaseen tahtiin viisi grafiittihidasteista reaktoria. Yhden reaktorin rakentaminen kesti vain 1—1,5 vuotta. Lisäksi alueelle on tiettävästi rakennettu samoihin aikoihin raskasvesireaktori plutoniumin ja tritiumin tuotantoa varten.

Vierailimme reaktorialueella oli yllättävän avointa; valokuvaus ja säteilymittaukset sallittiin. Ainoastaan sellaisiin kysymyksiin ei vastattu, joiden perusteella olisi voinut laskea tuotetun plutoniumin määrän. Vierailun kohteena olevan reaktorin valvomostakin oli poistettu mittarit, joista olisi voinut nähdä reaktorin tehon tai jäähdytysvirtauksen määrän. Länsimaisten arvioiden mukaan reaktoreiden terminen kokonaisteho oli yli 6000 MW ja niillä on tuotettu kaikkiaan noin 40 tonnia aseplutoniumia.

Reaktori AV-2, johon tutustuimme, oli otettu käyttöön vuonna 1951 ja suljettu tämän vuoden heinäkuussa. Perusrakenteeltaan se muistuttaa RBMK-reaktoreita.

noin 100 kpl tuoreiden pa-nippujen kuljetuskontteja. Osa oli Loviisan kontteja. Lattiatasolla sijaitsevat komponenttivarasto ja yläkerrassa kokoonpanolinjat. Polttoainenipun kokoaminen sisältää mm. seuraavat vaiheet:

- sauvojen vastaanottotarkastus (visuaalinen tarkastus ja dokumentaatio)
- sauvojen upotus lakkaan (42 sauvaa kerralla) ja kuivaus (80°C)
- sauvojen työntö nippuun käsin asennuspenkissä, johon keskusputki, välilihlat ja tukilevy oli kiinnitetty. Työntö tapahtuu spriglyseriiniin kastetun kangaspalan läpi
- sauvojen kiinnitys alahilaan sokkalan-galla
- alapäätykappaleen asennus
- suojalakan poispesu
- suojakotelon kiinnitys alapäätykappaleeseen ruuveilla, ruuvien lukitus hitsaamalla
- yläpäätykappaleen kiinnitys
- valmiin nipun tarkastus (Hevuoitesti, mitat)
- pakkaaminen muovipussiin ilmatiiviisti (Loviisan polttoainenipun alapäähän sijoitetaan lisäksi silikagelkori ennen pussiin sijoittamista)
- niput kuljetetaan 4 nipun konteissa, joissa kullekin nipulle on Gd-pelliillä, puulla ja huovalla 6-kulmaiseksi vuorattu putki.

Säteilytasot

Säteilyn annosnopeus eri paikoista mitattuna oli seuraava:

- pellettilinjan tarkastuskaapit 4 mikroSv/h (0,4 mrem/h)
- yleistaso sauvalinjalla 1—2 mikroSv/h
- hallin yleistaso 0,3 mikroSv/h
- kokoonpanotehdas 0,5—2 mikroSv/h
- tausta ulkona 0,08 mikroSv/h.



Plutoniumin tuotantoreaktori Tsheljabinskissa.

Massiivista grafiittihidastinta lävistää 2001 pystysuoraa kanavaa, joissa kussakin on vajaan 10 cm läpimittaisessa grafiittiputkessa metallinen polttoainekanaava. Välitilaa jäähdytetään typpikaasulla. Noin 10 cm pitkien alumiinisten polttoainekapselien sisällä on metallista luonnonuraanipolttoainetta. Reaktorilla on kaksi rinnakkaista jäähdytyspiiriä. Polttoainekanavassa alaspäin virtaava jäähdytysvesi otetaan suoraan järvestä, jonne se myös palautetaan. Järvellä näkyi kilometrien päähän viimeisen vielä käynnissä olevan reaktorin jäähdytysveden aiheuttama höyrpilvi.

Reaktoria voidaan ladata käytön aikana. Kanavia tyhjennettäessä kapselit johdetaan reaktorin alla olevan suppilon kautta keräilyastioihin, joissa kapselit nostetaan hissilaitteella ylös edelleen käsiteltäviksi.

Reaktorin kerrottiin toimineen hyvin ja suuri osa sen laitteista on alkuperäisiä. Pahoja onnettomuuksia reaktorilla ei kerrottu sattuneen. Oppaanamme toiminut reaktorilaitoksen johtaja Sadovnikov muisteli omakohtaisia kokemuksia vuonna 1976 sattuneesta häiriötilanteesta, jolloin ukonilman seurauksena menetettiin sähkö ja jäähdytyskierto joksikin aikaa.

Tutustumiskäyntimme aikana mittasimme korkeimmaksi säteilytasoksi 50 mikrosievertiä tunnissa tyhjennetyn reaktorisydämen päällä. Laitosalueella säteilytaso oli 2–3 kertaa yli normaalin. Järven väitettiin olevan lähes puhtaan radioaktiivisista aineista; avoin jäähdytyskierto huomioonottaen tämä tuntuu yllättävältä.

Reaktorin kaikki polttoaine on poistettu ja sitä aiotaan pitää jatkuvasti valvottuna viiden vuoden ajan. Tänä aikana valvonta- ja käyttöjärjestelmiä puretaan ja sydämen tyhjät tilat täytetään betonilla. Seuraavina 20–25 vuotena reaktorit ovat edelleenkin valvonnan alaisina, muttei enää jatkuvasti miehittyinä.

Jälleenkäsittelylaitos

Jälleenkäsittelylaitos käsittää noin 200 erinäköistä ja -ikäistä rakennusta. Radioaktiiviset aineet siirretään rakennukselta toiselle yleensä kuljettimien ja putkilinjojen avulla. Vierailumme laitoksella, jota opasti pääinsinööri Dzekun, oli huomattavasti rajoitumpaa kuin reaktorialueella. Kameroita ei saanut olla mukana ja laitoksen alueella meitä kuljettiin bussissa peitetyin ikkunoin. Mittauksemme osoittivat, ettei säteilytaso laitosalueella poikennut normaalista. Kävimme vain käytetyn polttoaineen vastaanottorakennuksessa, välivarastossa ja kuljetuslaitteistojen puhdistuslaitoksessa. Muilta osin seuraavassa esitettävät tiedot perustuvat suulliseen ja kirjalliseen informaatioon.

Uudistustöiden jälkeen Tsheljabinsk-40:ssä aloitettiin vuonna 1977 VVER-440 reaktoreiden käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely lopetettiin siellä kokonaan vuonna 1985. Nykyisin laitos, jonka kapasiteetti on noin 400 uraanitonnia vuodessa, pystyy huolehtimaan kaikkien VVER-440 -reaktoreiden käytetystä polttoaineesta. Lisäksi käsitellään laivareaktoreiden ja joidenkin tutkimusreaktoreiden polttoainetta.

Laitoksen alkupäässä on käytetyn polttoaineen välivarasto, joka kuvataan toisaalla tässä lehdessä. Jälleenkäsittelyssä polttoaineput ensin siirretään kuumakammioon, jossa niistä poistetaan päätyosat ja sen jälkeen ne pätkitään koteloineen noin 30 mm paloiksi. Palat luotetaan typpihappoon, 6–7 nipullista kerrallaan. Liuoksesta uutetaan uraania ja plutoniumia tributylifosfaatin avulla kahdessa eri vaiheessa. Tämä ns. Purex-prosessi on muuallakin yleisin jälleenkäsittelymenetelmä.

Erotettu uraani käytetään uudelleen RBMK-reaktoreiden polttoaineena. Erotettua plutoniumia varastoidaan hyötö-

reaktoreiden polttoaineeksi jälleenkäsittelylaitoksen alueella.

Korkea-aktiivisia jätteitä varten on rakennettu laitos, jossa jätteet kiinteytetään fosfaattilasiin. Laitos ehti toimia noin vuoden ajan ja tuotti 160 tonnia lasitusjätettä, kunnes vuonna 1988 sulatusuuni tuhoutui. Uusi uuni on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 1991 alussa. Lähes 40 vuoden aikana kertyneiden korkea-aktiivisten jätteiden kiinteyttäminen on vaativa tehtävä.

Laitoksella on jo 10 vuoden ajan kehitetty uusia menetelmiä, jotka perustuvat mm. karbolidi -tyyppisten uuttoliuosten käyttöön. Tavoitteena on erottaa korkea-aktiivisista jätteistä pitkäikäisiä fissiotuotteita ja transplutoniumeja. Näin hankalimmat aineet voitaisiin saada hyvin pieneen tilavuuteen ja jäljellejäävien jätteiden huolto yksinkertaistuisi.

Korkea-aktiivisten jätteiden loppusijoitus selvitykset ovat vielä melko alustavassa vaiheessa. Mahdollisina kivilajeina tutkitaan etupäässä suolamuodostumia ja graniittisia kivilajeja. Tutkimusten kohteena olevia alueita ei ole ilmoitettu.

Keskiaktiiviset nestejätteet tullaan kiinteyttämään pian käyttöönottavassa bitumointilaitoksessa. Matala-aktiivisia jäteliemiä johdetaan vielä Karatshajärveen. Kiinteille jätteille on maahanhautauspaikka lähistöllä.

Myös isäntämme vahvistivat, että Venäjän federaation piirissä on ehdotettu kieltoa käytetyn polttoaineen tuonnille federaation ulkopuolelta. Päätöstä asiasta ei ole vielä tehty.

SUCCESSFUL STUDY TOUR TO USSR NUCLEAR FACILITIES

*Lennart Devell, Swedish Nuclear Society
Björn Thorlaksen, Danish Nuclear Society*

First of all we would like to congratulate the Finnish Nuclear Society for organizing this very interesting tour together with the USSR Nuclear Society to various nuclear facilities and express our thanks to have the opportunity to participate.

We are aware of the comprehensive preparation both from the Finnish and Soviet side to arrange the technical and social program together with all practical matters to fit in to a good schedule for all participants.

The composition of the program and selection of facilities visited gave a good cross section and overview of the present situation for nuclear power in the USSR. The program included visits to the two main types of NPPs, a major nuclear fuel fabrication plant and a factory for pressure vessel manufacturing. The visit

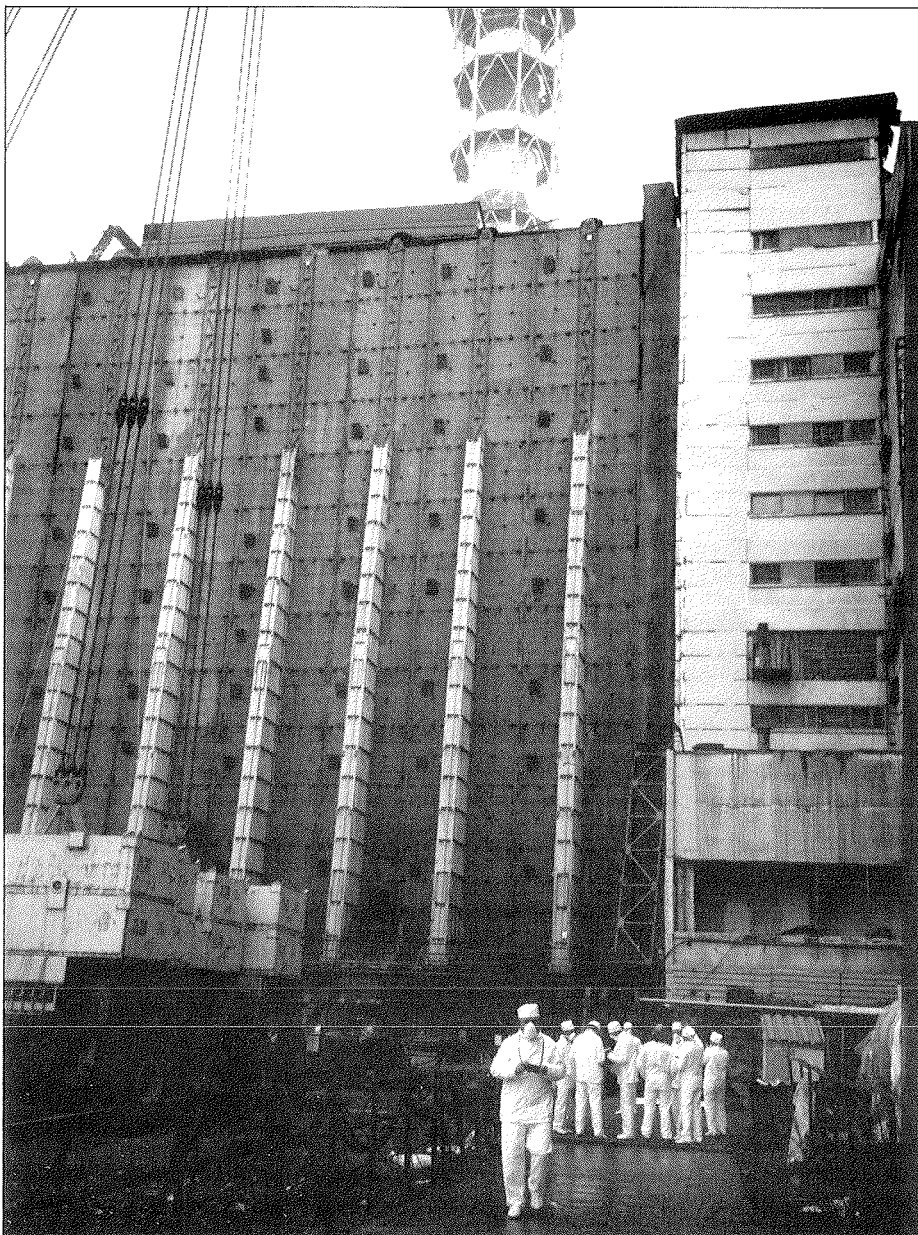
to the Kurchatov institute revealed perspectives both to the past and the future of nuclear technology. Thus we visited the first European reactor F1 which went critical in December 1946 and is still in operation now as a neutron reference source and we also got a very interesting presentation of the memorial house where Prof Kurchatov lived and acted as one of the most prominent leaders of the Soviet nuclear program.

Plans for an advanced PWR concept were presented and we had also a look at the Tokamak 15 machine.

Jorma Aurela from IVO acted with great success as excursion organizer from the Finnish side and was supported by the president of the Finnish Nuclear Society Ilkka Mikkola and the secretary Jussi Palmu. Two Russian speaking participants in the group were also helpful in special situations.



A portrait in the town of Chernobyl. From left Jorma Aurela, our host Yuri Risovanni, Teuvo Laaksonen, Lennart Devell, our second host Ludmila Zabarina, Jussi Palmu, Björn Thorlakson and Hannu Wallin.



The Chernobyl sarcophagus today. Outside it was the dose rate about 600 microsieverts/hour. The extensive work done during last four years in Chernobyl convinced the international group.

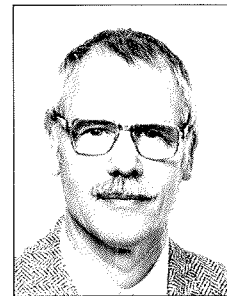
The general program organizer from the USSR Nuclear Society was the Executive Secretary Prof Andrei Gagarinski, who we met at the Kurchatov institute and during the delicious dinner afterwards together with the president of USSR NS Prof Victor Orlov and several other distinguished members of various organisations connected to the nuclear program.

Our every day host organizer was Igor Burdakov at the International Relations Department. He and his colleagues really took care of us and solved all practical technical and social arrangements during the whole study tour in an excellent and efficient way.

The outstanding feature of the study tour was the open glasnost attitude from all of our hosts to present to us the technical and public relation topics we raised. For example there were no limitations to take pictures at any places. It was also interesting to follow the growing debate in the USSR concerning nuclear power, and to see how the nuclear society faces the same problems as we have in our countries.

After the visits in the Moscow-region the group split up and six of us participated in a one day tour to Chernobyl and the nuclear power plant where we had very interesting discussions and an unforgettable visit to the destroyed unit 4. We were impressed of the tremendous cleaning operations which have been undertaken and which still are in progress and the fact that they since the accident have produced 60 TWh in the three units in operation.

In conclusion we thank our Finnish and Soviet hosts for the opportunity to participate in this memorable study tour to Soviet nuclear facilities and organisations and wish our Soviet colleagues all success in the future to produce electricity and heat by use of a safe and economical nuclear program. □



Ydinvoimatiedotus Neuvostoliitossa

Alkukesällä 1989 Suomen Voimalaitosyhdistys järjesti tiedotusvälineiden edustajille tutustumismatkan Neuvostoliittoon. Kohteina olivat ydinenergiasektorin eri alueet. Ensimmäisenä vierailukohteena oli alan ministeriö, jossa suomalaisille ensi kerran kerrottiin ydinenergiatiedotuksen silloisesta uudesta organisoinnista Neuvostoliitossa.

Silloin saatu kuvaus tästä keskitetystä tiedotusjärjestelmästä täydentyi prof. Vladimir Terentjevien Suomen vierailun aikana joulukuussa 1989. Sen jälkeen mahdollisesti tapahtuneista muutoksista ei ole tietoja. Karkeasti esitettynä on informaatio-toiminta järjestetty seuraavasti:

1. Informatiotoimikunnan ylimpänä ja keskeisenä elimenä on yleisliittolainen neuvosto, jonka puheenjohtajana vuosi sitten toimi varaministeri A. Prostenko. Neuvostossa ovat edustettuina kaikki ministeriöt ja vastaavantasoiset organit, joiden alaisuudessa on säteilyyn tai ydinenergiaan liittyvää toimintaa, luonnon-, hydrometeorologian ja julkaisualueen valtionkomiteat, tiedeakatemia, valtion radio ja TV ym. Kaikkiaan näitä eri osapuolia on toistakymmentä. Neuvosto laatii suunta- viivat ja määrittelee vastuut eri alojen kesken. Varsinainen toiminta rahoitukseen tapahtuu ministeriöiden alaisissa instituuteissa, laitoksissa jne.
2. Asiat neuvostolle valmistelee erillinen työryhmä, jonka sihteerinä on Serguei Ermakov jäljempänä esitellystä PICAE'sta.
3. Yhtenä neuvostossa edustettuna ministeriönä on ydinvoiman ja teollisuuden ministeriö, jonka alaisuudessa ovat mm. ydinvoimalaitokset, niiden laitteita valmistava teollisuus, eräitä tutkimuslaitoksia jne.
4. Yhtenä em. ministeriön alaisena tutkimuslaitoksena on 1967 perustettu "Central Research Institute for Scientific Information and Economical Studies on Atomic Science and Technology", ATOMINFORM, jonka johtajana on prof. Vladimir Terentjev. Koulutukseltaan Terentjev on fyysikko.

Instituutissa työskentelee noin 2000

henkeä ja se tekee tutkimusta ydinvoiman tekniikan, talouden ym. alueella, tai, kuten asia esitettiin, hankkii, muokkaa ja tekee tieteellis-teknillistä informaatiota em. sektoreilla. Information kohteista ja menetelmistä mainittiin mm.

- kiihdyttimet
- ydinvoimalaitokset
- taloudellisia kysymyksiä varten perustettu ATK-keskus, jolla on käytössään supertietokoneita sekä PC-verkosto,
- tieteellis-taloudellista tutkimusta varten instituutissa on kehitetty tietokonepohjainen järjestelmä, jota voidaan soveltaa toimistokäyttöön.

5. Instituuttiin perustettiin 1988 informaatiokeskus "Public Information Centre on Atomic Energy", PICAE, jonka johtajana on tri Georgij Kaurrov. Edellä mainittu Serguei Ermakov on PICAE:n informatiolaboratorion päällikkö, Kaurrovin lähin alainen ja varamies.

Keskus sijoitettiin ko. instituutin alaisuuteen sen vuoksi, että se saa instituutin kautta parhaiten sitä monipuolista tietoa, jota se tarvitsee toimintaansa. Keskus tekee mm. analyysyjä eri puolilla maailmaa julkaistuista tutkimuksista, erityisesti viime aikoina ovat huolen aiheena olleet meilläkin tutut ydinjätteet ja laitosten purku, tutkimuksia vaihtoehtoisista energiamuodoista, jne.

Keskuksessa oli vuoden 1989 lopulla noin 30 työntekijää. Tätä kuvattiin pyramidin huipuksi, jonka alle tulee myöhemmin lisää väkeä. Toiminta on jaettu ryhmiin, joista mainittiin

- analyttinen toiminta, jolla pidetään mm. yhteyttä eri komiteoihin,
- puhelinkyselyihin vastaaminen ja vierailujen järjestäminen,
- näyttöiden säteilymittauksia varten tulee perustettavaksi uusi ryhmä,
- näyttelytoiminta. Näyttelyissä "kerrotaan sekä negatiivisista että positiivisista asioista, mitä uutta on saatu aikaan ja mitä on kehitetty alan oheessa esim. elektroniikan, magneettitutkimuksen ym. alalla". Ryhmä järjestää myös yleisön ja asiantuntijoiden välisiä keskustelutilaisuuksia ja konferensseja.

6. PICAE:lla on alueellista toimintaa varten aluekeskukset Moskovassa,

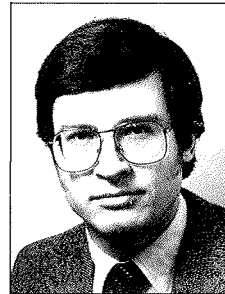
Kievissä, Harkovissa, Leningradissa, Gorkissa, Sverdlovskissa ja Murmanskissa.

Kunkin alueellisen keskuksen alaisuudessa voi olla useampia informaatiopisteitä, joita ovat ydinvoimalaitokset, tutkimuskeskukset, tehtaat jne.

Samoihin aikoihin kun Suomesta luotiin alan kontaktit PICAE:n kanssa saatiin myös ensimmäiset yhteydet Neuvostoliittoon perustettuun ydinteknilliseen seuraan, jonka toimialaan muiden kansallisten seurojen tapaan kuuluu myös tiedotus. Lyhyen ajan sisällä saimme naapurimaan kollegoihin siten kaksi eri kanavaa, jotka ovat jo osoittautuneet sekä toimiviksi että hyödyllisiksi.

Viimeisin vaihe yhteydenpidossa naapureihin on hyvin tuore. Lokakuussa 1990 kuusihenkinen valtuuskunta PICAE:sta oli tri Kaurrovin johdolla tutustumassa ydinvoimatiedottamiseen Suomessa. Mukana olivat mm. PICAE:n Moskovan, Sverdlovskin ja Leningradin aluekeskusten johtajat. Erityisen arvokasta oli tutustuminen Leningradin aluejohtajaan, jonka piiriin kuuluvat niin Baltian, Leningradin kuin Karjalankin laitokset. Valtuuskunta tutustui vierailun aikana mm. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitoksiin, jotka tekivät syvän myönteisen vaikutuksen vieraisiin. □

DI Antti Hanelius on Suomen Voimalaitosyhdistys ry:n (SVY) toimitusjohtaja ja ATS:n informaatiojooston puheenjohtaja, p. 90-602 944.



Ydinturvallisuusvalvonta Neuvostoliitossa ja yhteistyö säteilyturvakeskuksen kanssa

Neuvostoliitossa kehitettiin 1980-luvulla muutaman välivaiheen kautta siellä nyt toimiva ydinturvallisuusviranomaisorganisaatio GPAN. Tshernobylin onnettomuus aiheutti tarpeen hankkia nopeasti apua ulkomailta riippumattoman viranomaisvalvonnan kehittämiseksi. Yhteistyösopimus solmittiin myös Suomen säteilyturvakeskuksen kanssa. Tiedonvaihtoseminaarit, kehitysprojektit, laitosvierailut ja tarkastajavaihto ovat antaneet suomalaiselle osapuolelle myönteisen käsityksen viranomaiskollegojen tietotasosta ja turvallisuusasenteista. Suuria ongelmia sisältyy kuitenkin laituskonseptihin, laatujatteluun ja henkilöstöjen motivointiin.

Ydinenergian rauhanomaisen käytön turvallisuuskohdista vastasivat Neuvostoliitossa pitkään osapuolet, jotka olivat keskittyneet tarkastustyöhön muulta kanalta tai jopa olivat siteissä energian tuotantoon. Vuonna 1983 perustettiin lopulta siihenastisten Gosgortehnadzor- ja Gosatomnadzor-nimisten tarkastuslaitosten yhteenliittymänä erityisesti ydinturvallisuuden valvontaan keskittynyt viranomaisorganisaatio Gosatomenergonadzor. Viranomaisorganisaation rakenteelle ja toiminnalle luotujen suuntaviivojen toteuttaminen alkoi kuitenkin hitaasti. Vuoteen 1986 mennessä ei Gosatomenergonadzor ollut saanut kovinkaan merkittävää vaikutusvaltaa Neuvostoliiton ydinenergia-tuotannon turvallisuuskysymyksissä.

Tshernobylin onnettomuuden jälkeen Neuvostoliiton hallitus joutui ottamaan ydinturvallisuusasioihin kokonaan uuden asenteen ja turvallisuusviranomaisen resurssija sekä vaikutusvaltaa lisättiin tuntuvasti. Tässä vaiheessa tunnustettiin myös tarve hakea oppia ja esimerkkiä valvontatyöhön ulkomailta. Ensimmäisiä yhteydenoton kohteita oli Suomi, jonka kanssa viranomaisyhteistyösopimus solmittiin vuonna 1988. Vastaavia sopimuksia Neuvostoliitto on sittemmin tehnyt useiden länsimaiden kanssa.

Gosatomenergonadzorin toteuttama, neu-



Varapuheenjohtaja Nikolai Scheinberg ja pääjohtaja Antti Vuorinen allekirjoittivat viranomaisyhteistyösopimuksen 11.3.1988.

vostoliittolaisittain tehokas ja riippumaton toiminta lienee osaltaan johtanut siihen, että vuonna 1990 siihen sulautettiin sitä itseään monin kerroin suurempi, teollisuuden työturvallisuudesta vastaava

valtionkomitea. Syntyneen uuden yksikön nimeksi tuli Gospromatomenergonadzor (GPAN, englanninkielinen nimi: State Committee for Supervision of Safety in Industry and Nuclear Power).

GPAN:n organisaatio ja toimintamuodot

Gospromatomenergonadzorin toimintamuodot poikkeavat suomalaisista väistämättä huomattavasti jo kokoeron takia. Valvottavana siellä oli vuoden 1990 alussa 47 ydinvoimalaitosyksikköä, 11 tutkimusreaktoria ja kuusi ydinkäyttöistä alusta sekä suuri joukko tutkimus- ja tuotantolaitoksia.

Toiminta on organisoitu keskushallintoon ja viiteen aluetoimistoon. Lisäksi kaikilla ydinvoimalaitoksilla sekä suunnittelu- ja tuotantolaitoksilla on paikalliset tarkastusyksiköt, yhteensä 79 kappaletta. Keskushallinnon yhteydessä toimii myös erityinen tietellistekninen tutkimuskeskus. Tarkastajien lukumäärä ydinvoimalaitoksella on periaatteessa laitosyksiköiden lukumäärä täydennettynä esimiehellä. Erikoisaloista pyritään kattamaan ensisijaisesti reaktoriteknikka, laitetekniikka ja sähkötekniikka.

Tärkeä toimintamuoto on alaa koskevan säännösten luominen ja ajan tasalla pitäminen. Vuonna 1988 saatiin valmiiksi uudet ydinvoimalaitosten suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä noudatettavat yleiset turvallisuusmääräykset, OPB-88, jotka korvaavat edelliset vuodelta 1982 olleet ohjeet ja edustavat uusinta tietämystä alalla sisältäen mm. IAEA:n ydinenergian käytön turvallisuutta käsittelevän työryhmän (INSAG) laatimat turvallisuutta koskevat periaatteet. Vakavimmaksi säännöstöpuutteeksi viranomaisorganisaatio kokee tällä hetkellä ydinenergiain puuttumisen. Laki on kuitenkin valmisteilla ja tullee julkisuuteen vuoden sisällä.

Tiedottamista turvallisuusasioista on kehitelty useiden kokeilujen avulla. Neljännesvuosiraporttityyppisiä tiedotteita on julkaistu useassa eri muodossa. Tärkeintä näissä ovat katsaukset kuluneen ajanjakson tapahtumiin ydinenergian tuotannon turvallisuudessa. Sanomalehdistössä Izvestia näyttää ottaneen tehtäväkseen viranomaistietojen julkistamisen suurelle yleisölle.

STUK:n ja GPAN:n välinen yhteistyösopimus

Säteilyturvakeskuksen ja vielä silloin Gosatomenergonadzorin välisen turvallisuusyhteistyösopimuksen allekirjoittivat Helsingissä 11.3.1988 pääjohtaja Antti Vuorinen ja varapuheenjohtaja Nikolai Schteinberg.

Ensimmäiseksi yhteistyömuodoksi muotoutuivat tiedonvaihtoseminaarit, joiden alustavista aiheista sovittiin heti ohjelma kolmeksi vuodeksi. Seminaareissa käsiteltiin turvallisuutta koskevia vaatimuksia ja käytännön menetelmiä turvallisuuden varmistamiseksi ydinvoimalaitosten suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana. Seminaareja sovittiin pidettäväksi nelisen kappaletta vuosittain vuorotellen kummankin osapuolen maaperällä. Luentosallissa tapahtuvan tiedonvaihdon lisäksi seminaaritilaisuuksiin on sisällytetty käynnejä ydinvoimalaitoksissa, tutkimuslaboratorioissa ja muissa vastaavissa kohteissa. Tuorein seminaari syyskuussa 1990 tapahtui kokonaan ydinvoimalaitoksella Balakovossa Volga-joen varrella.

Valvontatyön kehittämiseksi on neuvostoliittolaisten aloitteesta aloitettu eräitä kunnianhimoisia yhteistyöprojekteja. Aiheina on mm. viranomaiskäyttöön soveltuvien turvallisuusindikaattoreiden pohtiminen. Pikaisia tuloksia tämäntapaista hankkeista ei kuitenkaan ole odotettavissa.

Tarkastajanvaihto

Kokonaan uutta syvyyttä yhteistyöhön on tavoiteltu tarkastajanvaihto-ohjelmalla. Kokemuksia on toistaiseksi vuosihuoltoisokin aikaisesta tarkastamisesta sopimusosapuolen valvomalla ydinvoimalaitoksella. Kolme säteilyturvakeskuksen tarkastajaa vietti kesällä 1989 näissä merkeissä kolme viikkoa Kuolan voimalaitoksella ja vastaavasti kolme neuvostoliittolaistarkastajaa vieraili saman pituisen ajan Loviisan laitoksella.

Nämä vierailukohteet oli valittu silmälläpitäen välitöntä mahdollisuutta soveltaa tietoja omilla laitoksilla. Aivan toivotulle tasolle ei vierailujen tehokkuudessa päästy. Yhteisen kielen puuttuminen on osoittautunut pahimmaksi kynnykseksi tiedonvaihdossa niin laitoksilla kuin neuvottelupöydän ääressäkin. Glasnost-ajattelussakin on eräin paikoin ollut vielä parantamisen varaa. Neuvostojärjestelmässä eläneillä kun on vaikeuksia hahmottaa eroa riippumattoman valvontaviranomaisen ja muiden intressiryhmien välillä. Erityisesti laitosten käyttöorganisaatiot eivät ole halukkaita luovuttamaan tietoja viranomaisellekaan kuin rahakorvausta vastaan.

Kokemukset

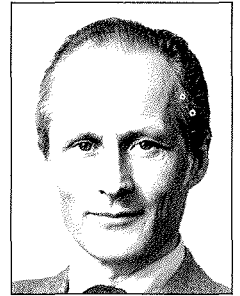
Neuvostoliiton turvallisuusviranomaisen tietämys turvallisuusasioista on osoittautunut varsin korkeaksi ja omien laitosten olemassa olevat heikkoudet tuntuvat ole-

van hyvin tiedossa. Ongelmana on vain löytää menettelytapoja ja käytäntöjä tilanteen parantamiseksi ja resurssien optimaaliseksi käyttämiseksi. Tähän haetaan apua pitemmän kokemuksen omaavilta ulkomaisilta kollegoilta.

GPAN:n valvontamallissa ei ole Suomeen kopioitavaa. Valvonta on toistaiseksi suurelta osin ollut venäläisen perinteen mukaista normien täyttymisen tarkastamista. Tämän vakuuttaminen ei kuitenkaan vielä kerro mitään toteutuneesta todellisesta laadusta. Toisaalta käyttöorganisaation oman tarkastustoiminnan korvaaminen viranomaisedustajan työpanoksella, kuten Neuvostoliitossa nykyisin tapahtuu, ei sekään vastaa länsimaista käsitystä oikeaoppisesta valvontakuvioista. Kovin tiheästi tapahtuva käyttöhenkilökunnan muo- dollisen pätevyuden tarkastaminen ja henkilöstön rankaiseminen sakoilla eivät myöskään liene tehokkaimpia motivointi-keinoja.

Suomalaisosapuolen toivoma ja myös saama hyöty keskittyy laitosspesifiseen tietoon Loviisan tyyppisten laitosten käyttö- ja kunnossapitokokemuksista. Suurin saavutettavissa oleva hyöty sisältynee joka tapauksessa mahdollisuuteen epäsuorasti vaikuttaa neuvostoreaktoreiden turvallisuuteen ja sitä tietä globaaliin turvallisuuden kasvuun. □

DI Heikki Reponen on säteilyturvakeskuksen rakennusjaoksen päällikkö, p. 90-708 2326.



Suomen energiatulevaisuus — Merkitys teollisuudelle

Maamme teollisuudessa metallien valmistus sijoittuu energian hankintamenoilla mitattuna puunjalostusteollisuuden jälkeisen toiselle tilalle. Tällöin metallien valmistus perustuu lähinnä malmipohjaiseen tuotantoon, jolloin suurin osa energiasta kuluu oksidisten malmien pelkistämiseen. Mitattuna osuutena tuotannon jalostusarvosta sijoittuvat energiakustannukset selvästi ykköseksi metallien valmistuksessa. Noin kolmasosa jalostusarvosta muodostuu energiakustannuksista. On sen vuoksi luonnollista, että metallien perusteollisuudessa kiinnitetään erityisen suurta huomiota energian kulutuksen pienentämiseen, jotta oltaisiin kilpailukykyisiä. Se merkitsee, että on kehitettävä ja valittava oikeat ja edullisimmat valmistusmenetelmät — ja että niitä osataan käyttää oikein. Ts. henkilöstö on hyvin koulutettua ja osaavaa.

Esimerkkeinä prosessien kehittämisestä ja oikeasta valinnasta voidaan todeta, että Outokummun kehittämä liekkisulatusmenetelmä on edullisin energian kulutuksen kannalta ja paras valmistusprosessi ympäristönsuojelumielessä. Suomen terästeollisuus perustuu sataprosenttisesti jatkuvavaluun, joka on edullisin energian kulutuksen kannalta varsinkin, kun se yhdistetään kuumapanostukseen. Itse teräksen valmistusprosessit Suomessa perustuvat tällä hetkellä edullisimpiin tunnettuihin valmistusmenetelmiin, masuuni — happikaasukonverttimenetelmiin lähdettäessä malmipohjalta tai sähkösulatuksen käytettäessä romua raaka-aineena.

Sähkön käyttäjänä teollisuus edustaa varsin tasaista ympärivuorokautista kulutusta. Erityisesti prosessiteollisuus toimissaan jatkuvassa kolmivuorotyössä merkitsee erittäin tasaista peruskuormaa sähkön kuluttajana. Tuntivaihtelut ovat minimaalisia ja kulutus yötunteina on mieluummin suurempi kuin päiväaikaan. Ennusteiden mukaan teollisuuden sähkön

käytön odotetaan lisääntyvän 1990-luvulla keskimäärin 3 % vuodessa. Kasvuvauhti on alkuvuosina hiukan nopeampaa ja loppuvuosina vastaavasti hitaampaa.

Teollisuuden sähkön käytön lisääntymisen tärkein selittävä tekijä on paljon sähköä käyttävän teollisuuden, varsinkin kemiallisen metsäteollisuuden ja metalliteollisuuden tuotannon laajennukset. Myös valmistusprosesseissa siirrytään enemmän sähköä kuluttaviin vaihtoehtoihin, kun halutaan säästää raaka-aineita ja pienentää energian kokonaiskulutusta. Sähkön käytön kasvun teollisuudessa aiheuttaa myös lisääntyvä sähköistymisen ja prosessien automaatio. Myös ympäristönsuojelun kasvavilla vaatimuksilla on oma merkityksensä ja sähkön käyttöä lisäävä vaikutus.

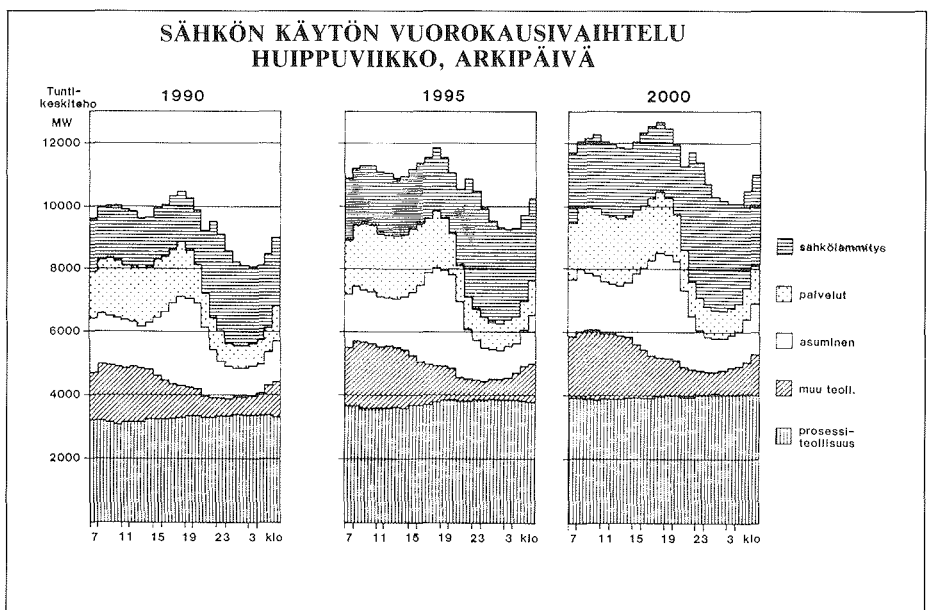
Suomen terästeollisuus

Suomen terästeollisuuden energian kulutus 1980-luvulla käy ilmi oheisesta kuvasta. Runsas 60 % energiasta perustuu hiilen ja koksen käyttöön. Niiden tuottamalla koksamo- ja masuunikaasulla kehitetään myös osa prosessien tarvitsemasta sähköenergiasta. Sen vuoksi oheisessa kuviossa sähkö on samaa kuin ostosähkö, joka edustaa viime vuosina n. 20 % energian kokonaiskulutuksesta. Oheisesta käyrästä todettakoon, että teräksen tuotanto on lisääntynyt 1980-luvulla vajaa 20 prosentilla, kun energian kulutus on kasvanut samanaikaisesti n. 12 %

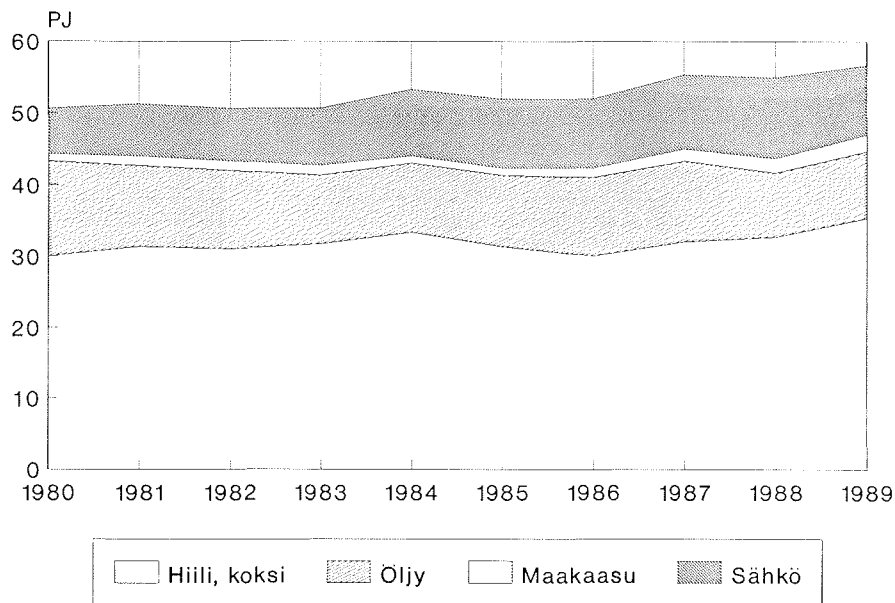
— siis tehokasta energian käyttöä on pystytty edelleen tehostamaan. Sähkön osuus on samanaikaisesti selvästi kasvanut ja öljyriippuvuutta on pystytty jonkin verran pienentämään. Tällainen kehitys on vallitsevana kaikkialla maailman terästeollisuudessa: tuotanto perustuu energian osalta hiilen ja sähkön käyttöön ja sähköstä kehitetään huomattava osa omien prosessien tuottaman kaasun avulla.

Huomattava osa terästeollisuudesta perustuu kaikkialla maailmassa romun käyttöön. Teräs palaa romuna takaisin kiertoon n. kahden vuosikymmenen kulluttua käyttöönotton jälkeen. Romun käyttö on edullista energian kulutuksen kannalta, sillä romun sulattamiseen kuluu energiaa vain noin ¼ siitä, mitä tarvitaan malmipohjaisen teräksen valmistamiseen. Suomessa romun keräys on organisoitu hyvin ja teräsromua saadaan talteen niin, että n. 30 % terästuotannosta pohjautuu romun käyttöön. Kaikki kotimaasta kerätty romu käytetään Suomessa ja lisäksi romua tuodaan jonkin verran lähinnä Neuvostoliitosta.

Ympäristönsuojelu kuuluu oleellisena osana kaikkeen prosessiteollisuuteen. Valitsemalla oikeat prosessit voidaan ympäristöhaittoja pienentää ja vähentää ympäristönsuojelukustannuksia. Kuten edellä totesin, Suomen terästeollisuus käyttää uusinta ja ympäristönsuojelun kannalta edullisinta tekniikkaa. Kuitenkin ympäristön suojeluun joudutaan satsaamaan var-



SUOMEN TERÄSTUOTANNON ENERGIANKULUTUS



sin paljon. Esim. Raahan terästehtaalla kuluu yli 10 % tehtaan sähkön käytöstä (runsaat 700.000 MWh/v) pölyjen poistoon. Näin n. 96 %:n erotusasteen saavuttaminen vastaa suunnilleen samaa kuin koko Raahan kaupungin sähkön kulutus. Jokainen lisäprosentti tähän erotusasteeseen merkitsee melkoisia lisäinvestointeja ja myös lisää sähkön kulutuksessa. Yhteenvetona ympäristönsuojelusta teollisuuden kannalta on todettava, että kestävän kehityksen periaate on hyväksyttävissä, mutta vaatimusten kiristämisessä tulisi seurata lähinnä kilpailijoiden asettamia vaatimuksia ja aikataulua. Täytyy toivoa, että kaikissa maissa noudatetaan samoja periaatteita, koska ympäristönsuojelu ei tunne rajoja ja suurin osamamme laskeutumista on peräisin omien rajojemme takaa.

Ruotsin energiahuolto

Teräksen tuotanto kasvoi 1970-luvun puoliväliin asti (ensimmäinen energiakriisi) erittäin nopeasti, runsaan 6 %:n vuosivauhtia. Silloin tehtiin myös selvityksiä, millä tavalla voidaan tuottaa edullisesti terästä huomioiden sekä raaka-ainekysymykset että ympäristön suojelun kasvavat vaatimukset. Silloin muodostui todennäköisimmäksi ratkaisumalliksi sellainen, jossa atomivoimalaitoksella tuotetaan halpaa sähkövoimaa ja hiiltä käytetään ilman koksauksen prosessia vain rautamalmin pelkistämisen tarvitsema määrä. Näin uskottiin pystyttävän tyydyttämään edullisimmin nopeasti kasvava teräksen kysyntä. Yhtään tällaista ratkaisumallia ei kuitenkaan ehditty toteuttaa, sillä teräksen kysynnän kasvu pysähtyi ja atomivoimajoutui uuden tarkastelun kohteeksi.

Vähän tähän liittyen muutama sana naapurimaamme Ruotsin energiahuoltotarkaisuista, joista on puhuttu viime aikoina runsaasti. Vuosi sitten tehtiin mm. selvitys, mitä merkitystä mahdollisilla atomivoimaloiden lopettamisilla on esim. Ruotsin terästeollisuuteen, jolla on pitkät, vuosisataiset perinteet. Se on kokenut monet muutosprosessit ja on nyt varsin kilpailukykyistä. Terästeollisuus perustuu ruotsalaisten rautamalmien hyödyntämiseen — rautamalmejahan tuotetaan huomattavasti yli oman tarpeen. Terästä valmistetaan kuitenkin määrällisesti suunnilleen oman maan kulutusta vastaavasti, vaikka tiettyjä laatuja viedään runsaasti.

Tehtyjen selvitysten mukaan jo ensimmäisten atomivoimaloiden sulkemisen aiheuttama sähkön hinnannousu aiheuttaisi nopeasti terästeollisuuden kilpailukykyyn heikkenemisen niin, että terästuotanto tulisi pienenemään 40 % nykyisestä. Puuttumatta menetettyihin Ruotsin työpaikkoihin herää kysymys, olisiko tällaisella toimenpiteellä mitään maailmanlaajuisista merkitystä: tuottaisiko joku muu saman poistuneen teräsmäärän ja todennäköisesti käyttämällä enemmän energiaa kuin ruotsalaiset ja aiheuttaen suurempia ympäristöhaittoja.

Yhteenveto

Yhteenvetona edellä esitetystä voidaan todeta, että käyttäjän kannalta voidaan energian saannille asetettavat vaihtoehdot kiteyttää seuraaviin vaatimuksiin:

- varma energian saanti kaikkina vuoden ja vuorokauden aikoina, sillä energian saannin keskeytykset aiheuttavat suunnattomia vahinkoja jatkuville prosesseille
- kilpailukykyinen hinta energialle, sillä energiakustannusten merkitys on niin ratkaiseva kilpailukykyyn kannalta, ettei suomalaisilla yrityksillä ole mahdollista maksaa enempiä kuin pahimmat kilpailijat
- useita energiavaihtoehtoja pitää olla saatavissa, jotta kuhunkin prosessiin voidaan valita siihen parhaiten soveltuva energiamuoto
- ympäristön suojelusta pitää huolehtia, jotta kannattavan kasvun periaate toteutuu. □

ENERGIAN HANKINTAMENOT TOIMIALOITTAIN V. 1987 SEKÄ ENERGIAN HINNAN OSUUS TUOTANNON JALOSTUSARVOSTA

Toimiala	Poltto-aineet Mmk	Sähkö Mmk	Lämpö Mmk	Energia yht. Mmk	Osuus- jalostus- arvosta %
Metallien valm.	744	432	61	1237	33
Paperi, graaf.	185	1805	1562	3552	18
Kaivostoiminta	58	96	4	158	15
Lasi, savi, kivi	207	148	5	360	10
Kemia	193	560	192	945	9
Puutavaran valm.	81	247	172	500	8
Elintarvike	234	289	111	635	6
Tekstiiliteoll.	55	91	33	180	4
Koneet, laitteet	200	456	120	775	3
Muu valmistus	6	10	1	17	3
Yhteensä	1.964	4.134	2.261	8.359	10

DI Esko Erkkilä on johtaja Rautaruukki Oy:n keskushallinnossa, p. 981-327 711.



Loviisan polttoainehuolto

*Loviisan voimalaitoksen mo-
lempien yksiköiden ydinpoltto-
ainehuolto perustuu pitkäaikai-
siin tuoreen polttoaineen han-
kintasopimukseen ja käytetyn
polttoaineen palautussopimuk-
siin. Sopimukset kuuluvat Lo-
viisan voimalaitoksen Neuvos-
toliittolaiseen toimituspakettiin
ja ne on solmittu erillisinä
kummallekin yksikölle koko
käyttöajalle. Tuoreen polttoai-
neen sopimukset ovat vuosilta
1971 (Lo1) ja 1973 (Lo2). Käy-
tetyn polttoaineen palautus-
sopimukset ovat vuosilta 1987
(Lo1, vanha sop. 1981) ja 1986
(Lo2). Neuvostoliittolainen
sopimusosapuoli on V/O
Techsnabexport.*

Polttoaine tilataan toimitusta edeltävän vuoden alussa. Toimitus tapahtuu runsas vuosi ennen polttoaineen lataamista reaktoriin. Polttoaine on reaktorissa tyyppillisesti 3 vuotta (osa vain 2 v.). Reaktorista poiston jälkeen polttoainetta säilytetään laitoksella eri varastopaikoissa yhteensä 5 vuotta ennen sen palauttamista Neuvostoliittoon. Yhteensä polttoaine on Loviisassa noin 10 vuotta.

Tuore polttoaine

Polttoaineen valmistus tapahtuu Elektros-
talissa sijaitsevalla tehtaalla, josta on ku-
vaus tämän lehden toisessa artikkelissa.
Tehtaan varastosta polttoaine kuljetetaan
Loviisan asemalle junalla tarkoitusta var-
ten valmistetuissa neuvostoliittolaisissa
erikoisvaunuissa. Yhteen vaunuun mah-
tuu 9 kuljetuskonttia ja kuhunkin kontti-
in 4 polttoainenippua. Lastattu kontti
painaa noin 2000 kg. Niput kuljetetaan
asemalta laitokselle kuorma-autolla.

Tuoreen polttoaineen vastaanottotarkas-
tus suoritetaan Loviisan voimalaitoksella
polttoaineen toimittajan edustajan läsnä-
ollessa. Tässä yhteydessä tehdään jokai-
selle nipulle visuaalinen tarkastus ja mit-
taustarkastus. Ennen polttoaine-erän lo-
pullista hyväksymistä IVO teettää vielä
VTT:llä laadunvalvontakokeita yhdelle
erää edustavalle polttoainenipulle. Tutki-
muksien kautta saatua tulosaineistoa ver-
rataan tehtaan antamaan laadunvalvonta-

tulosaineistoon sekä polttoaineen voimas-
sa olevan spesifikaatioon.

Vuodesta 1989 lähtien IVO:lla on ollut
mahdollisuus suorittaa polttoaineen val-
mistuksen suoraa tehdasvalvontaa, joten
on mahdollista että tulevaisuudessa luo-
vutaan e.m. polttoainetta rikkovista tut-
kimuksista.

Polttoaineen käyttö

Polttoaine-erät saapuvat laitoksen tuo-
reen polttoaineen varastoon noin puoli-
toista vuotta ennen niiden sijoittamista
reaktoriin. Niput säilytetään joko kulje-
tuspakkauksissaan tai 30-paikkaisissa siir-
tokoreissa. Varastoinnin aikana nippu on
tiivissä muovipussissa, jossa on myös si-
licagel-kuivausainetta.

Kun polttoaineenvaihto lähestyy niput
poistetaan muovipusseistaan ja pyyhitään
etyylialkoholilla, silicagel-kori poistetaan
ja nippu sijoitetaan siirtokoriin ennalta
laaditun suunnitelman mukaisesti.

Kori siirretään reaktorihalliin sitä varten
suunniteltuun kaivoon, josta niput siirre-
tään latauskoneella yksitellen latausaltaa-
seen hyvissä ajoin ennen reaktorin alas-
ajoa vaihtolatausaisokkiin.

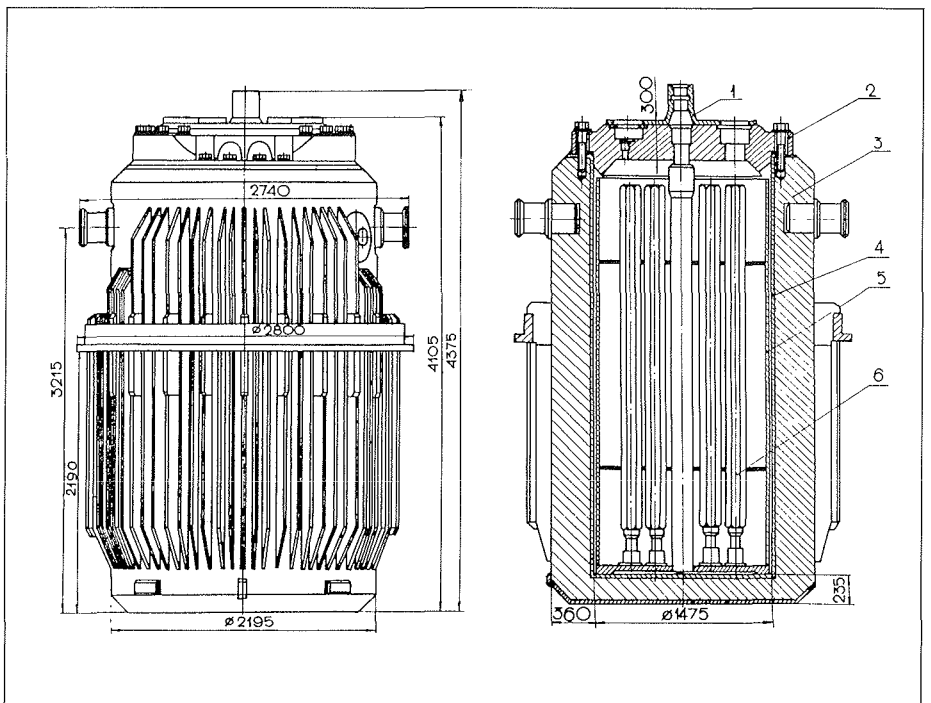
Reaktorissa niput ovat 2—3 vuotta saa-
vuttaen keskipalaman noin 32 000
MWd/tU. Käytön jälkeen ne ovat reak-
torin viereisessä latausaltaassa runsaan
vuoden. Tämän jälkeen ne siirretään käy-
tetyn polttoaineen varastoon odottamaan
kuljetusta takaisin Neuvostoliittoon.

Käytetyn polttoaineen tarkastus ja kuljetus

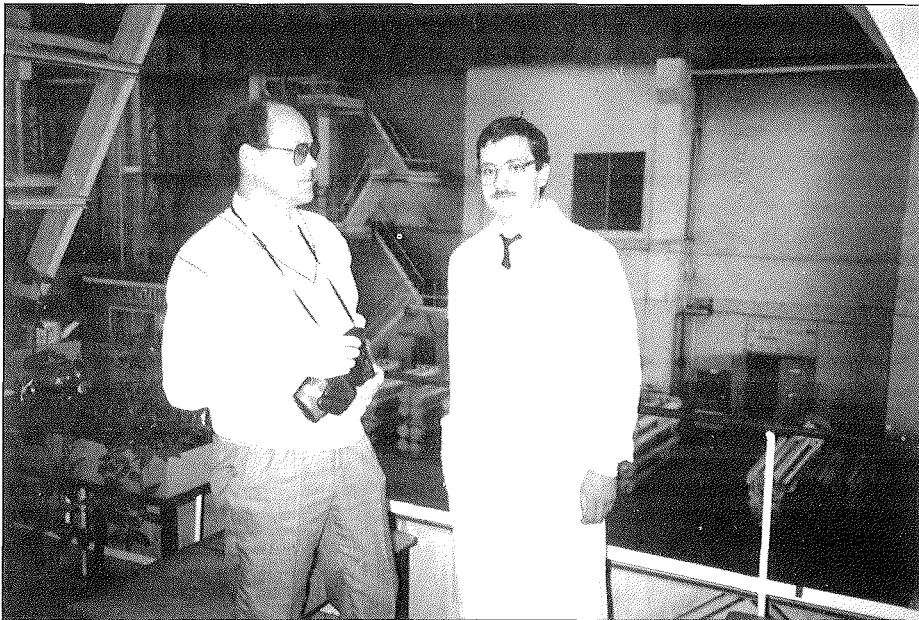
Käytettyjen polttoainenippujen tarkastuk-
silla pyritään laitoksella omakohtaisesti
saamaan tietoa polttoaineen käyttäytymi-
sistä reaktoriolosuhteissa. Tätä tarkoitus-
ta varten on laitoksella allastutkimuslait-
teisto, jonka avulla pystytään purkamaan
käytettyjä nippuja ja suorittamaan
visuaali- ja mittatarkastuksia nipun kom-
ponenteille sekä gamma-scanning-mit-
tauksia polttoainesauvoille. Loviisan käy-
tettyä polttoainetta on myös tutkittu
Studsvikin kuumakammiossa Ruotsissa.

Polttoainetutkimuksista saadut tulokset
on hyödynnetty polttoainetehtaalla.

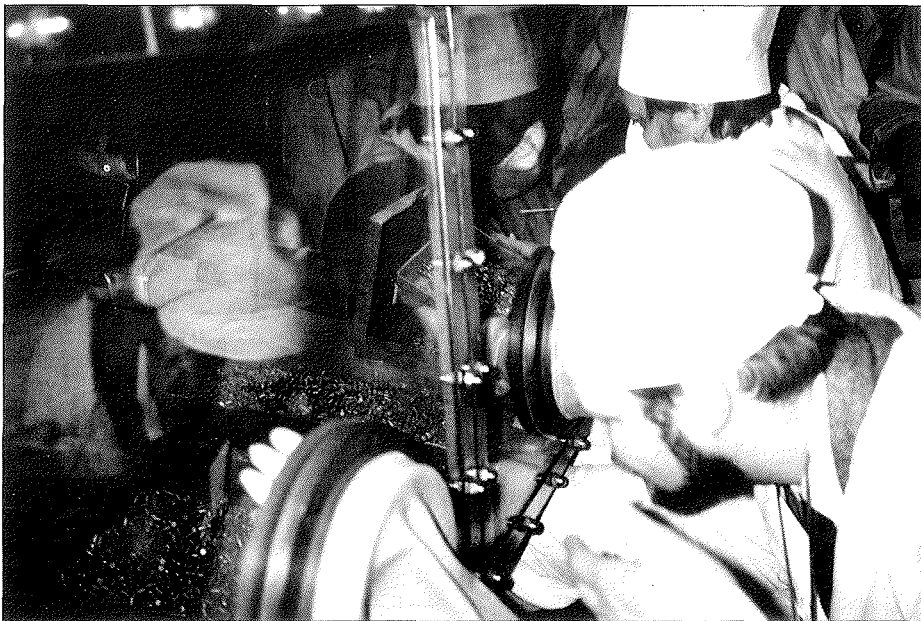
Käytetty polttoaine kuljetetaan Neuvosto-
liittoon Tsheljabinskin jälleenkäsittelylai-
tokselle yhdistettynä maantie- ja rautatie-
kuljetuksena. IVO ottaa vastaan neuvos-



Käytetyn polttoaineen kuljetukseen käytettävä astia.



Loviisan polttoaineesta vastaava reaktori-insinööri Per-Erik Hägg ottaa tuoreen polttoaineen vastaan Suomessa. Hänen kollegansa Elektrostalin tehtaalla on Igor Petrov, joka johtaa osastoa, jossa lähtykset viimeisen kerran tarkastetaan.



Ossi Koskivirta tutkii, miten UO_2 -pellettejä syntyy.

toliittolaisen kuljetuskaluston Viipurissa, josta se tuodaan rautateitse Loviisan rautapihalalle. Täältä kuljetussäiliöt siirretään IVO:n raskaskuljetuskalustolla maanteitse voimalaitokselle pakattaviksi. Pakatut säiliöt kuljetetaan maanteitse takaisin rautapihalalle ja siirretään nosturilla erikoisjunan. Juna kulkee reittiä Loviisa—Lahhti—Kouvola—Vainikkala takaisin Viipuriin, jossa se polttoaineineen luovutetaan TSE:lle. Kuljetukseen liittyvät vastuut mm. ydinvahinkovastuu siirtyvät IVO:lta TSE:lle kuitenkin jo maitten välisellä rajalla.

Kuljetuspakkauksen päämitat ilmenevät oheisesta kuvasta. Lastattuna se painaa

noin 90 tonnia. Siihen voidaan lastata 30 polttoaineniippua eli noin 3,6 tonnia uraania. Matalapalamainen polttoaine voidaan kuljettaa kaasujäähdytteisenä (typpi), mutta normaalisti jäähdytteenä käytetään vettä.

Säiliö on paksuseinäinen, kolmesta taotusta tersävaipasta ja pohjasta hitsaamalla valmistettu astia, jonka sisäpinta ja pohjan ulkopinta on vuorattu ruostumattomasta teräslevystä valssatuilla vaipoilla. Säiliön yläosassa on kaksi nostotappia. Sylinteripinnalla on pystysuorat rivat ja tukirengas kuljetusalustaan kiinnittämistä varten. Säiliön kansi on ruostumatonta terästä ja se kiinnitetään runkoon 24 pultilla.

Yhden laitoksen yksikön kuljetuserä koostuu yleensä 120 ensisijaisesti yhdessä polttoainevaihdossa poistetusta nipusta, yhteensä noin 14 tonnista ydinmateriaalia. Normaalisti pyritään kuljettamaan molempien yksiköiden erät kerralla, jolloin tarvitaan 7—8 erikoisvaunua. Tyypillinen yhden säiliön jälkiteho on 6 kW ja ulkopinnan lämpötila 40—50°C. Säteilyn annosnopeus pinnalla on enintään 100 μ Sv/h ja 2 m etäisyydellä enintään 20 μ Sv/h.

Varastointi ja jälleenkäsittely — raportti tilanteesta 8.10.90 Tsheljabinskissa

Tsheljabinskissa polttoainejuna ajetaan raiteita pitkin varastorakennukseen. Täällä kuljetussäiliöiden kannet avataan ja sisällä oleva polttoainekori nostetaan varastoaltaaseen tehdystä aukosta vaunuun, jolla kori siirretään varaston puolelle. Korin nosto tapahtuu kauko-ohjatusti, sillä säteilynsuojia ei ole käytössä. Korilla lastattu vaunu siirtyy varaston puolelle kaltevia kiskoja pitkin. Varastossa koreja voidaan siirtää maston avulla altaiden kannessa olevia avattavia 10 cm leveitä rakoja pitkin.

Varastoaltaissa on vettä 6,5 m. Vesi on hieman sameaa. Varastoaltaassa todettiin olevan mm. viime vuonna Loviisasta lähetetty kori n:o 0008. Varasto voidaan jakaa väliseinillä neljään erilliseen osastoon. Varastossa on tilaa 500 korille.

Varastosta polttoainekori siirretään maston avulla kuljetusvaunuun, joka vie korin veden alla toiselle osastolle. Siellä nipusta leikataan ylä- ja alapäätykappaleet, minkä jälkeen sauvat ja heksagonaalikotelo pilkotaan 20—30 mm mittaisiksi palasiksi ja siirretään satoja metrejä pitkän tärinkuljettimen avulla kemialliseen käsittelyyn. Yhteen erään pilkotaan kerralla 6—7 nippua (700—800 kg uraania) ja sen liuotus muine käsittelyineen kestää 24 h. Prosessista ja syntyneiden jätteiden käsittelystä kerrotaan enemmän tämän lehden toisessa artikkelissa. □

FM Per-Erik Hägg on Loviisan voimalaitoksen reaktori-insinööri, p. 915-550 450.

DI Ossi Koskivirta on IVO:n polttoaineosaston ydinpolttoaineen ostopäällikkö, p. 90-6090 6420.



Suomalaiset ja energiapolitiikka 1990

Energiapoliittinen asenneilmasto on moniaineksinen kokonaisuus, jolle on ominaista käsitysten ja kannanottojen suuri diversiteetti. Energian yhteiskunnallistumisen ja politisoitumisen myötä energia-asenteille on muodostunut huomattava symboliarvo. Suhtautuminen energiakysymyksiin indikoi selkeästi ihmisten yleisempiä yhteiskunnallisia asenteita, arvoja, tavoitteita, valintoja, jopa maailmankuvaa. Energia-asenteiden kautta on täten mahdollista tarkastella yhteiskuntaa ja ihmisiä myös laajemmasta sosiaalipsykologisesta perspektiivistä.

Tunnusomaista energiapoliittiselle asenneilmastolle, varsinkin sen perusrakenteille, on ennemminkin hidas kuin nopea muuttuminen — poikkeuksena luonnollisesti voimakas reagointi Tshernobylin onnettomuuteen vuonna 1986. Huomionarvoista energia-asenteiden viimeaikaisessa muutoskehityksessä on mm. ympäristöarvojen prioriteetin jatkuva nousu.

Millaista energiapolitiikkaa?

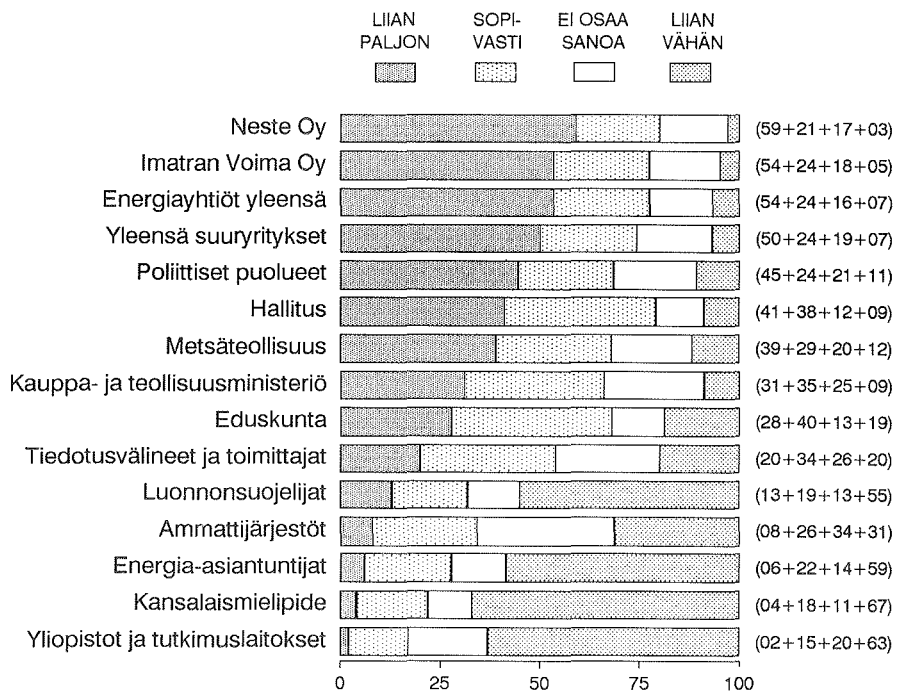
Tarvitaanko uusia voimalaitoksia

Suomalaista energiakeskustelua on viime aikoina alkanut jäsentää yhä selvemmin tietty "energiaideologinen" kahtiajako: on sanottu että meidän on valittava joko energiankulutuksen ja kasvun tuotantokapasiteetin lisärakentamisen linja tai säästön ja uuden kapasiteetin rakentamisesta pidättäytymisen linja.

Tähän peruskysymykseen suhtautuminen ei muodosta väestön keskuudessa mitään selvää mielipidesuuntaa. Noin joka toinen (48%) yhtyy käsitykseen, jonka mukaan Suomi ei tarvitse enää yhtään suurvvoimalaa. Yhtä moni (48%) puolestaan katsoo, että sähkön tarpeen jatkuva kasvu edellyttää välttämättä uusien voimalaitosten rakentamista.

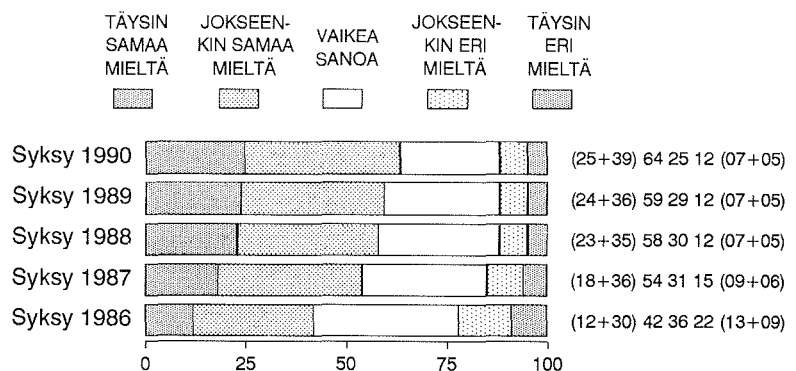
Siitä huolimatta että uuden kapasiteetin rakentamiseen suhtaudutaan empien, kaksi kolmasosaa väestöstä (68%) otaksuu sähkön tarpeen olevan tulevaisuudessa paljon nykyistä suuremman. Tällä kasvuo-orientoituneella kannalla olevien osuus

ARVIOT ERI VAIKUTTAJATAHOJEN TOSIASIALISESTA VAIKUTUSVALLASTA ENERGIAPOLIITTISSA PÄÄTÖKSENTEOSSA (%).



Suomalaisten energia-asenteet 1990

"ON TODENNÄKÖISTÄ, ETTÄ PÄÄTÖKSENTEKIJÖIDEN KANTA YDINVOIMAAN MUUTTUU JA SUOMEEN RAKENNETAAN VIELÄ LISÄÄ YDINVOIMALOITA" (%).



Suomalaisten energia-asenteet 1990

Taustatietoja tutkimuksesta

Tampereen yliopistossa on selvitetty ja seurattu väestön suhtautumista energiapolitiittisiin kysymyksiin jo kahdeksan vuoden aikana. Projektin laajat ja vertailukelpoiset aineistot mahdollistavat kansalaismielipiteen yksityiskohtaisen empiirisen analyysin ja systemaattisen seurannan.

Syksyllä 1983 käynnistyneellä energia-asenteiden seuranta tutkimuksella on kaksi päätaavoitetta. Tutkimuksen käytännöllisenä tavoitteena on tuottaa konkreettista tietoa kansalaismielipiteestä julkiseen käyttöön. Tutkimuksen tieteellisenä tavoitteena on yhteiskunnallisen asenne- ja arvoilmaston syvärakenteiden kartoittaminen ja niissä tapahtuneiden muutosten analysointi. Seuranta tutkimuksen laajoja aineistoja käytetään tätä ilmiökenttää kartoittavien opinnäytetöiden aineistoina. Tutkimus on toteutettu Tampereen yliopiston ja Imatran Voima Oy:n välisellä tutkimussopimuksella. Tutkimuksen tilaajana IVO rahoittaa tutkimuksesta aiheutuvat kustannukset.

Tiedotteessa esitettävät tutkimustulokset perustuvat 2854 henkilön antamiin vastauksiin. Aineisto kerättiin postikyselynä syys-joulukuussa 1990. Se koostuu kahdeksasta erillisestä otoksesta. Koko maan väestöä edustaa väestörekisteristä satunnaisesti poimittu 2500 hengen otos (vastausprosentti 61.5). Aiempaan tapaan ydinvoimalakunnista Loviisasta ja Eurajoelta oli poimittu 250 hengen väestörekisteriotokset (vastausprosentti 66.8 ja 56.8). Ydinjätetutkimuskunnista Kuhmosta ja Sievistä oli niinkään 250 hengen otokset (vastausprosentti 61.2 ja 53.2). Samansuuruinen otos oli myös kivihiihvoimalakaupunki Porin asukkaista (65.6).

Tämänkertaisessa tutkimuksessa selvitettiin keskimääräisväestön ja erityiskohde kunnien väestön kannanottojen lisäksi kahden ammattiryhmän energianäkemyksiä. Energia-alan opettajista ja tutkijoista poimittiin alan korkeakouluista, oppi- ja tutkimuslaitoksista 400 hengen otos (vastausprosentti 71.3). Toisena erilliskohderyhmänä olivat suomalaiset toimittajat, joista oli (SSL:n jäsenrekisteristä SSL:n liittohallituksen luvalla) poimittu 500 hengen satunnaisotos (vastausprosentti 54.6). Vastaava opettajien/tutkijoiden ja toimittajien energianäkemyksen vertailu on suoritettu Ruotsissa Göteborgin yliopistossa valtio-opin laitoksella (Westerstahl ja Johansson 1987, 1990).

on kuitenkin vähentynyt syksystä 1989. Samansuuntainen muutos on havaittavissa energian riittävyttä koskevissa arvioinneissa: enää vain noin joka viides (20%) uskoo, että energiaa on aina riittävästi saatavilla eikä energiapulaa koskaan tule.

Energiasäästöko ratkaisu

Suhtautuminen energian säästöön on kokonaisuutena jonkin veran myönteistynyt ja usko säästön mahdollisuuksiin lisääntynyt viimeisen vuoden aikana. Joskin edelleen lähes puolet (48%) katsoo ettei säästöllä energiaongelmia voida suoranaisesti ratkaista, säästöä kannatetaan kuitenkin laajasti (68%) uusien voimaloiden rakentamisen (ainakin osittaisena) vaihtoehdona.

Myös kysymykset siitä, miten säästöön käytännössä päästään ja mitä siitä seuraa, ovat kansalaisille ehkä yllättävänkin selviä. Valistuksen tehoon ja vapaaehtoisuuteen luotetaan melko laajasti. Vain noin joka kolmannen (36%) mielestä asennekasvatus ei auta ja tulosten saavuttaminen on mahdollista vain pakkotoimin. Samalla myös käsitys, jonka mukaan sähkön hinnan tuntuva korottaminen on ainoa tehokas keino sähkön säästön edistämiseksi, torjutaan huomattavan laajasti (64%).

Periaatteellista valmiutta säästötoimiin selittää yhtäältä se enemmistön (63%) arvio, ettei elintaso olennaisesti laskisi

vaikka maassamme ryhdyttäisiin nykyistä tiukempiin säästötoimiin. Kovin pitkälle säästössä ei kuitenkaan haluta/katsota voitavan mennä. Kahden kolmasosan (65%) mielestä todella tehokkaaseen säästöön ei voida koskaan päästä sen vuoksi, etteivät kansalaiset suostu niukkuuteen eivätkä tinkimään elämänsä mukavuuksista.

Vaiko vaihtoehtoenergia

Ns. vaihtoehtoisten energianlähteiden hyväksikäyttömahdollisuuksiin uskotaan nyt hieman enemmän kuin vuotta aikaisemmin. Kolmannes väestöstä (33%) pitää aurinkoenergiaa realistisena ratkaisuna jo lähitulevaisuudessa, 44% näkee sen merkittävän hyödyntämisen olevan mahdollista vasta useiden vuosikymmenien kuluuttua. Peräti 70% kansalaisista uskoo, että tuuli- ja aurinkovoima voitaisiin ottaa maassamme laajaan käyttöön jo melko pian, mikäli vain niitä koskevaan tutkimus- ja kehitystoimintaan haluttaisiin panostaa varoja.

Vaihtoehtoenergia saa huomionarvoisen suurta kannatusta siinäkin tapauksessa että sen avulla tuotettu sähkö olisi kalliimpaa kuin konventionaalisiin menetelmin tuotettu sähkö. Lähes joka toinen (47%) kansalainen ilmoittaa puoltavansa tuuli- ja aurinkoenergian käyttöönottoa vaikka sen seurauksena hänen sähkölaskunsa nousisi kaksinkertaiseksi (kymyksessä esitetty hypoteettinen arvio).

Ympäristöhuoli kasvaa yhä

Vuotta aiemmin suoritettun tutkimuksen pääsanoma oli kansalaisten ympäristöhuolen lisääntyminen. Uusin tutkimusaineisto osoittaa, että huoli ympäristöstä on voimistunut hieman entisestään. Kansalaisten periaatteellinen valmius tinkiä omasta elintasostaan energiantuotannosta aiheutuvien ympäristöhaittojen ja riskien vähentämiseksi on edelleen hieman kohonnut (63%:sta 65:iin).

Suurempi muutos havaitaan kasvihuoneilmiön uhkaa koskevissa arvioinneissa. Vaatimus fossiilisten polttoaineiden käytön rajoittamisesta kasvihuoneilmiön pysäyttämiseksi on yleistynyt näkyvästi (63%:sta 72%:iin). Lähes kaikki (93%) yhtyvät käsitykseen, jonka mukaan metsäkuolemia ei voida Suomessa välttää, ellei rikki- ja typpipäästöjä kansainvälisesti pikaisesti vähennetä. Yli neljä viidesosaa (83%) katsoo happaman laskeuman uhkaavan jo nykyisin metsiemme kasvua ja kalakantojen säilymistä.

Vain joka neljäs (25%) arvioi Suomen metsätuhojen johtuvan ensi sijassa oman maamme saastepäästöistä, enemmistö (59%) katsoo tuhojen syyn olevan ennen muuta tuontitavaraa. Runsaan kahden viidesosan (44%) käsityksen mukaan kasvavien ympäristöongelmien vuoksi energiankulutusta joudutaan maassamme rajoittamaan vuoteen 2000 mennessä (kysymyksessä esitetty hypoteettinen raja; eri mieltä asiasta on vain 19%).

Vaikka kansalaisten ympäristöasenteet ovat yksiselitteisen synkkiä, ne eivät ole kokonaan vailla toivoa. Huolten ja pessimismin rinnalla elää myös optimismi. Aiempaa useammat (nyt 55%, ennen 51%) otaksuvat, että tiede ja tekniikka ratkaisevat tulevaisuudessa myös ympäristöongelmat. Lähes yhtä moni (40%) uskoo, että tulevaisuudessa energia-kysymykset kyetään ratkaisemaan halvalla, turvallisella ja saasteettomalla tavalla.

Haittaverot huijausta

Ympäristöhuolen laajuudesta huolimatta suhtautuminen haittaveroihin on muuttunut aiempaa varauksellisemmaksi. Periaatteellisella tasolla haittaverot saavat edelleen melko laajaa hyväksyntää: yli kaksi kolmasosaa (69%, ennen 75%) yhtyy käsitykseen, jonka mukaan ympäristöä vahingoittaville tuotteille tulisi määrätä muita korkeampi hinta säätämällä niille erityinen haittavero.

Syy haittaveroja koskevien käsitysten muuttumiseen on siinä, että ne koetaan nykyisin paljolti vain fiskaalisiksi. Lähes kolme neljäsosaa (73%) katsoo, että haittaveroilla tähdätään vain valtion verotulojen kasvattamiseen, ei todelliseen ympäristönsuojeluun. Vajaa puolet (47%) on valmis hyväksymään sähkön hinnan tuntevan korottamisen haittaveroilla, mikäli sillä tavoin sähköntuotannon ympäristöhaittoja voidaan olennaisesti vähentää (33% kieltäytyy tarjouksesta).

Hyvinvointi riippuu energiasta

Energian ja hyvinvoinnin yhteys mielletään kansalaismielipiteessä yleisesti ottaen kiinteäksi, jos kohta kausaalisuuden asteen näiden tekijöiden välillä arvioidaan eri väestöryhmissä jossain määrin eri tavoin. Halvan energian hyvinvointia edistävään vaikutukseen uskoo selvä enemmistö (63%) kansalaisista. Neljä viidesosaa (80%) näkee sähkön käytön lisääntymisen parantaneen merkittävästi ihmisten elämänlaatua. Runsas puolet (55%) katsoo maan kansainvälisen kilpailukyvyyn säilyttämisen edellyttävän sitä, että teollisuus saa halpaa sähköä. Ympäristöä ei kuitenkaan haluta uhrata kilpailukyville: vain noin joka kolmas (30%) katsoo ettei Suomessa tule mennä ympäristönsuojelussa kilpailijamaita pitemmälle jottei maamme kansainvälinen kilpailukyky vaarantuisi.

Suomen riippuvuus ulkomaisesta energiasta mielletään aiempaa konkreettisemmaksi uhaksi. Kolmen neljäsosan (73%) mielestä maamme pitäisi vähentää riippuvuuttaan öljystä Lähi-idän öljyalueiden kriisialttiuden vuoksi. Myös Neuvostoliiton sisäisen stabiliteetin horjumiseen on reagoitu: lähes joka toinen (47%) mielestä Suomen pitäisi vähentää riippuvuuttaan energian tuonnista Neuvostoliitosta. Epävarmuuden kasvusta kertoo yhtäältä myös tulos, jonka mukaan aiempaa useammat (66%, ennen 59%) katsovat suomalaisen yhteiskunnan olevan kovin haavoittuva siksi, että kaikki sen toiminnot perustuvat sähkön häiriöttömään saantiin.

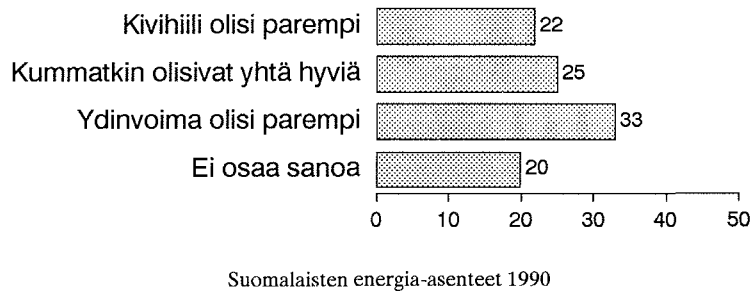
Energiapoliittinen päätöksenteko

Päätöksenteko energia-asioissa koetaan nyt — kuten aiempinakin tutkimusvuosina — etäiseksi ja epädemokraattiseksi. Lähes kolme neljästä (73%) katsoo, ettei kansalaisten mielipiteitä ole riittävästi kuultu energiapoliittisissa ratkaisuisissa. Vaikutusmahdollisuuksia koskevat kannanotot ovat pysyneet jokseenkin muuttumattomina tutkimuksen seuranta-ajan alusta syksystä 1983. Kansanäänestyksen käyttöä ydinvoiman lisärakentamista koskevassa päätöksenteossa haluaa nyt yhtä moni kuin vuotta aikaisemmin (53%).

Käsityksiä energiapoliittisen vallan haltijoista selvitettiin uudella kysymyssarjalla, jossa vastaajien tuli arvioida viidentoista erilaisen yhteiskunnallisen vaikuttajatahon valtaa. Kutakin tahoa tuli arvioida erillisesti sen mukaan, onko sillä vaikutusvaltaa energiapäätöksiin liikaa, sopivasti vai ko liian vähän.

Suurimpia ”liian vallan” käyttäjiä ovat kansalaisten silmissä etenkin energiayhtiöt ja yleensä suuryritykset. Neste Oy saa kysenalaisen kunnian sijoittua listan kärkeen toisen valtiollisen voimayhtiön IVOn seurattessa tiiviisti kannoilla. Myös poliittisten puolueiden ja hallituksen valta arvioidaan selvästi useammin liialliseksi kuin liian vähäiseksi. Liian vähän vaikutusvaltaa energiapäätöksiin nähdään olevan paitsi kansalaismielipiteellä, myös yliopistoilla ja tutkimuslaitoksilla, energia-asiantuntijoilla sekä luonnonsuojelijoilla.

UUDEN SUURVOIMALAN ENERGIANLÄHDE, JOS OLISI VALITTAVA JOKO KIVIHIIILI TAI YDINVOIMA (%).



Suomalaisten energia-asenteet 1990

Poliitikkojen kannanmuutokseen ydinvoima-asiansa uskotaan huomattavan laajasti. Lähes kaksi kolmannesta (64%) otaksuu, että päätöksentekijöiden kanta ydinvoimaan muuttuu ja Suomeen rakennetaan vielä lisää ydinvoimaloita. Kun tätä tulosta tarkastellaan aikasarjana, havaitaan että kansalaiset pitävät ydinvoiman lisärakentamista vuosi vuodelta yhä todennäköisempänä. Samantyyppisen ”takikäännon” uskotaan tapahtuvan myös Ruotsissa. Useampi kuin joka toinen (56%) suomalainen uskoo, etteivät ruotsalaiset pysty pitämään kansanäänestyspäätöstään luopua ydinvoimasta vuoteen 2010 mennessä.

Energiapoliittinen informaatio

Energia-asioita koskevan informaatiotarjonnan runsaus (mikä johtuu energiakeskustelun kiihtymisestä), monimutkaisuus (mikä johtuu energia-asioiden luonnontieteellisestä perusluonteesta) ja ristiriitaisuus (mikä johtuu siitä että eri intressejä edustavat asiantuntijat ovat yleensä kovasti eri mieltä) ovat saaneet kansalaiset tuntemaan itsensä jo melkein täysin voimattomaksi.

Kahden kolmasosan (68%) mielestä energia-asioista esitetään julkisuudessa niin ristiriitaista tietoa, ettei tavallinen ihminen voi enää luottaa kehenkään eikä mihinkään. Enemmistö (57%) pitää energia-asioita niin monimutkaisina, ettei tavallisella kansalaisella voi olla tietoon perustuvaa kantaa niihin. Yhtäältä informaatiokaos kuitenkin johtanee kansalaisten tiedon tason lisääntymiseen: ainakin ymmärretään entistä selvemmin, että energiapolitiikassa reaalaisia vaihtoehtoja on vähän ja että ongelmatomia vaihtoehtoja ei ole lainkaan.

Vain vajaa kolmasosan (29%) mielestä suomalaisia tiedotusvälineitä seuraamalla saa monipuolisen ja totuudenmukaisen kuvan energiakysymyksistä. Eri mieltä asiasta on noin joka toinen (49%). Tulos on yhteydessä edellä mainittuun tulokseen: viestinnän moninaisesta kentästä — toinen toistaan korvalle lyöivistä uutisista ja kannanotoista — on varmastikin vaikeata erottaa oikea ja väärä tieto.

Samaan problematiikkaan on palautettavissa tulos, jonka mukaan noin kahden kolmasosan (64%) mielestä maamme tiedotusvälineet eivät käsittele tasapuolisesti energia-asioita, vaan sisältävät paljon asenteellista ja yksipuolista aineistoa. On selvää, että ainakin omasta kannasta (millainen se sitten onkin) poikkeava aines koetaan helposti asenteelliseksi ja yksipuoliseksi. Myös uutiskriteereiden kaupallisuuteen kohdistuu ilmeistä kritiikkiä. Noin joka toinen (52%) katsoo tiedotusvälineiden esittävän mieluummin ydinvoimavastaista kuin ydinvoimamyönteistä aineistoa siksi, että tunteisiin vetoavat kauhukuvat myyvät paremmin kuin kuivat asiatiedot.

Jos eivät tiedotusvälineet saa kansalaisilta täyttä kiitosta energiatiedotuksestaan, eivät sitä saa myöskään energiayhtiöt. Huomattava epäily energiayhtiöiden vilpittömyyttä ja toimintatapoja kohtaan käy ilmi tuloksesta, jonka mukaan noin kaksi viidesosaa (39%) kansalaisista uskoo ydinvoimayhtiöiden levittävän tahallaan vääriä tietoja ydinvoimasta saadakseen kansalaiset suopeiksi ydinvoimalle. Eri mieltä tästä varsin jyrkästi muotoillusta argumentista on vain noin neljännes (27%).

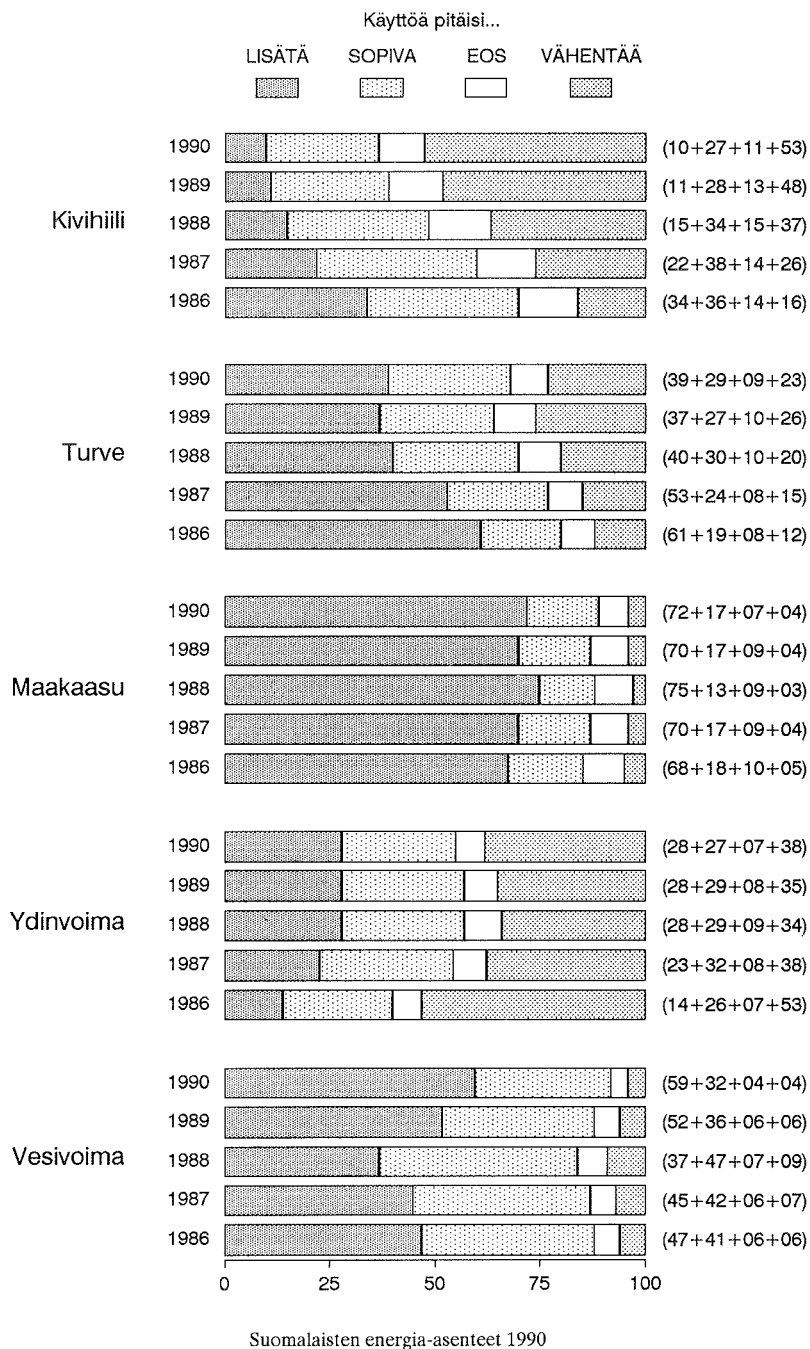
Suhtautuminen eri energia-vaihtoehtoihin

Maakaasu suosituin, kivihiili vähiten suosittu

Eri energiamuotoihin suhtautumista mitattiin kysymällä vastaajilta, minkä energiamuodon käyttöä heidän mielestään lähivuosina tehtävissä sähköntuotantoa koskevissa ratkaisuisissa tulisi lisätä ja minkä vähentää. Kysymys on toistettu vuosittain samassa muodossa syksystä 1983.

Selvästi suosituimmaksi energianlähteeksi osoittautuu maakaasu (72% kannattaa lisäämistä ja 4% vähentämistä). Myös vesivoimaan suhtautuminen on sangen myönteistä (59%/4%). Kolmanneksi suosituin vaihtoehto turve jakaa mielipiteitä jo selvästi enemmän (39%/23%).

SUHTAUTUMINEN ERI ENERGIAMUOTOJEN KÄYTTÖÖN VUOSINA 1986-1990 (%)



Ydinvoiman lisäämistä kannattaa nyt 28% suomalaisista ja vähentämistä 38%. Voimakkain torjunta kohdistuu kivihiileen, jonka käytön vähentämistä vaatii yli puolet (53%) väestöstä. Vain joka kymmenes (10%) haluaisi kivihiilen käyttöä lisäävän. Mikäli vertailussa otetaan huomioon myös kannanottojen intensiteetti, todetaan että ehdotonta vastustusta esiintyy eniten ydinvoiman kohdalla (21% haluaisi luopua kokonaan; ei kivihiilistä; kivihiilen vastaava luku on 9%).

Ydinvoima-asenteissa lievää uutta varauksellisuutta

Kun ydinvoimaa koskevia tuloksia verrataan vastaaviin aiempiin tuloksiin, havai-

taan ydinvoima-asenteiden vähäisesti kielteistyneen syksystä 1989 syksyyn 1990. Jos kohta muutos on asiallisesti pieni (ydinvoiman lisäämistä kannattavien osuus on ennallaan, vähentämistä vaativien osuus on lisääntynyt kolme prosenttiyksikköä), se osoittaa että ydinvoima-asenteiden aiempina vuosina systemaattisena jatkunut myönteistymiskielitys on taittunut. Yleisesti voidaan todeta, että ydinvoima-asenteet ovat pysyneet huomattavan stabiileina kolmen viimeisen mittauksen ajan.

Väestöryhmittäiset erot ydinvoimaan suhtautumisessa ovat aiempaan tapaan suuret. Miehet ovat melko ydinvoimamyön-

teisiä, naiset selvästi ydinvoimakielteisiä. Koulutustason noustessa ydinvoiman kannatus lisääntyy. Ammatti- ja sosiaaliryhmiä ydinvoimamyönteisimpiä ovat johtavassa asemassa olevat, ylempät toimihenkilöt ja yrittäjät. Poliittisella kentällä KOK:n kannattajat erottuvat selvästi muista ydinvoimamyönteisyytensä vuoksi (52% kannattaa lisärakentamista). Ydinvoimavastaisimpia ovat totuttuun tapaan Vihreiden kannattajat (8%).

Ydinvoimaloiden sijaintikunnissa väestö suhtautuu — niinkään aiempien tutkimusvuosien tapaan — ydinvoimaan selvästi positiivisemmin kuin väestö muualla maassa. Sekä Loviisassa (50%) että Eura-joella (43%) noin puolet väestöstä kannattaa ydinvoiman käytön lisäämistä. Kuten koko maan tasolla, myös ydinvoimalakunnissa ydinvoimakannat ovat muuttuneet hieman varauksellisemmiksi viimeksi kuluneen vuoden aikana.

Viides ydinvoimala

Kun kysymyksenasettelu konkretisoidaan koskemaan viidennen ydinvoimalan rakentamista, mitä asiaa tiedusteltiin väittämämuotoisella kysymyksellä erikseen, päädytään paljolti samanlaisiin tuloksiin. 28% pitää viidennen ydinvoimalan rakentamista kannatettavana ja 49% torjuu ajatuksen. Suhtautuminen viidenteen ydinvoimalaan on muuttunut syksystä 1989 syksyyn 1990 täysin samalla tavoin kuin edellä kuvattu ”yleissuhtautuminenkin” ydinvoimaan: kannattajien osuus on pysynyt samana, vastustajien osuus on lisääntynyt kolme prosenttiyksikköä.

Kivihiili yhä ei-toivotumpi

Kun kivihiileen suhtautumista tarkastellaan aikasarjana, havaitaan että energiamuodon kannatus on jyrkästi laskenut Tshernobyl-vuodesta 1986 (vuotta 1986 käytetään aikasarjatarkastelun lähtöpointinä, koska energiapoliittinen ajanlasku alkoi silloin tavallaan alusta). Metsäkuolema-, happosade- ja kasvihuoneilmaston rasittama kivihiili on menettänyt kannatustaan tasaisesti vuosittain.

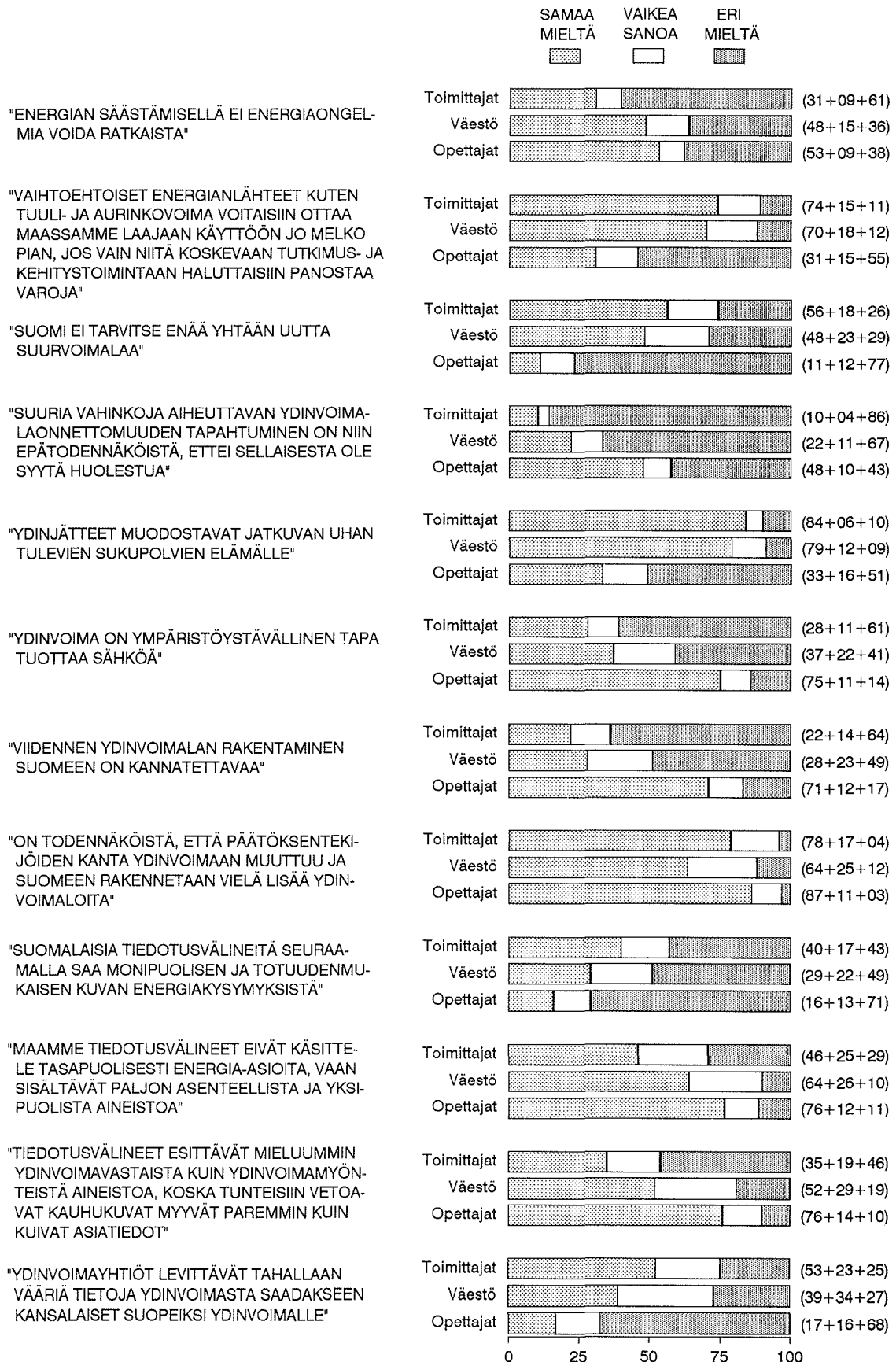
Kivihiili vai ydinvoima, jos valittava jompikumpi

Kivihiilen ja ydinvoiman kannatusta selvitettiin myös suoralla vastakkainasettelulla. Vastaajilta tiedusteltiin, kumman he valitsisivat, mikäli maahamme päätettäisiin rakentaa uusi suuri sähköä tuottava voimalaitos jonka energianlähteeksi tulisi valita joko kivihiili tai ydinvoima. Myös tämän mittarin mukaan ydinvoima koetaan ”pienemmäksi pahaksi” kuin kivihiili: joka kolmas (33%) valitsisi ydinvoiman, runsas viidennes (22%) kivihiilen, joka neljäs (25%) mielestä vaihtoehdot ovat yhtä hyviä/huonoja. Tulos on käytännössä sama kuin vuonna 1989.

Vesivoima edelleen nousussa

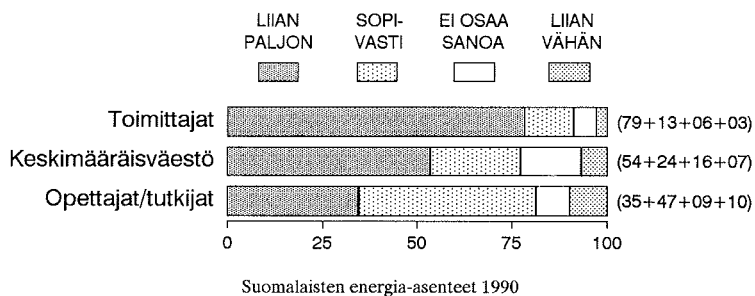
Merkittävin myönteiseen suuntaan tapahtunut suhtautumismuutos koskee vesivoimaa. Sen kannatus on lisääntynyt näkyvästi syksystä 1989. Aikavälillä 1988—1990 vesivoimakannanottojen myönteistyminen on ollut huomionarvio-

KESKIMÄÄRÄISVÄESTÖN, TOIMITTAJIEN JA ENERGIA-ALAN OPETTAJIEN ENERGIANÄKEMYKSET: ERÄITÄ ESIMERKKEJÄ (%).

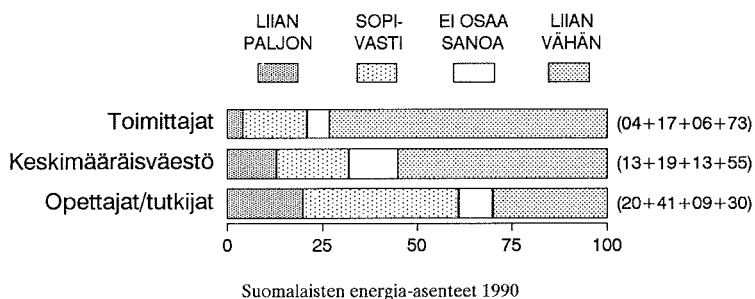


Suomalaisten energia-asenteet 1990

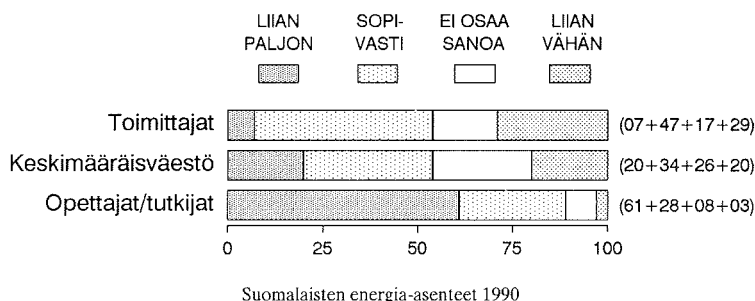
MISSÄ MÄÄRIN ERI TAHOILLA ON TOSIASIALISTA VAIKUTUSVALTAA ENERGIAPÄÄTÖKSIIN: ENERGIAYHTIÖT YLEENSÄ (%).



MISSÄ MÄÄRIN ERI TAHOILLA ON TOSIASIALISTA VAIKUTUSVALTAA ENERGIAPÄÄTÖKSIIN: LUONNONSUOJELIJAT (%).



MISSÄ MÄÄRIN ERI TAHOILLA ON TOSIASIALISTA VAIKUTUSVALTAA ENERGIAPÄÄTÖKSIIN: TIEDOTUSVÄLINEET JA TOIMITTAJAT (%).



sen suurta (käytön lisäämistä kannattavien osuus on kasvanut 37%:sta 59%:iin). Ilmiön syiden selittäminen ei ole aivan ongelmaton. Yhtäältä kyse lienee siitä, että koska kansalaismielipide torjuu melko laajasti sekä kivihiihden että ydinvoiman lisärakentamisen, muutospainetta purkautuu seuraavaksi realistisimpana pidettyyn vaihtoehtoon.

Ilmeisesti myös kasvava ympäristöhuoli ajaa kansalaismielipidettä kohti vesivoimaa, joka mielletään saasteettomaksi ja uusiutuvaksi energianlähteeksi. Kansalaisten vesivoimakannanottoihin voi havaita

kuitenkin sisältyvän tiettyä ristiriitaa: energiamuodon laajasta periaatteellisesta kannatuksesta huolimatta tiettyjen konkreettisten ja yksilöityjen vesivoimahankkeiden toteuttamista ei juuri sallita.

Vertaileva näkökulma: kolme arvioitsijaryhmää

Tämänkertaisessa tutkimuksessa selvitettiin kansalaismielipiteen ohella myös kahden ammattiryhmän energianäkemyksiä. Toisen erilliskohderyhmän muodostavat teknillisten korkeakoulujen, opistojen ja tutkimuslaitosten sellaiset opettajat ja

tutkijat, jotka työskentelevät energiakysymyksiin liittyvien oppiaineiden/aiheiden parissa. Toisena erillisryhmänä ovat suomalaiset toimittajat (satunnaisotos SSL:n jäsenistöstä, ks. tutkimuksen taustatiedot).

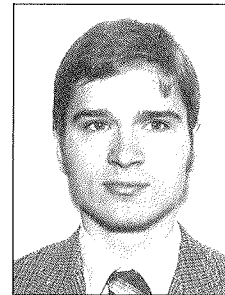
Tulokset osoittavat kolmen vertailuryhmän kannanottojen poikkeavan toisistaan varsin paljon. Opettajien ja toimittajien näkemykset hylkivät toisiaan eniten. Keskimääräisväestön näkemykset sijoittuvat pääsääntöisesti näiden kahden ryhmän väliin, kuitenkin lähes systemaattisesti lähemmäksi toimittajien kantoja kuin opettajien kantoja.

Toimittajien perushyve kriittisyys tulee tuloksissa esille selvästi: se kyseenalaistaa vallitsevan energiapolitiikan tavoitteet, rakenteet ja käytännöt. Vastaavasti energia-alan opettajien/tutkijoiden kannanotoissa heijastuu luja luottamus vallitseviin käytäntöihin ja tieteellisteknisen kehityksen mahdollisuuksiin. Kokonaisuutena vertailu osoittaa ammattiryhmien tajuunallisen ja maailmankuvallisen etäisyyden ja myös arvo-orientoitumisen erot suureksi. Suhtautuminen ydinvoimaan ja ydinvoiman riskeihin jakaa ryhmien käsityksiä ehkä selkeimmin: Toimittajien valtaenemmistö sanoo ydinvoimalle ei, opettajien valtaenemmistö kyllä. Kummankin ammattiryhmän sisällä voidaan havaita noin neljänneksen-viidenneksen suuruinen "toisinajattelijoiden" vähemmistö.

Energia-alan opetushenkilöstöstä ydinvoimamyönteisimpiä ovat yli 45-vuotiaat, tohtorintutkinnon suorittaneet ja/tai korkeakouluissa työskentelevät (ja miehet — naisia ei ammattikuntaan juuri kuulu). Toimittajista ydinvoimamyönteisimpiä ovat talous- ja poliittiset toimittajat, ydinvoimakielteisimpiä kulttuuritoimittajat. Yleisradion toimittajat suhtautuvat ydinvoimaan kriittisemmin kuin sanomaja aikakauslehtien toimittajat. Jyrkimmin ydinvoimavastaisia ovat alle 35-vuotiaat naistoimittajat. □

VTT Paavo Hoikka on Tampereen yliopiston kunnallistieteiden laitoksen johtaja ja kunnallispolitiikan vs. professori, p. 931-156 770.

YTM Pentti Kiljunen on Tampereen yliopiston kunnallistieteiden laitoksen tutkija, p. 931-157 009.



Kanada ja ydinenergia

Kanadassa kulutetaan asukasta kohti eniten energiaa maailmassa. Se on myös yksi ydinvoiman suurmaista 16 GW:n kokonaiskapasiteetillaan. Kanadalaisilla on oma reaktortyyppinsä, CANDU. Siellä on hyvin runsaat uraanivarat. Ydinenergian suhteen Kanada on käytännöllisesti katsoen omavarainen. Kanadaa onkin poikkeuksellisen mielenkiintoista tarkastella ydinenergian käytön ja sen tulevaisuuden kannalta.

Kanada on pinta-alaltaan maailman suurin valtio. Itä- ja länsirannikon aikaero on neljä tuntia (vrt. Moskova—Lissabon kolme tuntia). Etelässä Kanada ulottuu samoille leveysasteille kuin Välimeren Riviera; kaukaiset pohjoisosat ovat jo lähempänä Moskovaa kuin Ottawaa!

Luonnoltaan Kanada muistuttaa Suomea: paljon metsiä ja järviä sekä neljä erilaista vuodenaikaa. Suomalaisia onkin runsaasti asettunut Kanadaan ja heillä on omia yhteisöjä ja lehtiä. Kanada on enimmäkseen erämaata, mutta väestöstä (25 milj.) suurin osa asuu suurissa kaupungeissa lähellä Yhdysvaltain rajaa. Kanadalaiset tietävät Suomesta Jari Kurrin, mutta muuten ei paljoakaan: kiinnostuneena kysellään esim. "Are your nuclear power plants at Nordic Sea?", "Is that Helsinki in Finland?", "Is it difficult to get food in Finland?".

Kanada on virallisesti kaksikielinen, mikä (kärjistäen) tarkoittaa sitä, että on ranskankielinen Québec sekä sen itä- ja länsipuolella yhdeksän englanninkielistä provinssia. Vain 10 % kanadalaisista taitaa sekä englantia että ranskaa.

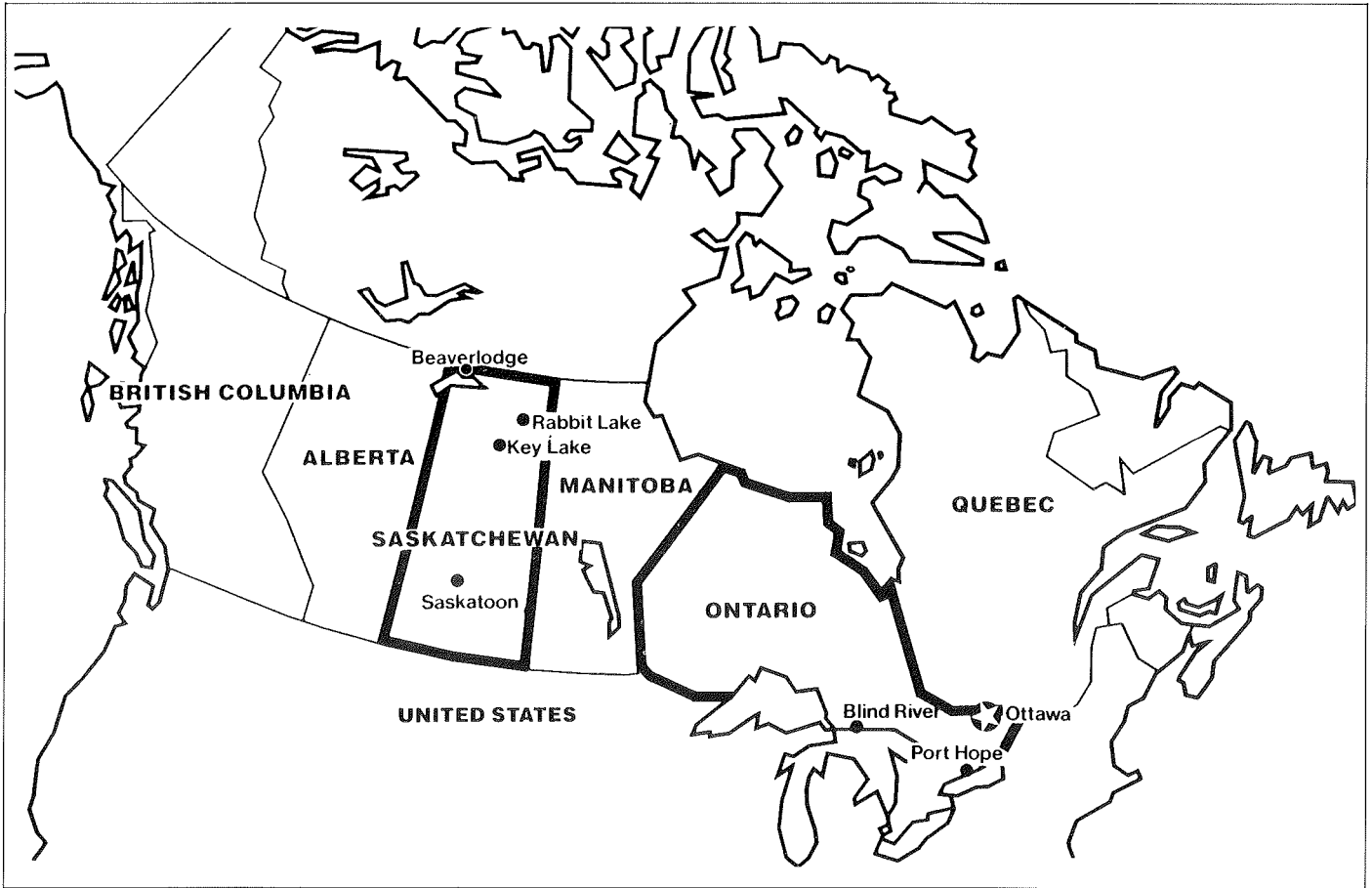
Québecissä liikennemerkitkin on kirjoitettu yksinomaan ranskaksi. Toki Québecissä on englanninkielisiä kouluja, mutta niihin saavat lähettää lapsensa vain ne vanhemmat, jotka ovat itse aikoinaan käyneet englanninkielisiä kouluja nimenomaan Québecissä; muualta Kanadasta tai ulkomailta Québeciin muuttaneet laittavat lapsensa ranskankielisiin kouluihin riippumatta siitä, kuinka monta ranskankielistä sanaa perheessä tunnetaan!



Pickeringin ydinvoimalaitos. Huomaa yhteinen suojarakennus kahdeksalle laitosesikolalle ja Toronton esikaupunkialue taustalla.

Québec saa omaleimaisuuttaan korostavia oikeuksia aina kun se uhkaa itsenäistymisellään. Vuonna 1990 neuvoteltiin tiukkaan uuden ranskanlaisquébecpaketin sisällyttämisestä perustuslakiin, mikä vaatisi kaikkien kymmenen provinssin hyväksyntää. Keväällä paketti oli lähellä mennä läpi, kun enää vain Newfoundland kamppesi vastaan; muissa provinseissa oltiin

sitä mieltä, että Newfoundland, joka on taloudellisesti kehitysalue, taipukoon sopimukseen tai irrotkoon itse Kanadasta, Québec on Kanadalle paljon tärkeämpi. Kesällä kuitenkin sopimus raukesi siihen, että muutkin vähemmistöt haluaisivat samoja erioikeuksia kuin kanadanranskalaiset ja vähemmistöthän ovat enemmistönä Kanadassa.



Kanadan uraanikaivosten ja -konvertointilaitosten sijainti.

Runsaasti energiaa

Kanadassa energiaa käytetään asukasta kohden enemmän kuin missään muussa maassa, mitä voidaan perustella lyhyesti kahdella tekijällä: suuri energian tarve ja runsaat energiavarat. Etäisyydet ovat pitkät, talvet kylmiä ja maassa on runsaasti metsä-, kaivos- ym. energiaintensiivistä teollisuutta. Laaja maa sisältää runsaasti luonnonrikkauksia kuten urania, öljyä, maakaasua, hiiltä, vesivoimaa; soitakin on valtavasti, mutta näissä oloissa turve ei voi olla kilpailukykyinen energialähde.

Omavarainen ydinvoimaohjelma

Kanada on ydinvoiman suhteen mahdollisimman omavarainen: lähes loppumattomat uraanivarat (lähinnä Saskatchewanin provinssissa), omat $U_3O_8 \rightarrow UO_3 \rightarrow UO_2$ -konvertointilaitokset (Blind Riverissä ja Port Hopessa), polttoainetehdas, raskasvesilaitos (Bruce) sekä kotimainen reaktoriomittaja (Atomic Energy of Canada Ltd = AECL). AECL on kehittänyt kanadalaisen CANDU-reaktorityypin, jonka polttoaineurania ei tarvitse väkävöidä.

Kanadassa on käytössä 19 ydinvoimalaitosyksikköä ja rakenteilla (Darlingtonissa) 3 yksikköä, yhteensä 16 GW, seuraavasti:

Ontario:

Bruce 8 yksikköä, yht. 6865 MW (!)
Pickering 8 yksikköä, yht. 4328 MW
Darlington 4 yksikköä, yht. 3740 MW

Québec:

Gentilly 2 1 yksikkö, 685 MW

New Brunswick:

Point Lepreau 1 1 yksikkö, 680 MW

Käytöstä poistettuja ydinvoimalaitoksia ovat Douglas Point (218 MW), Gentilly 1 (266 MW) ja Rolphton (25 MW). Lisäksi CANDU-reaktoreita on Intiassa, Koreassa ja Romaniassa käytössä tai rakenteilla yhteensä kahdeksan laitosisyksikköä.

Ydinvoiman osuus sähköntuotannosta on koko Kanadassa 15 %, mutta Ontarion provinssissa noin 50 %. Ontariossa on 9 miljoonaa asukasta ja sen pinta-ala on kolme kertaa Suomen kokoinen. Ontariolaisia ydinvoimalaitoksia omistaa ja käyttää Ontario Hydro. Nimensä mukaisesti sillä on runsaasti vesivoimaa sekä myös hiilivoimaa; sähkönkulutus kasvaa kuitenkin niin nopeasti, että runsaasta kapasiteetistaan huolimatta Ontario on tehnyt naapuriprovinssin (Manitoba) kanssa sopimuksen 1000 MW sähköntuonnista.

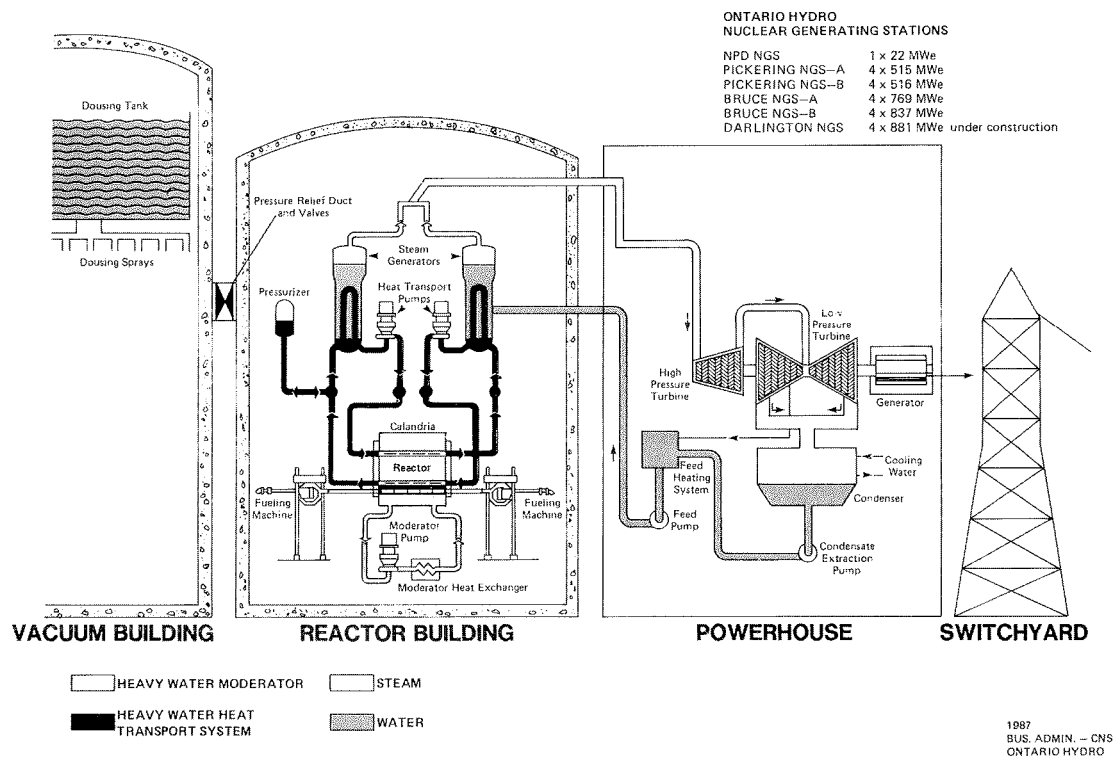


Noin 60 % kanadalaisesta uraanista saadaan avolouhoksista.



NUCLEAR GENERATING UNIT SCHEMATIC

CANDU PRESSURIZED HEAVY WATER REACTOR



Suuri ydinvoimakapasiteetti Ontarijärven rannalla edellyttää huomattavaa vuorokausisäätöä vesivoimalla. Niinpä Niagarin putousten vieressä on 1800 MW vesivoimalaitos, joka hyödyntää Niagarin putouksen korkeuden 50 m; koska vesivoimalaitosta varten on tehty oma uoma ja oma vesiallas, pumppaamalla vettä yöllä takaisin tekoaltaaseen, Niagarin putousten virtaama sekä vedenpinnat voidaan pitää luonnollisina. Niagarin putouksen korkeutta hyödynnetään tällä tavoin myös Yhdysvaltain puolella rajaa (1200 MW).

Ydintekniikan koulutus ja tutkimus Kanadassa on korkealla tasolla. Merkittävimmät tekniset korkeakoulut ovat Kingstonissa, Hamiltonissa, Ottawassa ja Montréalissa; alan tohtoreista suurin osa väittelee Halmiltonissa. Em. korkeakouluissa harrastetaan myös kokeellista ydintekniikkaan liittyvää tutkimusta. Suuret tutkimuskeskukset ovat Chalk Riverissä ja (Whiteshell Research Est.) Pinawassa.

Toisen maailmansodan aikana Chalk Riverissä kehitettiin tuloksellisesti liittoutuneiden ydinasetta, jota ilman Kanada kuitenkin jäi. Vuonna 1952 Chalk Riverin 20 MWt NRX-reaktorissa teho karkasi ja polttoaine suli. Vuonna 1958 siellä sattui polttoaineen käsittelyonnettomuus, jonka seurauksena yhteensä 18 henkilöä sai 50...200 mSv säteilyannoksen ja lähiympäristöön pääsi vähäinen määrä radioaktiivisuutta. Ehkäpä tällainen tausta on vaikuttanut siihen, että uusi suuri tutkimuskeskus Whiteshell Laboratories on sijoitettu asumattomalle seudulle tuhansien kilometrien päähän ydintekniikkaa

opettavista yliopistoista, ydinvoimalaitoksista sekä voimayhtiöiden laitostoimittajan ja ydinturvallisuusviranomaisen toimistoista. Laboratorion henkilökunnasta (pari tuhatta) noin puolet asuu muutama tuhat asukkaan Pinawassa ja noin puolet 100 km päässä Winnipegissä.

Kanadan uraanikaivokset sijaitsevat tutkimuskeskuksiakin syrjäisemmin; niiden liepeille ei edes yritetä pystyttää perheille välttämätöntä minimi-infrastruktuuria (koulu, kaupat, lääkäri), vaan henkilöstö lennätetään ihmisten ilmoilta töihin ja takaisin viikottain. Kanada on maailman suurin uraaninviejä. Vientiurania varten Port Hopessa on myös $UO_3 \rightarrow UF_6$ -konvertointilaitos.

Mitä kanadalaiselta ydinvoima-alalta enää puuttuisi? Kanadasta puuttuu voimakas ydinvoiman vastustus. Pickeringin kahdeksan ydinvoimalaitosyksikköä jauhavat sähköä kaikessa rauhassa Toronton esikaupunkialueella, viiden kilometrin säteellä 2000 ja 60 km säteellä neljä miljoonaa (!) asukasta. Voi vain kuvitella minkälaisia ongelmia suomalaiset raskasvesireaktorit olisivat kohdanneet viimeistään Tshernobylin onnettomuuden jälkeen, vaikkei CANDU PRA-mielessä ole sen vaarallisempi kuin LWR.

CANDU-ydinvoimalaitos

Kanadalainen CANDU on tavallinen raskasvesireaktorityyppi. Primääripiirin jäähdytteenä sekä moderaattorina käytetään raskasta vettä. Toisin kuin kevytvesireaktoreissa moderaattori ja primäärijäähdyte ovat erillään toisistaan. Poltto-

aine-elementit sijaitsevat vaakasuorissa primäärijäähdytettä sisältävissä putkissa. Koska polttoainetta voidaan vaihtoladata myös tehoajan aikana, CANDU-reaktorien käyttökertoimet ovat korkeampia kuin millään muulla reaktorityypillä. Painetta kantavien putkien ulkopuolella on sylinterin renkaan muotoinen kaasutila, jonka ulkopuolella on raskasvesimoderaattori. Säätösauvat sijaitsevat pystysuoraan em. putkien välissä.

CANDU-reaktoreissa reaktiivisuuden lämpötilakerroin on, ainakin osin, positiivinen samoin kuin reaktiivisuuden osittaisderivaatta aukko-osuuden suhteen. Täten suuri primäärijäähdytteen menetyksen nostaisi tehoa, minkä vuoksi reaktorin sammutus on pyritty varmistamaan mahdollisimman luotettavasti, sekä redundantisesti että diversiteettisesti. Pikasulkujärjestelmän säätösauvat ovat erillään tehonsäätöjärjestelmän säätösauvoista. Pikasulku voidaan myös saada aikaan syöttämällä nestemäistä absorbaattoria tai, vanhemmilla laitoksilla, vesittämällä moderaattori. Häätäjäjäähdytysjärjestelmä syöttää kylmää raskasta, uudemmilla laitoksilla vaihtoehtoisesti myös tavallista, vettä reaktoriin. Suojarakennuksessa ylläpidetään tyhjjiötä ja suojarakennuksia on yksi laitospaikkaa kohden. □

TkL Klaus Sjöblom on Loviisan voimalaitoksen turvallisuusinsinööri, p. 915-550 431.

Sihteerin sana

ATS jatkaa toimintaansa virkeänä. Syksyn suurin järjestelysaavutus oli ekskursion Neuvostoliittoon, josta kiitos ekskursion sihteerille ja luonnollisesti myös neuvostoliittolaisille isännille. Matkan vaikutelmista ja tuloksista kerrotaan tämän lehden muissa artikkeleissa.

22.10. oli ATS:n Syysseminaari. Ajatus tavallista seuran kokousta laajemmasta tilaisuudesta syntyi viime vuotisen hyvin onnistuneen Uraani 200 vuotta tapahtuman jälkeen. Järjestelyt onnistuivat ilmeisen hyvin, sillä lähes 80 seuran jäsentä kokoontui kuuntelemaan koti- ja ulkomaisia asiantuntijoita. Osallistujamäärä osoittaa, että tämän tyyppinen tilaisuus on syytä ottaa vakio-ohjelmistoon. Voisi jopa ajatella, että osa kuukausikokouksista korvattaisiin keväällä ja syksyllä pidettävillä seminaareilla.

Seuran toiminta on saanut runsaasti myönteistä julkisuutta, sekä ekskursionkemukset että ympäristökannanotto olivat esillä useissa lehdissä ja myös radiossa. Tämä on hyvä asia sekä ATS:n että tulevien suurten energiapäätösten kannalta. □

Seuran jäseniksi on johtokunnan kokouksessa 12.10.1990 hyväksytty

Marja Heinonen	TVO
Pekka Lösonen	IVO
Ari-Petri Miettinen (nuori jäsen)	LTKK
Petri Rousku (nuori jäsen)	LTKK
Tuula Saikkonen (nuori jäsen)	TKK

Ytimekkäät

KANSALLINEN ENERGIASTRATEGIA HAHOITTUU

Energian käytön tehostaminen ja säästäminen ovat tulevana vuosikymmeninä keskeisiä tehtäviä energiatalouden hoidossa, todetaan parlamentaarisen energiapolitiikan neuvoston 30.10.1990 kauppa- ja teollisuusministeriölle luovuttamassa väliraportissa.

Energiastrategian valmisteluun liittyvän väliraportin mukaan erityisen tärkeitä on varmistaa, että energiaratkaisut noudattavat kestävä kehityksen periaatteita ottamalla huomioon myös tulevien sukupolvien mahdollisuudet kehitykseen.

Energiastrategian tehtävänä on määritellä keskeiset tavoitteet energiatalouden kehittämiselle ja esittää toimet tavoitteiden saavuttamiseksi. Valmistunut väliraportti kertoo, missä vaiheessa vuoden päästä valmistuvan strategian laatiminen nyt on.

Kauppa- ja teollisuusministeri Ilkka Suominen pitää väliraportin sanomaa tärkeänä: ”Ympäristötavoitteet nostetaan energiapolitiikan keskeiseksi lähtökohdaksi. Se on oikea linja olkoonkin, että asetetut vaatimukset ovat energiahuoltomme kannalta erittäin kovat.”

”Energiapolitiikan neuvoston sanoma on perusvireeltään myönteinen. Ympäristötavoitteet on saavutettavissa ilman, että tarvitsee rajoittaa suoranaisesti energian

saantia ja sitä kautta kansalaisten elämäntapaa ja talouselämän toimintaa. Kehitystä pitää kannustaa ja ohjata tarvittaessa voimakkaasti yhteiskunnan tahtoa, mutta ihmisille ja yrityksille jätetään oikeus ja vastuu tehdä päätöksensä itse”.

Energiapolitiikan painopiste tulee raportin mukaan siirtää tuotantokysymyksistä energian käytön tehostamiseen ja energiansäästöön. Energiatohokkuus ei näytä Suomessa paranevan itsestään siinä määrin kuin päästöjen vähentämisvaatimukset edellyttäisivät. Säästötoimien heikko kannattavuus tai tiedon ja taidon puute rajoittavat kuluttajien mielenkiintoa asiaan.

Neuvoston mielestä energiansäästö vaatii olennaisesti voimakkaampaa kannustusta ja ohjausta energiapolitiikan kaikkia keinoja käyttäen. Keinoina tarjotaan investointien rahoitusta, tutkimuksen edistämistä, verotusta, normeja, neuvontatoimintaa ja kansainvälistä yhteistyötä. Käytännössä tämä merkitsee huomattavien rahasummien suuntaamista tälle alueelle ja vaikuttamista energian hintaan. Se on suunnanmuutos 1980-luvun kehitykseen, jossa energiapolitiikka ohjausta kevennettiin ja sen voimavaroja vähennettiin.

Eriyisesti nostetaan esiin energian verotuksen kiristämistarpeet. Energian hinnan halutaan antavan kuluttajalle oikean signaalin niistä vahingoista, joita energian

tuottaminen ja käyttö ympäristölle aiheuttaa. Raportti heittää pohdittavaksi liikevaihtoveron porrastamisen siten, että energiaan sovellettaisiin normaalia korkeampaa verokantaa.

Eri energialähteistä suositellaan lisättäväksi etenkin kotimaisen uusiutuvan bioenergian sekä tuulen ja auringon hyväksikäyttöä. Maakaasun kulutusta voidaan niinkään lisätä, mutta sen saatavuus tulisi neuvoston mielestä turvata hajauttamalla hankinta useampaan lähteeseen. Muiden fossiilisten polttoaineiden käyttöä tulisi mahdollisuuksien mukaan vähentää.

Raportti varoittaa siitä, että energiansäästöllä ei saada energian tai ainakaan sähkön kulutuksen kasvua taistamaan lyhyellä aikavälillä. Lisäkapasiteetin rakentamiseen on varauduttava. Suotavina voimantuotantotapoina mainitaan etenkin vesivoima ja yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto. Perusvoimaakin tarvitaan, mutta sen tuotantotapaan ei neuvosto ole ottanut vielä väliraportissaan kantaa.

Ministeri Suominen korosti raportin julkistamistilaisuudessa sitä, että Suomessa energiatalous on hoidettu kansainvälisen mittapuun mukaan hyvin. ”Monipuolinen energiajärjestelmämme ei ole syntynyt itsestään. Ilmastomme ja muut omat olosuhteemme ovat pakottaneet ratkaisuihin, joissa parhaita konsultteja olemme me itse. Joustavuus ja monimuotoisuus sekä useiden energialähteiden hyödyntäminen ovat strategian ohjenuoria jatkosakin.”

Energiapolitiikan neuvosto jatkaa strategian valmistelua. Siinä on tarkoitus tämentää tavoitteita ja määrittää tarvittavia toimenpiteitä. Työn on määrä olla valmis syksyllä 1991.

TEOLLISUUDEN ENERGIAPOLIITTINEN KANNANOTTO JULKISTETTIIN

Teollisuuden energiapolitiittinen kannanotto ”Teollisuus ja energia” on valmisteltu Teollisuuden Keskusliitossa ja työhön on merkittävä panoksella osallistunut liiton energiapolitiittinen valiokunta. Kannanotossa on seitsemän teesin muotoon tiivistetty teollisuuden keskeinen sanoma Suomen energiapolitiittinen päättäjille ja energiahuollosta vastaaville tahoille. Kannanotto julkistettiin 6.11.1990.

Teollisuudelle energia on keskeinen tuotantontekijä ja sen hinta tärkeä kilpailutekijä. Jo pienetkin muutokset energian saatavuudessa tai hinnassa saattavat vaikuttaa ratkaisevasti vientiteollisuutemme kilpailukykyyn. Suomessa toteutettavan energiapolitiittinen päälähtökohtia tulisi olla teollisuuden toimintaedellytysten ja kilpailukykyyn parantaminen sekä usein hyvinkin kireiden ympäristötavoitteiden toteuttaminen, todetaan kannanotossa.

Kannanotossa korostetaan energian kansantaloudellista merkitystä. Vain menestyvä vientiteollisuus luo kestävä pohjan suomalaisten hyvinvoinnin ja elämisen ta-

son suotuisalle kehitykselle. Suomen vienniteollisuus on moniin muihin maihin verrattuna hyvin energiavaltaista; noin 40 prosenttia kaikesta Suomessa käytetystä energiasta sitoutuu vientituotteisiin. Energian keskeytymätön saanti kilpailukykyiseen hintaan on tämän teollisuuden elinehto.

Ympäristötavoitteiden toteuttamiseen on energiahuollon käytettävissä periaatteessa kolme toisiaan tukevaa keinoa: energiantuotannon ja -käytön tehostaminen, puhdistustekniikan kehittäminen ja energiajärjestelmän rakenteen muuttaminen. Kannanotossa korostetaan erityisesti rakenteellisten keinojen mahdollisuuksia energiahuollon päästöjen vähentämisessä.

Ydinvoiman mahdollisuudet ympäristökysymysten hoitoon ja jopa päästöjen absoluuttiseksi vähentämiseksi ovat huomattavat. Esimerkiksi arvioidut hiilidioksidipäästöt ydinvoimavaihtoehdossa ovat alle puolet hiilivoimavaihtoehdon päästöistä vuonna 2030. Siirtyminen nykyistä puhtaampiin polttoaineisiin, kuten maakaasuun, on myös suositeltavaa. Tällöin on kuitenkin varmistettava maakaasun saanti huomattavasti nykyistä monipuolisemmalla tavalla.

Nyt tehtävät energiapoliittiset päätökset perustuvat tunnettuun tekniikkaan. Sen sijaan tutkimuksella on keskeinen rooli kehitettäessä tulevaisuuden energiahuoltoa, ja tutkimuksen aikajänteen tulisikin olla jopa kymmeniä vuosia. Tutkimuksessa ei saa sulkea pois mitään potentiaalisia tulevaisuuden energialähteitä, vaan on kehitettävä myös nykyisin vielä teknisesti liian vaativia tai taloudellisesti kannattamattomia energialähteitä, kuten fuusio-tekniikkaa sekä aurinko- ja tuulivoimaa. Kannanoton mukaan energia-alan julkisen rahoituksen painopistettä olisi siirrettävä investointien tukemisesta tutkimuksen tukemiseen.

Säästön mahdollisuudet ovat teollisuudessa hyvin rajalliset ja lähes kaikki säästöpotentiaali on jo energiakriisin jälkeen käytetty. Kuitenkin säästön ja energiahuollon tehostamisen on oltava energian taloudellisen käytön ensimmäinen keino. Energia on teollisuuden tuotantopanos ja sen tehokas ja säästäväinen käyttö on luonnollista yritysten toiminnassa ja kilpailukykyyn säilyttämisessä.

Energiapolitiikan neuvosto korostaa väli-raportissaan energian verotuksen merkittävyyttä ja tarvetta energian verotusasteen merkittävään korottamiseen. Suomessa valtion verokertymä energian verotuksesta on kasvanut 1980-luvulla nopeasti ja oli vuonna 1989 jo lähes 10 miljardia markkaa. Teollisuuden käyttämän energian verorasitusta ei tule lisätä. Erilaiset ympäristömaksut ovat vain harvoin perusteltavissa. Teollisuuden ympäristöpäästöihin olisi käytettävä hallinnollisia keinoja, jotka ovat käytännössä osoittautuneet tehokkaiksi, esitetään kannanotossa.

Sähköhuolto turvattava

Suomen sähköhuolto on ajautumassa kestävämpään tilanteeseen. Tällä hetkellä on suuri vaara, että meillä on liian vähän sähkön tuotantokapasiteettia 1990-luvun loppupuolella. Sekä KTM:n että Sähköntuottajien yhteistyövaltuuskunnan selvitysten mukaan kapasiteetin lisätarve olisi vuonna 2000 lähes 3000 MW. Voimme jopa puhua uhkaavasta sähköpulasta, totesi Teollisuuden Keskusliiton energiapoliittisen valiokunnan puheenjohtaja, pääjohtaja Tauno Matomäki kannanoton julkistamistilaisuudessa.

Päätökset 1990-luvun loppupuolen sähkön tuotantokapasiteetista olisi pitänyt jo tehdä. Nyt maassa odotellaan vaaleja ja päätös viidennestä ydinvoimalasta tapahtuu joskus vaalien jälkeen. Tämä päätös on linjaratkaisu ydinvoiman ja hiilivoiman välillä sähköntuotannosta 2000-luvun alkupuolella. Maakaasun mahdollisuudet ovat vielä kauempana tulevaisuudessa. Tuontia Suomi ei enää voi kasvattaa. Vuonna 1989 koko sähkön hankinnastamme 15 prosenttia oli tuontisähköä. Tämä on lähes ehdoton yläraja tuonin määrälle, etenkin kun näin suuri tuonti on varmistettava lähes kokonaan omalla varavoimalla. Myös vesivoiman lisärakentamisen mahdollisuudet ovat Suomessa rajalliset.

Kun tarkastellaan mahdollisuuksia täyttää kapasiteetin vajaus, voidaan eri mahdollisuudet asettaa paremmuusjärjestykseen usealla tavalla. Suuri yksimielisyys vallitsee siitä, että ensimmäinen ja paras keino on sähkön säästäminen sekä sähköntuotannon ja -käytön tehostaminen. Tätä mieltä on ehdottomasti myös teollisuus, jolle energia aiheuttaa kustannuksia Suomessa enemmän kuin useimmissa muissa maissa. Toiseksi teollisuus rakentaa tehokasta yhdistettyä lämmön ja sähkön tuotantoa ns. vastapainetuotantoa mahdollisuuksien mukaan lisää. Myös asuintaajamien yhdistettyä lämmön ja sähkön tuotantoa on edistettävä. Kuitenkin vastapainuvoimaa tuotetaan Suomessa jo nykyään eniten maailmassa ja sen lisäämismahdollisuudet ovat rajalliset.

Pelkällä säästöllä ja vastapainuvoiman lisäämisellä ei voida kattaa koko sähkön tuotannon lisästarvetta 1990-luvun loppuun. Tarvitaan nopeasti päätös perusvoimasta, jolla katetaan valtaosa Suomen sähköntarpeesta.

Teollisuuden käsityksen mukaan lähes kaikki tekijät puoltavat tulevaksi perusvoimaksi ydinvoimaa. Normaalikäytössä ydinvoima ei aiheuta ympäristöpäästöjä. Syntyvät jätteet ovat kerättävissä ja varastoitavissa. Ydinvoima on edullista ja sen hintakehitys on vakaa. Uraanin saatavuus on hyvä kuten hiilenkin, mutta uraanin hinta on vain noin 1 penniä/kWh, kun se hiilellä vaihtelee ja on keskimäärin lähes 10 penniä/kWh sähköä. Suomessa on korkea ydinvoimaosaaminen, mistä ovat osoituksena nykyiset maailman parhaiten käyvät laitoksemme.

Ydinvoiman haitta on siihen liittyvä vaativa tekniikka ja turvallisuusriski. Riskiä on kuitenkin pystytty jatkuvasti pienentämään tutkimus- ja kehitystyöllä. Panostusta ydinvoiman turvallisuustutkimukseen ja kansainväliseen yhteistyöhön ydinenergia-alalla on edelleen lisättävä.

Kehittyneiden maiden moraalinen velvollisuus on käyttää korkeaa teknologiaa vaativia ja ympäristöpäästöjä aiheuttamattomia energialähteitä. Tällöin kehitysmaat voivat vielä turvautua fossiilisten polttoaineiden käyttöön ilman, että ilmakehän tasapaino liiaksi häiriintyy, päättää Matomäki.

IVO, TVO JA PEVO VASTASIVAT KTM:N SELVITYSPYYNTÖÖN

IVO, TVO ja PEVO ovat ilmoittaneet kauppa- ja teollisuusministeriölle olevansa valmiit jättämään viidettä ydinvoimalaitosta koskevan periaatepäätöshakemuksensa valtioneuvostolle ensi keväänä. Yhtiöt odottavat, että päätös tehdään vielä ensi vuoden aikana. Voimayhtiöt ilmoittivat valmiuksistaan vastatessaan 3.12.1990 ministeriön tekemään tiedusteluun 1990-luvun lopun sähköntuotantokapasiteetin riittävydestä.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on kiirehtinyt voimayhtiöitä selvittämään miten nämä ovat varautuneet hoitamaan sähköntuotantokapasiteetin riittävyden 1990-luvun lopulla. Tiedustelun yhteydessä kauppa- ja teollisuusministeri Ilkka Suominen oli todennut, että ratkaisut uuden sähköntuotantokapasiteetin rakentamisesta on tehtävä ensi vuoden alkupuolella.

Voimayhtiöt toteavat yhteisessä vastauksessaan, että kuluvan vuosikymmenen loppuun mennessä Suomessa tarvitaan 3000 megawattia uutta sähköntuotantokapasiteettia, josta noin puolet uutta perusvoimaa.

Sähkönkulutus kasvaa sekä teollisuudessa että kotitalouksissa huolimatta säästö- ja tehostamistoimista. Ministeriölle jätetyn vastauksen valmisteluun ovat osallistuneet myös sähköntuottajien järjestöt; Sähköntuottajien Yhteistyövaltuuskunta ja Teollisuuden Sähköenergialiitto.

Ydinvoimala olisi käytössä 1998

Vaikka sähköntuonti Neuvostoliitosta ja Ruotsista voisikin jatkua nykyisellään ja muut sähkönhankintakeinot käytetään täysimääräisesti hyväksi, tarvitaan siitä huolimatta suunnitteilla ja rakenteilla olevan lisäksi uutta perusvoimakapasiteettia yli 1000 megawattia vielä tällä vuosikymmenellä, todetaan vastauksessa.

Teollisuuden ja voimayhtiöiden mielestä paras ratkaisu perusvoiman lisätarpeen kattamiseksi on uusi ydinvoimalaitos. Jos voimayhtiöt saavat ensi keväänä jätettävään periaatepäätöshakemukseen myönteisen vastauksen ensi vuoden loppuun mennessä, voisi uusi noin 1000 megawattin tehoinen ydinvoimalaitosyksikkö olla käytössä vuoden 1998 lopulla.

Vaihtoehtona kivihilli

Ellei ydinvoimasta synny myönteistä pää-
töstä, on voimayhtiöillä myös valmiudet
turvautua seuraavaan vaihtoehtoon eli
uusien järeiden kivihillivoimalaitosten ra-
kentamiseen. Tällaiset laitokset varustet-
taisiin parhaalla happamoittavilla päästöjä
vähentävällä teknologialla, todetaan vas-
tauksessa.

Ydinvoima on kuitenkin yhtiöiden mu-
kaan edullisempi ratkaisu sekä ympäris-
tönsuojelun että taloudellisuuden kannal-
ta.

Maakaasun osalta voimayhtiöt toteavat,
että perusvoiman tuotannon vaatimassa
laajuudessa kaasun hyödyntäminen on
mahdollista vasta vuoden 2000 jälkeen.
Myöskään uusilla energiamuodoilla ei pe-
rusvoimantuotantoa ole mahdollista Suo-
men oloissa hoitaa.

”Kaikki ydinvoimalaitosvaihtoehdot tur- vallisia...”

Ydinvoimavaihtoehdon toteutuessa laitos
rakennetaan yhteistyöprojektina. Paineve-
sireaktori-laitoksen rakentaja ja käyttäjä
olisi IVO Loviisan Hästholmenissa. Jos
valinta päättyy kiehumusvesireaktoriin,
vastaisi laitoksen rakentamisesta ja käy-
töstä TVO Olkiluodossa. Toinen yhtiöistä
osallistuisi hankkeeseen ja saisi osuutensa
vastaavan sähkömäärän.

Voimayhtiöt ovat yhteistyössä selvittäneet
neljän ydinvoimalaitosmittajan vaihto-
ehtojen soveltuvuutta Suomen tarpei-
siin. Mukana selvityksissä ovat ABB
Atom Ruotsista, Atomenergoexport Neu-
vostoliitosta, saksalais-ranskalainen Nuc-
lear Power International sekä saksalainen
Siemens-yhtymä. Kaikkien vaihtoehtojen
edellytetään täyttävän tiukat suomalaiset
turvallisuusvaatimukset, todetaan vas-
tauksessa.

Kun laitosten turvallisuustaso on todettu
hyväksi, ratkaistaan valittava vaihtoehto
lähinnä taloudellisen edullisuuden perus-
teella. Varsinaiset kaupalliset tarjoukset
on tarkoitus pyytää ensi keväänä. Päätös
valittavasta voimalaitosmittajasta olisi
tarpeen tehdä vielä vuoden 1991 loppuun
mennessä. Seuraavassa vaiheessa, vuonna
1992 ydinvoimalaitokselle on tarkoitus
hakea rakentamislupaa valtioneuvostolta.

VOIMAYHTIÖT SAIVAT BUDJETTI- TARJOUKSET UUDESTA YDINVOI- MALAITOKSESTA

Suomalaiset voimayhtiöt ovat saaneet
budjettitarjoukset Suomen viidennestä
ydinvoimalaitoksesta. Aiempien arvioiden
mukaan 1000 megawatin tehoinen ydin-
voimalaitos maksaa nykyrahassa yhteensä
vajaat 9 miljardia markkaa. Budjettitar-
jouksensa ovat antaneet ruotsalainen
ABB Atom, neuvostoliittolainen Atom-
energoexport, saksalais-ranskalainen Nuc-
lear Power International sekä saksalainen
Siemens. Ensi huhtikuussa Imatran Voi-
ma, Teollisuuden Voima ja Perusvoima
jättävät periaatepäätöshakemuksen uu-
desta ydinvoimalaitoksesta valtioneuvos-

tolle. Sen jälkeen on tarkoituksena käydä
varsinainen tarjouskilpailu eri laitostoi-
mittajien välillä.

Budjettitarjoukset ovat luonteeltaan in-
formatiivista aineistoa, eivätkä laitostoi-
mittajia sitovia kaupallisia tarjouksia.
Niissä on esitetty laitostoitettajan toimi-
tukseen kuuluvaa laitoksen tekniikkaa,
selvitetty laitoksen toimintakykyä ja omi-
naisuuksia. Nyt saaduissa tai täsmenne-
tyissä budjettitarjouksissa on ilmoitettu
alustava toimitusaikataulu ja toimitushin-
ta-arvio. Mukana ovat myös selvitykset
laitoksen turvallisuudesta sekä turvalli-
suusanalyysijä.

Vaihtoehdot tarkkaan syyniin

Kuluvan kevään aikana budjettitarjoukset
samoin kuin suunnitelmat laitostoitetta-
jien toimitusosuuksien ulkopuolisista töis-
tä käydään läpi IVOssa, TVOssa ja
PEVOssa. Kyseessä on useita kuukausia
vaativa, mittava työ. Budjettitarjouksiin
kuulumattomat työt, kuten esimerkiksi
rakennustyöt muodostavat myös merkit-
tävän osan ydinvoimalaitoksen kokonais-
hankinnassa.

— Läpikäynnissä tarkistetaan mm. täyt-
tävätkö tarjotut laitosvaihtoehdot tiukat
suomalaiset turvallisuus- ja toimintaky-
kyvaatimukset. Samalla laaditaan kysely-
asiakirjat varsinaista tarjouskilpailua var-
ten, kertoi Perusvoiman teknillinen johta-
ja Heikki Raumolin. Tarjouskilpailu on
tarkoitus käydä sen jälkeen, kun periaa-
tepäätöshakemus on jätetty valtioneuvos-
tolle.

Tarkat toimitusraajat, samoin kuin se,
mitkä laitosvaihtoehdot osallistuvat varsi-
naisen tarjouskilpailuun, selviävät Rau-
molinin mukaan keväällä 1991. Laitostoi-
mittajan valinta ja sitova sopimus voi-
daan tehdä vasta myönteisen periaatepä-
ätöksen jälkeen.

Mikäli yhtiöt saavat hakemukseensa
myönteisen vastauksen vuoden 1991 lop-
puun mennessä, voi uusi ydinvoimalaitos-
yksikkö olla käytössä vuoden 1998 lopul-
la. Periaatepäätöksen tekee valtioneuvos-
to. Myönteisen päätöksen edellytyksenä
on, että säteilyturvakeskus ja suunnitellut
sijoituskunnat, Eurajoki ja Loviisa anta-
vat hankkeesta myönteisen lausunnon.
Myönteinen periaatepäätös vaatii vielä
eduskunnan vahvistuksen tullakseen voi-
maan.

— Kaupalliseen kilpailuun valmistaudut-
taessa ei tarkkoja hintatietoja voida jul-
kaista eikä budjettitarjousten hintoja jul-
kistaa ilman laitostoitettajien lupaa,
Raumolin kertoi. Aikaisempien selvitys-
ten mukaan 1000 megawatin ydinvoima-
laitos maksaa vajaat 9 miljardia markkaa
arvioituna vuoden 1991 alkupuolen ra-
hassa. Mukaan on laskettu polttoaineen
alkulataus ja rakennusaikaiset korot.

Neljä yhtiötä mukana

ABB Atom on tarjoamassa Suomeen
BWR 90 -mallisesta kiehumusvesilaitokses-
ta kahta erikokoista versiota, joista suu-
remman nettosähköteho on 1180 me-

gawattia ja pienemmän vastaavasti 840
megawattia. BWR 90 on Olkiluodon ny-
kyisistä laitosyksiköistä edelleen kehitetty
malli. BWR 90 sijoitettaisiin Eurajoen
Olkiluotoon.

Atomenergoexportin vaihtoehto on 1040
megawatin tehoinen VVER-1000 -paine-
vesilaitos. VVER-1000:n Suomeen sovel-
tuvan mallin tarkempi tyyppimerkintä on
VVER-91. IVO on osallistunut merkittä-
västi VVER-91 -vaihtoehdon suunnitte-
luun. Laitos sijoitettaisiin Loviisan Häst-
holmenille.

Nuclear Power Internationalin tarjoaman
1110 megawatin tehoinen painevesilaitok-
sen tyyppimerkintä on NPI-1000. NPI on
saksalaisen Siemens-yhtymän ja ranska-
laisen Framatomen kummankin puoleksi
omistama yhteisyritys. Suomeen tarjotta-
va laitosvaihtoehto pohjautuu Siemensin
saksalaiseen suunnitteluun. Päälaitteiden
valmistus tapahtuisi Ranskassa. Lisäksi
on mahdollista, että NPI tarjoaa Suo-
meen suurempaa, noin 1300 megawatin
painevesilaitosta. Näitä ns. Konvoi-lai-
toksia ovat Saksaan viimeksi rakennetut
3 ydinvoimalaitosta. Laitos sijoitettaisiin
Loviisaan.

Saksalaisen Siemens-yhtymän voimalai-
tosmalli on kiehumusvesilaitos BWR 1000.
Sen nettosähköteho on 1115 megawattia.
BWR 1000 on edelleen kehitetty malli
Saksassa käytössä olevista kiehumusvesi-
aktoreista. Laitoksen sijoituspaikka olisi
Eurajoen Olkiluoto.

IVO ja TVO ovat 1980-luvulla selvittä-
neet yhteistyössä uuden ydinvoimalaitok-
sen rakentamista Suomeen. Vuoden 1986
helmikuussa yhtiöt perustivat Perusvoima
Oy:n koordinoimaan ja valvomaan selvi-
tystyötä ydinvoimalaitosvaihtoehtoista ja
niiden soveltuvuudesta Suomeen. IVO
selvittää painevesireaktoreita (Loviisan
tyyppi) ja TVO puolestaan kiehumusvesi-
reaktoreita (Olkiluodon tyyppi).

Lyhyesti maailmalta

Belgian Doel 3 PWR 897 MW Framatome -yksikön höyrystinvaihtosuorittajaksi on valittu Siemens KWU yhdessä paikallisen yhtiön kanssa. Höyrystinvaihdon lasketaan kestävän 56 päivää. Tuubimateriaaliksi on valittu Incoloy 800 alkuperäisen Inconell 600 sijaan. Työn kokonaiskustannus on yli 100 milj. DM.

Nucleonics Week 25.10.1990

Espanjan Santa Maria de Garona 440 MW BWR General Electric -yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1971. Voimayhtiö Nuclenor on aloittanut suunnittelun yksikön eliniän pidentämiseksi 40 vuodesta 60 vuoteen. Eliniän pidentysohjelma on samankaltainen kuin Yhdysvaltain Monticello yksiköllä.

Nuclear News lokakuu 1990

Japanin voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksen rakentaminen aloitetaan Rokkashossa joulukuussa 1990 ja tilat valmistunevat vuoden 1992 aikana. Jätteet loppusijoitetaan maan pintakerroksiin rakennettaviin teräsbetonirakennelmiin, jotka peitetään lopuksi 4 metrin vahvuisella maakerroksella. Tiloihin sopii noin miljoonaa 200 litran jätetynnyriä.

Nucleonics Week, 29.11.1990

Kanadan Atomic Energy of Canada Ltd (AECL) on testannut hyvin tuloksin uusia Electric Power Research Institute:n (EPRI) kehittämiä kovametalleja, jotka korvaavat kobolttipitoisia stelliittejä esim. primääripiirin venttiileissä. PWR-primääripiiriolosuhteissa tehdyssä kestävyyskokeessa kaikki neljä uutta kovametalia olivat parempia kuin standardistelliili 6. Kestävin oli Norem B4, muut ovat EB5183, Everit 50 ja Norem B1.

Nucleonics Week 1.11.1990

Kansainvälinen säteilysuojelukomissio (ICRP) on hyväksynyt Lontoon kokouksessaan marraskuussa 1990 uudet suositukset ammatillisten säteilyannosten rajoiksi. Viiden vuoden jakson enimmäissäteilyannos on 100 mSv tai vuosikeskiarvona ilmaistuna 20 mSv/a. Entinen 50 mSv/a vuosiansiintöraja säilyy ennallaan, mutta nyt seuraavien vuosien annokset rajataan huomattavasti pienemmiksi. Kokouksessa esitettiin selvitys, jonka mukaan uraanikaivostyöntekijöillä 100 mSv/5a rajan alittaminen merkitsee uraalin hinnan nousua.

Nucleonics Week, 22.11.1990

Neuvostoliitto on saanut valmiiksi ns. vanhojen VVER-yksikköjen parannusohjelman. Neuvonantajina olivat World Association of Nuclear Operators (WANO), GRS, Westinghouse ja Siemens. Ohjelma koskee Novovoronezh 1 ja 2-, Kuola 1 ja 2-, Greifswald 1-4-, Kozloduy 1-4 - ja Bohunice 1 ja 2 -yksiköitä. Pääosa muutoksista toteutetaan vuoden 1993 loppuun mennessä.

Nucleonics Week 15.11.1990

Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen Service Central de Surete des Installations Nucleaires on löytänyt maan 1300 MW PWR -yksiköistä geneerisen vian. Onnettomuustilanteessa reaktorirakennuksen pohjalta takaisin reaktoriin pumpattavassa vedessä olevat roskat saattavat tukkia pumppujen vääryntyyppiset imusihdit ja estää siten järjestelmän toiminnan. Tapausten vakavuusluokka on 2.

IAEA/INES, 25.10.1990

Ranskan kansallinen voimayhtiö Electricite de France (EdF) käynnistää pitkäaikaisen selvityksen maan yli 60 ydinvoimalaitosyksikön purkamisista, jotka alkavat noin vuodesta 2010. EdF on laskenut purkamisen kustannuksiksi 15 % yksikön rakentamiskustannuksista, mutta summan riittävyys on useilla tahoilla asetettu kyseenalaiseksi.

Nucleonics Week 1.11.1990

Ranskan Bugey 4 PWR 900 MW Framatome -yksikön reaktoripaineastian kuudesta yhteestä on löytynyt pintavikoja. Viat ovat austeniittisen ja ferriittisen teräksen yhdyshitseissä ja niiden aiheuttajana pidetään tuntematonta korroosioilmiötä.

Nucleonics Week 8.11.1990

Ranskan Bugey 4 -yksikön reaktoripaineastian yhteiden pintaviat eivät olleet geneerisluonteisia vaan johtuivat booriveden aiheuttamasta pintakontaminaatiosta. Säröt hävisivät pintojen kiilloituksella. Ranskan muilla yksiköillä on löydetty muunlaisia säröjä mm. paineistinten ferriittisten ja austeniittisten terästen liitoshitseistä.

Nucleonics Week 6.12.1990

Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen, Statens Kärnkraftinspektion (SKI) vaatii kaikkien Asea-Atomian toimittamien ensimmäisen polven BWR-yksikköjen pääkiertoputkistojen tarkastamista. Vaatimus perustuu Oskarshamn 1 -yksiköllä vuosihuollossa 1990 löydettyyn vialliseen hitsiin ja koskee Oskarshamn 2, Barsebäck 1 ja 2 ja Ringhals 1 -yksiköitä. SKI:n mukaan löytynyt 90 mm pitkä särö on todennäköisesti ollut hitsissä valmistuksesta lähtien eikä aiheuta välitöntä turvallisuusriskiä.

Nucleonics Week 25.10.1990

Ruotsin hallitus on myöntänyt rakennusluvan korkea-aktiivisen jätteen loppusijoituslaboratoriolle. Tutkimusreikiä porataan 500 metrin syvyydelle graniittikallioon lähelle Oskarshamnin ydinvoimalaitosta.

Nuclear News, joulukuu 1990

Sveitsin vuonna 1971 käyttöön otetulle Mühleberg 336MW BWR -yksikölle haetaan pysyvää käyttö lupaa. Hakemuksen perusteluina esitetään uusittua lopullista turvallisuusselostetta (FSAR), suoritettua todennäköisyyspohjaista riskianalyysiä (PRA) ja yksikön uusia bunkkeroituja turvallisuusjärjestelmiä onnettomuuden varalta (SUSAN). Käyttöluvat on yleensä myönnetty määrävuosiksi, paitsi maan ensimmäiselle yksikölle (Beznau 1) heti pysyvä lupa vuonna 1969.

Nucleonics Week 15.11.1990

Sveitsin Mühleberg-yksikön moderaattoritankista löytyi säröjä 1990 vuosihuollossa. Maan ydinturvallisuusviranomaisen (Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, HSK) johtaja Roland Naegelein ilmoittaa, että säröt ovat pieniä eivätkä estä laitoksen käyttöä. Säröjen mahdollista kasvua tulee kuitenkin seurata tarkastuksin.

Nucleonics Week 15.11.1990

Tšekkoslovakia pyrkii ydinpolttoainemarkkinoille etsimällä läntistä yhteistyökumppania valmistamaan VVER-polttoainetta tsekkiläisestä uraanista. Tarkoitukseksi on vähentää nyt 10 prosenttista riippuvuutta neuvostoliittolaisesta polttoainesta. Asiakkaita voisivat olla mm. Unkari, Bulgaria ja Saksa.

Nuclear Fuel 29.10.1990

Unkariin perustetaan atomitekniillinen seura (HuNS) ydinvoimakeskustelun foorumiksi toisin kuin Tsekkoslovakiassa, jonne perustettiin kansallinen ydinteollisuusfoorumi maan pitkän ydinteollisuuskokemuksen siivittämänä. HuNS:n ensimmäiseksi puheenjohtajaksi on valittu pääjohtaja Zoltan Szatmary Fysiikan tutkimuskeskuksesta. HuNS:n ei pyri ydinvoimalobbyksi, vaan aikoo kehittää yhteyksiä myös "vihreisiin" ja muihin ympäristöliikkeisiin.

Nucleonics Week 1.11.1990

Unkarin Paks-voimayhtiö ja Espanjan Tecnatom aikovat perustaa tarkastusyhtiön, joka erikoistuisi VVER-yksiköiden reaktoripaineastioiden tarkastukseen. Tecnatomin laitteet ja Paks:n VVER-asiantuntemus yhdistyisivät uudessa yhtiössä, jonka asiakkaina olisivat neljä Itä-Euroopan maata ja Neuvostoliitto.

Nucleonics Week 23.11.1990

USA:n Crystal River 3 PWR 821 MW B & W -yksiköllä sattui lokakuussa 1990 työntekijän hengen menetykseen johtanut työtapaturma. Kokenut asentaja putosi 10 metriä putkikulussa suojarakennuksessa korjatessaan pääkiertopumppua. Työntekijä kiidätettiin läheiseen sairaalaan, mutta menehtyi vammoihinsa. Sairaalan ensiapuhenkilöstö ja -huone jouduttiin dekontaminoimaan asentajan haalarien mukana tulleen aktiivisuuden levityä ympäristöön elvytysryityksissä.

Nucleonics Week 18.10.1990

USA:n ydinturvallisuusviranomaisen NRC on ehdottanut 75 000 dollarin sakkoa Palo Verde -ydinvoimalaitoksen käyttäjäyhtiölle laiminlyönneistä, jotka koskivat reaktorin käyttäjien terveydentilan seuranta. NRC:n tarkastaja havaitsi kesällä 1990 neljän käyttäjän terveydentilan huonontuneen siinä määrin, että he eivät olleet enää valvomotyöskentelykuntoisia. Lisäksi voimayhtiö oli ollut huoli-

maton 15 käyttäjäkokelaan lääkärintarkastusten valvonnassa.

Nuclear News marraskuu 1990

USA:n presidentti George Bush myönsi joulukuussa 1990 viiden miljoonan dollarin tutkimusrahan Hanfordin plutoniumtuotantolaitoksen aiheuttamien säteilyvaikutusten selvittämiseksi. Vuosina 1944—1972 säteilyä saaneiden henkilöiden terveydentilaa ryhdytään seuraamaan. Yhdysvaltain energiaministeriön omistama plutoniumintuotantoreaktori N poistettiin käytöstä vuonna 1988 turvallisuussyistä.

Nucleonics Week 29.11.1990

English abstracts

Special issue: Soviet Union

Editorial: Visit to Soviet Union

Ilkka Mikkola (page 1)

This special issue of ATS Ydintekniikka journal is concentrated in the USSR's nuclear power program and technology. Most of the articles are based on the experiences and information acquired during the ATS study tour to Soviet Union. In the USSR there is nowadays paid much more attention into the nuclear safety than before. Openness is one of the key means in reaching better acceptance for nuclear power.

Nuclear power in the USSR — status and prospects

Andrei Gagarinski (page 2)

The basic prerequisites for nuclear power in the USSR are described. The problems caused by Chernobyl are also dealt with. The development of the public opinion is emphasized. New principles for safety systems are briefly described.

The Finnish Nuclear Society (FNS) excursion trip to the USSR in October 1990 — a short story

Jorma Aurela (page 6)

The trip was started on Monday 1. October with Leningrad as the first goal. We had access to own bus with all the modern conveniences. Our group consisted of 21 participants. Later, two more members joined the group in Moscow. Monday night, we arrived in Leningrad where we intended to stay overnight. We met our host Igor Burdakov and the interpreter outside the Hermitage palace.

The following day, Tuesday, we took an early start and headed for the Sosnovi Bor NPP. This station consists of four RBMK reactors. Two units, Units 1 and 2, were the targets of our group. The plant manager took us on a tour of the plant. The group had an excellent opportunity to get thoroughly familiar with the plant, as the first and second units were located in a separate building and some distance away from the units three and four which were in operation.

We visited the turbine hall shared by two units and the control room and reactor hall of Unit 1, and immediately recognized the reactor hall typical of a channel reactor.

Following the tour of the plant, we visited a town which is famous for its children's playground named after the great story-teller H.C. Andersen. On our way back to Leningrad, we were accompanied by the plant deputy director Mr. Galkin who told us of the backfitting performed at the plants after the Chernobyl accident. These included e.g. the requirement that more control rods must be inserted in the reactor in order to obtain less positive void reactivity coefficient.

For this purpose the fuel enrichment has been raised from 2 per cent up to 2.4 per cent. They had also prepared administrative instructions to ensure that the reactivity coefficients remained smaller. Galkin assured that after these administrative measures and physical actions the total reactivity coefficients are near zero. In addition, several plants were operated on lower powers than before. A containment does not belong to the design features of this plant type.

Izora, major component factory in Kolpino just outside Leningrad, was visited late Tuesday night. The plant is well organized and has large capacity for many kinds of industrial heavy components. The plant deputy director showed us around at the plant, and the group had a chance to visit also the shops where the

heavy components for nuclear power plants are being manufactured.

Typical of the current attitudes of the Soviets today, we were allowed to take pictures and videos almost everywhere. At Izora, we could also see e.g. the pressure vessel intended for some Soviet nuclear power plants, as well as one of the 440 MW pressure vessels for Juragua, Cuba. The factory is, however, forced to curb its production, because there have been no recent domestic orders. For some old plants they have had to leave the reactors at the factory. This was the case, for instance, with the Tatarian power plant. We saw its pressure vessel under manufacture. This kind of heavy industry has long traditions in Russia.

The night between Tuesday and Wednesday we stayed overnight in the small town of Valдай which was on direct course to Moscow.

Wednesday was reserved for touring the Kalinin power station which is located in the town of Udomlja abt. 60 km from the former city of Kalinin, today called by its age-old name Tver. Tver is a metropolis with over one million inhabitants.

The Kalinin power station comprises Units 1 and 2 which are in operation, however so that the unit number 2 was, at the time, undergoing annual maintenance. The second stage at Kalinin consists of Units 3 and 4 where construction work is slowly progressing. Tver has a strong local resistance to the construction of these units. During our visit one unit was in operation and the other one was, indeed, in annual maintenance. These reactors have a pressure containment.

Due to shortage of time, only some members of our group, seven to be exact, had a chance to see the reactor and the steam generator work going on there. Certain parts of the steam generator collectors are subject to heat treatment. Our host at the plant was Dr. Vasili Kalinin who is Karelian and speaks fluent Finnish. Dr. Kalinin who is a röntgen inspection specialist was invited to come to Finland and to hold a lecture at the ATS in February 1991. We also had a chance to see the turbine hall shared by both units and the control room of the unit in operation.

On Thursday our group attended a seminar in Moscow. This was organized by the Kurchatov Institute and chaired by Prof. Orlov, Chairman of the USSR Nuclear Society, and Prof. Gagarinski, Secretary-General of the same Society. The Finnish delegation was headed by Mr. Ilkka Mikkola, Chairman of the ATS, and the Swedish Nuclear Society was represented in the seminar by its Chairman, Mr. Lennart Devell. In the seminar, the Soviets told about the country's energy situation, and showed, among other things, a film of Kyshtym nuclear accident in 1957 (See later).



From left: USSR NS Executive Secretary, Professor Andrei Yu. Gagarinski, FNS Chairman Ilkka Mikkola, USSR NS Chairman, Professor Victor Orlov and FK (Swedish Nuclear Society) Chairman Lennart Devell in the seminar 4.10.1990 in the Kurchatov Institute, Moscow.

After the seminar, the FNS had a chance to see the first European reactor FI located at the premises of the Kurchatov Institute in Moscow. The reactor went critical on 23 December, 1946. It is still being used as a calibration tool for radioactive sources. In the premises of the Kurchatov Institute, there are four actual reactors and 13 small test reactors in operation. Also here the local opposition to these reactors has been a problem.

Thursday night, The USSR Nuclear Society gave a dinner to the representatives of the FNS, the Swedish Förening Kärnteknik and the Danish Nuclear Society which was represented by Björn Thorlakson who participated in the journey. The host at the dinner was Prof. Orlov, Chairman of the USSR Nuclear Society.

Friday 5. October was reserved for a visit to the Elektrostal fuel factory, abt. 60 km northeast from Moscow. Elektrostal has over 10,000 employees, and it is responsible for a large part of the manufacturing of the Soviet fuel assemblies both for the VVER reactors and RBMK reactors. Under the guidance of Chief Engineer we visited the factory museum and were also able to attend the fuel assembly manufacture in two workshops one of which was for the manufacture of fuel rods of uranium dioxide and the other one for assembling and packaging fuel assemblies. Our excursion group saw the fuel assembly packs eventually coming to Loviisa reactors. These were introduced by the manager of the assembly section.

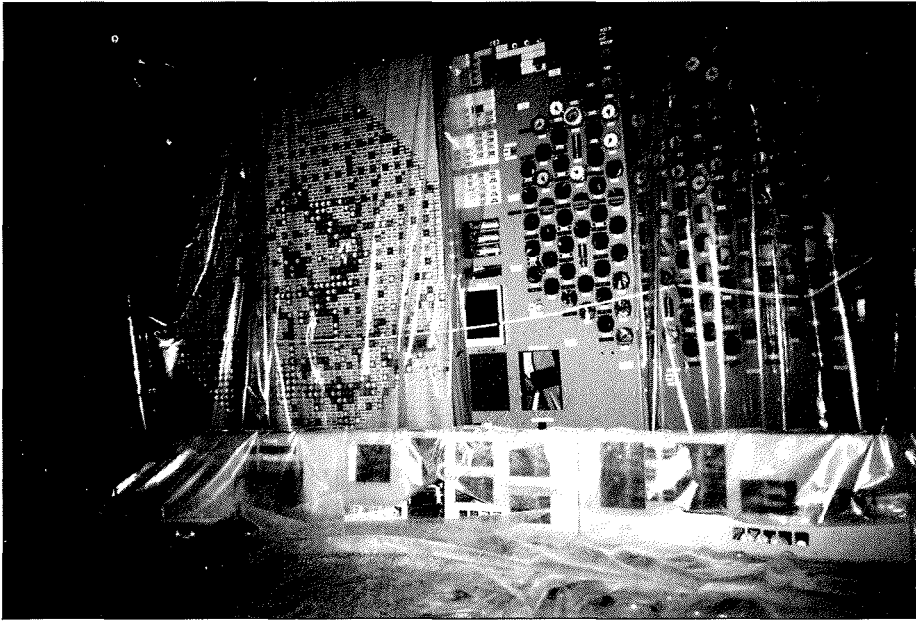
Towards the end of our trip, the group was divided in three. Most of the group flew home on Sunday 7. October. Two smaller groups, instead, flew on the following Sunday and Monday to two new

locations. Five persons flew to Chelyabinsk on the Asian side of the Ural mountains, and the rest to Kiev to visit the Chernobyl nuclear power station.

The latter group was accompanied by Mr. Lennart Devell from Sweden and Mr. Björn Thorlakson from Denmark. In Chernobyl, our host was Mr. Juri Risovanni, Head of the International Affairs Section. During the day we had a chance to hear of the situation in Chernobyl region this autumn. In addition, we had a tour of the plant where we saw, among others, the destroyed Unit 4, visited its control room, and outside of the sarcophagus.

During our visit Units 1—3 were in operation with Units 1 and 2 operating on 700 MW power, and Unit 3 on 1000 MW power. Since the accident, the plants have generated 60 TWh of electricity. The Ukrainian Parliament has decided to close down the plants, but the energy situation calls for their being in operation. Studies are still going on into the repercussions of the accident, and this year, for instance, abt. 30,000 people will have to be evacuated in Byelorussia and the Ukraine.

The second branch of the FNS expedition visited the Chelyabinsk plants, the so-called Chelyabinsk 40 and the town Chelyabinsk 64, number being derived from the postal codes, because the places were without names in the West. There they were shown the old graphite channel water cooled plutonium production reactors, the last one of which was shut down 1. November, 1990. These were built at a rapid pace in the late '40s and early '50s. The plutonium production continues at some other place. The group had access to one of these reactors, and visited its reactor hall and control room.



Control room of Chernobyl 4.

The group also crossed the area contaminated by the accident in 1957, when the acetate-nitrate waste liquer of the military reprocessing plant exploded. Radiation levels were still slightly above background (2—5 times). Very early much waste was released to a river (Techa), and then contained in a lake, which still are contaminated. Now they are in a process to vitrify the high level waste.

The main target for the group of five was the civil reprocessing plant where the spent fuel from Loviisa NPP is delivered. The plant has plenty of capacity, and the men from the FNS observed everything to be in rather good condition. A company called Mayak handles the fuel reprocessing. The purpose is that all of the fuel from the 440-series reactors is reprocessed at Chelyabinsk.

The uranium is reused in RBMK reactors. Plutonium is stored for fast reactors, the construction site of which the group also saw. The reprocessing plant for 1000 MW reactor fuel is under construction in Krasnojarsko.

All in all, the excursion trip by the Finnish Nuclear Society to the Soviet Union was very successful. FNS is vety grateful of the splendid work USSR Nuclear Society did during our visit and FNS is now waiting for next March, when the USSR Nuclear Society is going to visit Finland.

Nuclear information in Soviet Union

Antti Hanelius (page 19)

Since summer 1989 good contacts have been established between the Soviet and Finnish nuclear information bodies. On Soviet side the Public Information Centre on Atomic Information, PICAЕ, has been the contact partner as well as the Nuclear Society of the USSR. PICAЕ is

a special division of the Central Research Institute for Scientific Information and Economical Studies on Atomic Science and Technology, ATOMINFORM. The head quarters of PICAЕ are located in Moscow and it has regional offices in Moscow, Kiev, Charkov, Leningrad, Gork, Svcerdlovsk and Murmansk.

Nuclear authority in the USSR and cooperation with STUK

Heikki Reponen (page 20)

Organization of a special nuclear safety authority was developed in the USSR in the 80's. The Chernobyl accident gave this authority an urgent reason to acquire advice from abroad to enhance the inspection practices. A cooperation agreement was signed e.q. with the Finnish authority. This cooperation includes seminars, development projects, visits and inspector exchange. Substantial differences have been noticed in practices. Professional skill among the USSR authority has proven to be on a high level. Severe problems are, however, known to exist in plant concepts, equipment quality and personnel motivation. The profit to the Finnish party has been increased information of Loviisa type reactors and the possibility to enhance global safety by improving the safety of the Soviet reactors.

Future of Finnish energy management — significance for industry

Esko Erkkilä (page 22)

The use of energy in the Finnish steel industry is dealt with. According to the article the main requirements for the Finnish energy management are the security of energy supply without disturbances, reasonable price maintaining the competitiveness of Finnish industry, versatile energy resources allowing the user to ma-

ke the choice between different energy forms and welfare and protection of our environment.

Loviisa nuclear fuel service

Per-Erik Hägg, Ossi Koskivirta, (page 24)

The nuclear fuel service of the both units of Loviisa NPS is based on longterm fresh fuel purchasing contracts and long-term spent fuel return contracts. These contracts belong to the Soviet delivery package of Loviisa NPS and they have been made separately for the both units for their whole lifetime. The Soviet contract party is v/o Techsnabexport.

Fresh fuel is ordered at the beginning of the year preceding the delivery year. The delivery takes place about one and half years earlier than the fuel is loaded into reactor. The irradiation time of the fuel is typically three years (partly two years). Spent fuel is stored at site in different storage pools five years before its returning to the Soviet Union. Altogether the nuclear fuel is staying at Loviisa about ten years.

Finns and Energy Policy 1990

Paavo Hoikka, Pentti Kiljunen (page 26)

A wide range of energy attitude studies was launched in the University of Tampere in 1983. The objective of the study is to find out the attitude of the Finns on different energy sources. Energy economy, safety, environmental effects, availability and reliability are the most important factors dealt with. The main conclusions of the study are: people are more anxious about the environmental effects, natural gas is the most popular and coal the less popular energy source, nuclear power has stabilized its approval at the 1988 level and people think, that saving is not the solution to the increasing energy demand in the future. 28 % of the people want more nuclear power, 38 % less and the rest are in the middle.

Canada and nuclear power

Klaus Sjöblom (page 32)

Canada is a vast and multinational country and rich in energy sources. Canada's nuclear fuel cycle is totally domestic. CANDU-reactors have been developed and operated with success.

6 kpl

JOSHI-PEKKA PALMU

IMATRAN VOIMA OY

PL 112

01601 VANTAA